

Universidad Nacional de Córdoba

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

Cátedra de Organización y Proyecto Industrial

Producción Conjunta de Silicato de Sodio y Derivados



Integrantes

Basso, Andrés Santiago
Conci, Federico Sebastián

Docentes

Herz, Marcelo
Sicilia, Oscar

Córdoba, Febrero de 2007

Agradecimientos

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a:

- Nuestras familias, amigos y profesores
- Sr. Zaya, de Guma SA
- Lic. Horacio Larronde, del Instituto Correntino del Agua y del Ambiente
- Sr. Roberto Mas, de Ingratta SA
- Sr. Eduardo Haedo de Atanor SA
- Sra. Maria Menéndez, de WR Grace Argentina SA
- Sra. Gabriela Fernández, de M.C. Zamudio SA
- Sr. Alejandro Gámiz, de QuimiServ SA
- Sra. Ángela Garzon, de ICIS Pricing UK
- Srta. Valeria Zappegno

Contacto

Puede contactarse a los autores por las siguientes vías:

Basso, Andrés Santiago

Correo: andresbasso@hotmail.com

Conci, Federico Sebastián

Correo: cfede1984@hotmail.com

Acerca de las expresiones monetarias

Todas las expresiones monetarias están dadas en dólares estadounidenses, expresado por el símbolo \$, cuyo valor a Febrero de 2007 es de 3,10 pesos argentinos.

Foto de tapa: Vista panorámica de la planta
Revisión del documento: 0C

Descripción

Este trabajo es un estudio de prefactibilidad para proveer de capacidad productiva en Argentina de productos silíceos cuyos requerimientos actuales son satisfechos mediante importaciones. Son puntos claves del proceso diseñado la economía de energía y la compatibilidad con el medioambiente.

Sumario

Este trabajo tiene por objeto realizar un estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta de manufactura de silicato de sodio y una serie de productos derivados obtenidos por procesos posteriores, integrando y aplicando conocimientos adquiridos durante el transcurso de la carrera. La investigación comienza por verificar la existencia de un mercado potencial insatisfecho, que actualmente importa los productos del exterior. Se describe cada uno de estos en cuanto a propiedades y envase mediante hojas técnicas. También se analiza la disponibilidad en cantidad, precio y calidad de las materias primas para la producción dentro del país. Respecto a la ingeniería básica, se analizan las diferentes alternativas y variantes para la producción de silicato de sodio, escogiéndose la que mayor rendimiento económico y beneficios medioambientales aporta. Se determina el tamaño de la planta y se selecciona la localización de modo de obtener la mayor cantidad de fortalezas en el proyecto, realizando análisis de sensibilidad sobre las decisiones tomadas. En cuanto a la ingeniería de proyecto, se establece mediante balances de masa y energía, esquemas de equipos y diagramas de hilos, la disposición de cada elemento en el establecimiento. La planta tiene capacidad para producir más de 16000 Tn anuales de silicato en su reactor principal. Un proceso especialmente diseñado permite la separación de residuos de las reacciones que transforman el silicato en los derivados de modo de evitar la emisión de efluentes líquidos. La estructura organizacional y las funciones de cada miembro también son descritas. El análisis de la estructura de costos permite calcular el monto de las inversiones. Luego de establecer una política de precios acorde al mercado, se resuelven los flujos de fondos netos y financieros. Éstos y otros indicadores confirman la factibilidad de implementación del proyecto con rendimientos económicos elevados aún cuando se evalúan escenarios difíciles.

Índice

Objetivos del Proyecto	1
-------------------------------------	----------

Capítulo I

Definición del Producto.....	2
Definiciones	3
Aplicaciones y usos	4
Aplicaciones del silicato de sodio.....	4
Funciones del metasilicato de sodio	7
Aplicaciones de la sílice precipitada	10
Aplicaciones de la sílice coloidal.....	11
Aplicaciones del gel de sílice	11
Química básica del silicato de sodio	12
Reacciones de precipitación	13
Formación de soles y geles	14
Interacción con compuestos orgánicos.....	14
Fichas técnicas de los productos	14
Silicato de sodio	14
Sílice precipitada	15
Sílice coloidal	16
Gel de sílice.....	16
Envase	18
Productos líquidos.....	18
Productos sólidos	20
Etiqueta	21

Capítulo II

Estudio de Mercado.....	22
Oferta	23
Situación a nivel mundial	23
Caracterización del mercado	24
Mercado competidor	25
Demanda	27
Futuro de la industria química en nuestro país.....	30
Segmentación del mercado	31
Historia de la demanda	33
Demanda estacional	34
Proyección de la demanda.....	35
Techo de mercado	38
Mercado proveedor	39
Precios	39
Comercialización y distribución.....	39
Estudio de una cadena de distribución	39
Cadena de distribución propuesta	40
Decisiones de marca.....	41

Capítulo III

Ingeniería Básica.....	42
Tecnología	43
Consideraciones.....	43

Alternativas tecnológicas	43
Selección de la alternativa	46
Selección de la variante	48
Tamaño	48
Economía de escala y crecimiento	51
Plan de producción	51
Variantes de tamaño	52
Localización	52
Macrolocalización	53

Capítulo IV

Ingeniería de Proyecto.....	60
Descripción del proceso.....	61
Recepción de Arena.....	62
Manipulación interna	62
Limpieza	62
Clasificación	63
Depósito de arena.....	63
Recepción y depósito de hidróxido de sodio	64
Recepción y depósito de ácido sulfúrico.....	64
Digestión	64
Filtrado de silicato de sodio.....	66
Depósito de silicato de sodio	66
Envasado de silicato de sodio.....	67
Precipitación controlada	67
Filtrado y lavado de sílice precipitada	68
Secado y molienda de sílice precipitada.....	69
Envasado de sílice precipitada	69
Nebulización.....	70
Filtrado y lavado de gel de sílice.....	71
Secado de gel de sílice	71
Envasado de gel de sílice	72
Intercambio iónico de silicato de sodio y depósito.....	72
Polimerización	73
Envasado de sílice coloidal.....	75
Manejo del agua y vapor	75
Duración del proceso	80
Balance integral de masa y energía.....	80
Tratamiento de efluentes	82
Justificación de equipos	84
Manipulación interna de arena.....	84
Limpieza y clasificación.....	86
Depósito de arena.....	86
Recepción y depósito de hidróxido de sodio y ácido sulfúrico	87
Digestión	87
Intercambiadores de recuperación.....	87
Filtrado de silicato de sodio.....	88
Depósito de silicato de sodio	88
Envasado de silicato de sodio y sílice coloidal	89
Precipitación controlada	90
Nebulización.....	91
Filtrado y lavado de sílice precipitada y de gel de sílice	91
Secado de sílice precipitada y de gel de sílice y molienda.....	92
Envasado de sílice precipitada y gel de sílice	93
Intercambio iónico de silicato de sodio	94
Polimerización	94
Manejo del agua y vapor	95

Microlocalización.....	99
Layout de la planta.....	101
Esquema de conexión de equipos.....	102
Layout del establecimiento.....	105
Layout del sector producción.....	106
Layout del sector administración.....	107
Vistas en perspectiva del establecimiento.....	108
Organización de la planta.....	110
Funciones de los empleados por puesto.....	111
Programación de la producción.....	114
Inventarios.....	115
La calidad en el proyecto.....	115
Medio ambiente.....	117
Seguridad e higiene industrial.....	118

Capítulo V

Análisis de Costos.....	119
Inversiones.....	120
Inversión inicial.....	120
Activos fijos tangibles.....	120
Activos fijos intangibles.....	123
Inversión total.....	124
Capital de trabajo.....	125
Costos de producción.....	127
Materias primas e insumos directos.....	127
Costos de la mano de obra.....	129
Mano de obra directa.....	130
Costo de los suministros.....	131
Cálculo por producción conjunta.....	136

Capítulo VI

Evaluación Económica.....	141
Política de precios.....	142
Ingresos estimados.....	142
Evaluación económica del proyecto.....	143
Valor actual neto (VAN).....	143
Tasa interna de retorno (TIR).....	143
Resultado del análisis económico.....	147
Análisis financiero del proyecto.....	147
Flujo de fondos financieros.....	147
Resultado del análisis financiero.....	150
Análisis del punto de equilibrio.....	150
Período de recuperación del capital (PRC).....	152
Análisis de sensibilidad.....	153
Escenarios a analizar.....	153

Capítulo VII

Conclusiones y Recomendaciones.....	156
Conclusiones.....	157
Recomendaciones.....	157

Bibliografía	158
Libros	158
Patentes.....	158
Sitios de Internet.....	158
Anexos.....	159

Objetivos del Proyecto

- Realizar un estudio de prefactibilidad para la producción de un bien útil.
- Verificar que existe un mercado potencial insatisfecho.
- Comprobar que es viable introducir en el mercado el producto objeto de este estudio.
- Analizar la disponibilidad de recursos necesarios para producir el producto.
- Determinar el grado de factibilidad técnica de la obtención de silicato de sodio y sus principales derivados.
- Posibilidad de innovar sobre el proceso o producto que se desarrollan actualmente.
- Analizar si es o no económicamente rentable llevar a cabo su realización.
- Utilizar todas las herramientas disponibles para evaluar los riesgos y beneficios de realizar este proyecto.
- Lograr la autogestión en la elaboración del proyecto.
- Integrar y aplicar los conocimientos adquiridos durante el transcurso de nuestra carrera.

Capítulo I

Definición del Producto

Definiciones

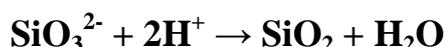
El óxido de silicio y los silicatos son extraordinariamente abundantes en la naturaleza, a tal punto de que sus combinaciones representan alrededor del 90% de la corteza terrestre.

El silicio por si solo constituye un 28% de la corteza. No existe en estado libre, sino que se encuentra en forma de dióxido de silicio y de silicatos complejos. Los minerales que contienen silicio constituyen cerca del 40% de todos los minerales comunes, incluyendo más del 90% de los minerales que forman rocas volcánicas.

Silicato de sodio es el nombre genérico dado a una serie de compuestos derivados del vidrio soluble de silicato de sodio. Son soluciones acuosas de óxido de sodio (Na_2O) y dióxido de silicio (SiO_2) combinados en diferentes proporciones. Variando las relaciones molares de SiO_2 y Na_2O se obtienen soluciones con múltiples aplicaciones.

El silicato de sodio tiene muchas propiedades útiles que no pueden ser obtenidas con ninguna otra sal alcalina. El silicato de sodio es ampliamente usado en industrias como: Detergentes y jabones, papel y cartón, ingeniería civil, tratamiento de agua, cementos, defloculantes, adhesivos, aislamiento de tuberías, excavación de suelos de pozos petroleros, fundición, limpieza de metales, aglomeración y pastillaje, flotación de minerales entre otros.

Cuando una disolución de silicato de sodio se añade lentamente a un exceso de ácido clorhídrico diluido, se forma una disolución coloidal de óxido de silicio (IV) hidratado:



Se produce así una disolución clara, que puede ser dializada para eliminar gran parte del electrolito. Un exceso de iones silicato provoca la coagulación. Con el tiempo, se forma una gelatina rígida o gel. Si se calienta con cuidado ese gel, se elimina la mayor parte del agua y se obtiene un sólido que absorbe bien el agua. Esa sustancia, que recibe el nombre de **gel de sílice**, se utiliza para secar otras sustancias y se utiliza como desecante. El gel de sílice se emplea para desecar los gases de los altos hornos y para mantener secos durante su almacenamiento artículos eléctricos, como aparatos de televisión. Es químicamente inerte y no es corrosivo, está catalogado como el de mayor capacidad de absorción.

La **sílice coloidal** es un sistema de dispersión estable en el cual el medio dispersante es un líquido en el que la fase dispersa o discontinua es dióxido de silicio en estado coloidal subdividido es decir una solución coloidal de alta hidratación molecular de partículas de sílice dispersas en agua. Es inodoro, insípido y no tóxico. Su fórmula química molecular es $m\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Este estado comprende partículas suficientemente chicas, de menos de $1 \mu\text{m}$ como para no verse afectados por las fuerzas gravitacionales, pero suficientemente grandes, mayores a 1 nm para mostrar marcadas desviaciones respecto a las propiedades de típicas soluciones. Existe un rango de tamaño de partículas muy similar entre los soles de sílice y la sílice coloidal, por lo que en este trabajo se considerarán sinónimos. Gracias a la medida de sus partículas, el área específica de superficie es muy amplia. Al ser las partículas de sílice sol transparente no afectan al color de los objetos. También es conocido por hidrosol de sílice.

La **sílice precipitada**, al igual que el sílice gel, son partículas sintéticas, finamente divididas, blancas y amorfas de dióxido de silicio. Las sílicas precipitadas han sido

producidas comercialmente desde la década de 1940. Desde ese entonces, se han convertido en el grupo más importante entre los productos de sílice, con base en las cantidades producidas.

Sus características están determinadas por su distribución de tamaño de partícula, porosidad, superficie específica y pureza. Es un material sintético de múltiples aplicaciones, imprescindible en ámbitos tan dispares como los productos farmacéuticos o los neumáticos ecológicos. Hoy en día es una industria en expansión, con numerosas aplicaciones de reciente descubrimiento.

La principal forma de comercialización es en forma de polvo fino tal y como se prepara. Su principal ventaja es su pequeño tamaño, su facilidad de dispersión y su gran poder antiapelmazante.

Aplicaciones y usos

Aplicaciones del silicato de sodio

Los silicatos de sodio tienen muchas propiedades útiles que no comparten otras sales alcalinas. Esto, junto con el hecho de que tienen bajo costo, da como resultado un amplio campo de uso en diferentes industrias. Son utilizados en la industria como adhesivos, detergentes, ingredientes en compuestos de limpieza, cementos, ligantes, capas protectoras y peculiares, ayuda coagulante, anticorrosivos, bases de catalizadores, defloculantes, insumos químicos, zeolitas, etc. Las diferentes propiedades y características funcionales de los silicatos solubles pueden ser utilizadas para resolver eficiente y económicamente muchos problemas que surgen en procesos industriales y químicos. Las investigaciones han ampliado el conocimiento de las propiedades del producto y su utilización hasta incluir un amplio rango de aplicaciones. Aún más, continuamente se están estudiando nuevos usos.

Para una referencia rápida de los usos clasificados en las principales industrias consumidoras, a continuación se muestra una explicación breve:

Industria de detergentes

Descripción	Aplicación	Ventajas
La solución de silicato de sodio es utilizada como ayudante en el control de la viscosidad y de esta manera obtener un polvo detergente de densidad óptima.	Defloculación y prevención de la redeposición del sucio. Controla el pH de la solución de detergente en presencia de suciedad ácida. Previene la sedimentación del sucio.	Fácil aplicación. Ahorro de los costos. Inhibe la corrosión de superficies metálicas sensible a los efectos corrosivos de los ingredientes de los detergentes. Incrementa el poder de detergencia. Completamente inorgánicos, no inflamables y no producen humos.

Ingeniería civil

Descripción	Aplicación	Ventajas
-------------	------------	----------

<p>Silicato de sodio es usado como ligante en la industria de la construcción. Con este se pueden producir diferentes tipos de cementos tales como cementos a prueba de ácido y cementos refractarios, además es utilizado en materiales de aislación térmica.</p>	<p>Cemento hidráulico y Pórtland. Aditivos a prueba de fuego y pinturas minerales. Especialidades refractarias de endurecimiento al aire. Tratamientos de concreto.</p>	<p>Incrementa la resistencia a los ácidos y altas temperaturas. Incrementa la resistencia al desgaste y a la acción de las grasas. Resistencia a disolverse después del endurecimiento. Fácil aplicación. Bajo costo.</p>
--	---	---

Cuando los silicatos son combinados con ingredientes de cemento, reaccionan químicamente para formar masas con fuertes propiedades ligantes. Una gran variedad de cementos se hacen con silicatos, tanto en polvo como en solución. Los silicatos son ingredientes importantes en las especialidades refractarias autofraguantes y morteros químicamente resistentes. Las ventajas de los silicatos solubles como ligantes son:

- Resistencia a la temperatura
- Resistencia a los ácidos
- Resistencia a disolventes después de su uso
- Facilidad de manejo
- Seguridad
- Bajo costo

El silicato de sodio ofrece dos aplicaciones diferentes para aumentar la durabilidad del concreto. Se puede aplicar una solución de silicato de sodio como agente curante a la superficie de la capa fresca de concreto después de que el área ha sido cubierta y mantenida húmeda durante 24 horas. La aplicación de silicato cierra los poros de la superficie sellándolos mientras están húmedos. Para tratar el concreto, después de que está completamente seco o endurecido, se aplica el silicato hasta penetrar el concreto. La cal y otros ingredientes en el concreto fresco reaccionan lentamente con la solución penetrante de silicato, formando un gel insoluble en los poros del concreto. Se incrementa la resistencia al uso, al agua, a la grasa o al ácido.

Solidificación de suelos

Descripción	Aplicación	Ventajas
El silicato de sodio es utilizado en la solidificación de suelos, éste se combina con otros químicos para formar un gel insoluble, el cual cementa y sella los suelos porosos.	Formaciones de suelo, las cuales tienen suficiente fuerza para soportar una carga requerida. Suelos porosos, permeables al agua. Como sellante en trabajos de concreto y ladrillo	Incrementa la resistencia de los suelos. Previene la pérdida de agua en represas. Evita la inundación de minas pozos y túneles. Bajo Costo.

Industria del papel y cartón

Descripción	Aplicación	Ventajas
El silicato de sodio es un buffer alcalino que regula la intensidad de la acción	Buffer alcalino. Agente dispersante.	Previene la degradación del peróxido. Mantienen las partículas en

alcalina, también previene la descomposición innecesaria de las materias primas que son utilizadas en los procesos de blanqueos.	Agente humectante. Coloide.	suspensión y previene la redeposición. Fácil aplicación. Bajos costos. Inhibe la corrosión.
--	--------------------------------	---

Industria de la cerámica

Descripción	Aplicación	Ventajas
El silicato y metasilicato de sodio son defloculantes en la elaboración de suspensiones estables de arcillas.	Cementos de arcillas refractarios y esmalte para vidriados cerámicos. En la fabricación de morteros de arcilla refractaria y morteros básicos.	Buena solubilidad. Resistencia a altas temperaturas. Propiedades adhesivas para mezclas refractarias. Fácil aplicación. Bajo costo.

Adhesivos

Los silicatos son muy útiles como adhesivos o ligantes, debido a un contenido más alto de sílice polimérica. Estos materiales pegan por la remoción de pequeñas cantidades de agua, los cuales los convierten de un líquido a un sólido. Las ventajas de los adhesivos de silicato de sodio incluyen un buen extendimiento y contacto, un buen pegado, un índice de ajuste controlable en rangos amplios y la formación de una capa rígida, fuerte, permanente de un sellado que es resistente a jalones, insectos (plagas), calor y moderadamente resistente al agua. Los silicatos para adhesivos son generalmente formulados ya listos para su uso, pero para aplicaciones especiales pueden ser modificados por ciertos aditivos tales como arcilla, caseína y otros materiales inorgánicos. Se utilizan para papel, madera, metal, hojas metálicas y otros materiales, excepto plásticos.

Películas y recubrimientos

Las películas secas de silicatos no se afectan por aceites, sebo y grasas minerales, o de otras clases. Cuando se aplican en producto de papel o madera son resistentes al fuego y plagas y a prueba de grasas. Se puede incrementar la resistencia al agua agregando óxidos de metal pesado, agentes insolubles de carbonato, polímeros inorgánicos o selladores minerales como la mica. Los silicatos forman capas protectoras en los metales para controlar la corrosión en las líneas de agua.

Beneficio mineral

Los silicatos solubles son utilizados en numerosos procesos para la concentración de minerales. El uso principal del silicato de sodio en la flotación mineral, es como depresor y dispersor de minerales silíceos que no se desean. En general sólo se necesitan pequeñas cantidades de silicato, similares a las concentraciones utilizadas en las operaciones de limpieza. Algunas veces la habilidad del silicato, para reaccionar o precipitar iones de metal pesado para formar una capa de iones de sodio en una superficie particular, es importante para preparar esa superficie o bien para una separación selectiva. El silicato de sodio también ayuda a prevenir la corrosión, reduciendo así el desgaste en los equipos de molienda.

Funciones del metasilicato de sodio

Existen en el mercado dos tipos de metasilicatos de sodio: anhidro y pentahidratado. Sus principales características están descritas en la siguiente tabla:

Nombre	%Na ₂ O en peso	%SiO ₂ en peso	Densidad en g/cm ³
Pentahidratado	29,3	28,7	0,9
Anhidro	51,0	47,0	0,9

Metasilicato de sodio anhidro

Es una esfera blanca, con fluidez libre. Los glóbulos blancos, producidos por un proceso especial, ofrecen numerosas ventajas y propiedades útiles. Entre estas ventajas están: un índice rápido y uniforme de disolución en agua libre de materia insoluble, tamaño uniforme de las partículas, menos tendencia a apelmazarse o amontonarse, menos polvoriento y gran resistencia a la abrasión al mezclarse con otros productos o durante su manejo. Su alto contenido de álcali activo y mínimo álcali inactivo, hacen al metasilicato de sodio anhidro una elección económica para aplicaciones de detergencia.

Metasilicato de sodio pentahidratado

Este tiene una forma granular blanca con fluidez libre de metasilicato de sodio pentahidratado. Se mezcla bien con la mayoría de los materiales secos utilizados en compuestos de detergentes. Es compatible con agentes humectantes, detergentes iónicos y no iónicos, blanqueadores ópticos, agentes oxidantes, jabones y otros silicatos y álcalis en polvo.

Propiedades

Para un entendimiento apropiado del metasilicato de sodio es necesario distinguir entre él y otras formas menos alcalinas de silicato de sodio. Los silicatos de sodio son tanto soluciones coloidales como polvos y cristales o polvos hidratados.

La relación de SiO₂ a Na₂O para cada tipo de silicato de sodio puede variar y los productos resultantes tendrán características diferentes.

El metasilicato de sodio tiene una forma cristalina definida y una relación molecular SiO₂:Na₂O de 1:1; Es fácilmente soluble en agua fría y caliente, forma soluciones que no son viscosas o pegajosas como las de otros silicatos. El pH de las soluciones de metasilicato de sodio es alto.

La alcalinidad del metasilicato de sodio le permite neutralizar suciedad ácida, ayudar a la saponificación y emulsificación de grasas y aceites y reforzar la solubilidad o dispersión de pinturas y algunos materiales proteinados. La fuerte capacidad amortiguadora de los silicatos mantiene el pH a un nivel alto en la presencia de manchas ácidas en dilución.

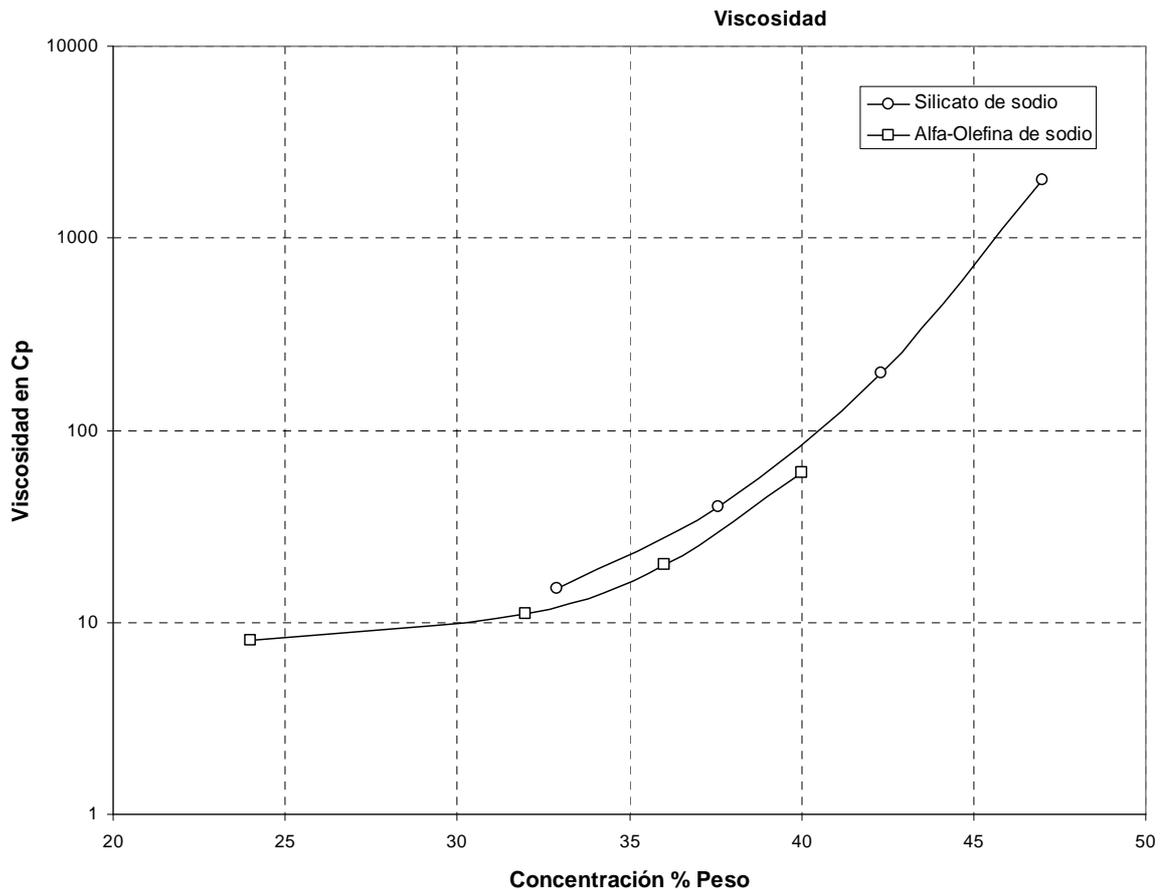
Solubilidad

La temperatura es un factor importante en la proporción de la solución así como una determinante de los límites superiores de solubilidad. Es importante al hacer soluciones en concentración máxima para mantener la temperatura sobre el punto

de solubilidad de manera que no ocurra una recristalización. Sin embargo, en mayores concentraciones pueden permanecer en solución estable por períodos cortos.

Viscosidad

La gráfica* de viscosidad en función de la concentración está dada para el silicato de sodio y para una alfa-olefina de sodio, que es uno de los principales constituyentes de algunas mezclas detergentes, por las siguientes distribuciones determinadas experimentalmente:



*Observar que la escala de viscosidad es de tipo logarítmico.

Acción amortiguadora

La capacidad amortiguadora de los silicatos alcalinos es de importancia particular debido al efecto negativo de la acidez en la detergencia. Estos efectos son minimizados cuando están presentes las cantidades apropiadas de producto amortiguador. Las soluciones de silicato, incluyendo las que contienen productos aditivados mantienen un pH casi constante hasta que están casi agotados. Con excepción de la sosa cáustica, otros álcalis muestran un decrecimiento rápido del pH cuando el ácido entra a la solución. Como resultado, la acción amortiguadora del silicato es más efectiva que otros álcalis en el proceso de limpieza.

Inhibición de la corrosión

Donde el álcali fuerte causa corrosión rápida de metales tales como estaño, aluminio, cobre, latón y aleaciones de metal suaves, los metasilicatos agregan al

proceso un grado substancial de protección de la corrosión. Las propiedades de inhibición de la corrosión de los silicatos son un resultado directo del contenido de sílice soluble.

Es de valor especial cuando se utiliza junto con agentes de limpieza tales como fosfatos complejos, detergentes sintéticos y otros materiales alcalinos que normalmente incrementan la actividad corrosiva.

Detergencia

En los términos más básicos, la detergencia es el proceso de quitar la suciedad de la superficie a la cual se adhirió. Esta definición requiere que el formulador del detergente considere lo siguiente:

- La naturaleza de la suciedad que se va a quitar.
- El sustrato o superficie al cual se adhirió
- El proceso por el cual se va a quitar la suciedad.
- El tipo de agua que se va a utilizar y su temperatura.

El sustrato o superficie puede ser tela, metal, cerámica, vidrio, mampostería o concreto. El tipo de suciedad puede ser particulado, carbonoso o grasoso.

Los metasilicatos contienen proporciones óptimas de álcali y sílice soluble para la mayoría de los requerimientos de limpieza. Diseminan la grasa y los depósitos de suciedad en pequeñas partículas suspendidas que se desintegran sin redepositarse en las superficies recién lavadas.

El uso del metasilicato de sodio mejora la suspensión de la suciedad de manera que el material en limpieza no actúe como un "filtro" cuando se drena el agua de lavado. El contenido de silicato también modera la tendencia del álcali a corroer metales sensibles. La sílice contribuye sustancialmente a la acción amortiguadora, única de los silicatos. Esto les permite mantener niveles efectivos del pH durante las operaciones de limpieza a pesar de la introducción pesada y repentina de manchas ácidas. La carga inicial dura más en el baño detergente, mientras que un álcali no amortiguado pierde rápidamente su fuerza resultando en una baja en la curva del pH con la pérdida consecuente de la acción limpiadora. Los metasilicatos se utilizan generalmente en máquina automática, remojado, electrolavado, limpieza con pistola de vapor o aerosol.

Etapas básicas en la remoción de la suciedad

Un detergente eficaz debe realizar ciertas funciones básicas durante el proceso de la remoción de la suciedad. Estas funciones incluyen: neutralización de los componentes de la suciedad ácida, emulsificación de aceites y grasas, defloculación de la suciedad particulada, suspensión de la suciedad y prevención de la redeposición.

Los metasilicatos alcalinos son efectivos en todas estas funciones al tiempo que contribuyen también a la acción humectante de la solución. Además, ofrecen protección contra la corrosión de metales sensibles especialmente por fosfatos, otros álcalis y surfactantes.

- Emulsificación: La emulsificación es el acto de homogeneizar los aceites y grasas en partículas pequeñas, y dispersándolas aún en agua. Este proceso mantiene estas partículas segregadas y previenen su recombinación. Los silicatos alcalinos realizan mejor que otros álcalis este aspecto de la detergencia. Cuando falta esta función en un compuesto detergente, grandes gotas se readhieren a las superficies limpias.

- Defloculación: Las suciedades particularmente como el carbón, polvo, tierra y arcilla no caen de la categoría de grasa o aceite y no se remueven por emulsificación. Estos tipos de suciedad deben ser tratados con el proceso de defloculación. Los silicatos alcalinos defloculan las masas aglomeradas en partículas muy finas que tienden a repelerse unas a otras.
- Suspensión de suciedad: Casi cada operación de limpieza requiere la deposición de suciedad sólida que no puede ser disuelta. La suspensión en un líquido que será drenado, seguido de un enjuague sin redeposición; es el proceso ideal de la remoción. Los productos que contienen metasilicatos demuestran una capacidad superior para suspender materias de partículas insolubles por periodos de tiempo relativamente largos. Este material suspendido es luego removido cuando la solución de limpieza es enjuagada o drenada.
- Prevención de la redeposición: Los detergentes que poseen buenas propiedades de remoción de la suciedad no necesariamente previenen la redeposición de la suciedad en las superficies limpias. Los silicatos solubles son uno de los agentes mejor conocidos para prevenir la redeposición de la suciedad. Una vez que ha suspendido la suciedad, previenen que las partículas de suciedad se asienten o se readhieran a la superficie del material que se está limpiando.

Compuesto

Los productos de silicato alcalino tienen una amplia aplicación en las formulaciones de detergentes. En estas fórmulas los productos que contienen silicatos dan beneficios de alcalinidad amortiguada, remoción y dispersión mejoradas de la suciedad y detención de la corrosión. Los constituyentes alcalinos incrementan la efectividad de surfactantes o jabones. Una combinación de silicato y fosfato complejo ofrece un efecto sinérgico el cual resulta en una detergencia más eficaz que las cantidades correspondientes de cualquier componente utilizado solo. Aún más, en situaciones donde los fosfatos no pueden o no deben ser utilizados, los silicatos alcalinos han probado ser constituyentes detergentes más efectivos cuando se utilizan solos.

Aplicaciones de la sílice precipitada

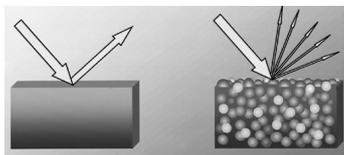
Descripción	Aplicación	Ventajas
En polvo fino tal y como se prepara.	Se dirige principalmente al refuerzo de mezclas de caucho, para todo tipo de aplicaciones, desde el neumático a las piezas técnicas, pasando por suela de calzado o suelos.	Su principal ventaja es su pequeño tamaño, su facilidad de dispersión y su gran poder antiapelmazante. La capacidad reforzante de la sílice, es decir, el aumento de las propiedades mecánicas que aporta a la mezcla. Esta capacidad depende de la porosidad de la sílice y del tamaño de estos poros, y suele medirse con la superficie BET.
	En cables, es usado como componente de la cobertura enfundante, especialmente en cables sometidos a desgaste y que deben conservar su color para diferenciarlos del terreno.	La facilidad de la dispersión de la sílice en la mezcla de goma. En general es contraria al refuerzo, lo que limita las aplicaciones en algunos casos. Aunque se han desarrollado unos tipos especiales
	Agente antibloqueante en plásticos. Portador de líquidos y	

semilíquidos, transportador para formulaciones en polvo, especialmente en cultivos e insecticidas.

para mejorar la dispersión sin sacrificar el refuerzo.

Inocuo para los seres humanos.

Tratamiento de superficies, como agente antireflejo en pinturas.



Carga en pastas dentales.

Aplicaciones de la sílice coloidal

Descripción	Aplicación	Ventajas
<p>Es un agente de vínculo.</p> <p>En la elaboración de materiales de abrigo en paredes exteriores.</p> <p>Antiadhesivo.</p> <p>Antideslizante y bajo ciertas condiciones deslizando.</p> <p>Dispersante.</p>	<p>Vínculo para materiales refractarios.</p> <p>Como agente de preparación en la industria textil. En combinación con agentes oleos sirve para tratar la lana y el pelo de conejo.</p> <p>En la industria del papel puede ser utilizado como antiadhesivo en el papel celofán, pretratamiento del papel fotográfico.</p> <p>Antideslizante para sacos de cemento.</p> <p>En fundición se utiliza para moldes de precisión, mejorando el pulimento y las condiciones de funcionamiento.</p> <p>Como componente de tratamiento en la producción de placas de silicio.</p> <p>Componente dispersante o deslizando (ceras para el suelo).</p>	<p>Resistencia a altas temperaturas (1500 a 1600 °C).</p> <p>Mejora las propiedades de protección en condiciones adversas, resistencia al polvo, resistencia al fuego.</p> <p>Mejora las propiedades del hilado rompiendo las roturas.</p> <p>Costos reducidos.</p>

Aplicaciones del gel de sílice

Industria

Descripción	Aplicación	Ventajas
<p>Como medio de depuración, clarificación y filtración.</p>	<p>Obtención de materiales en el agua.</p> <p>Tratamiento de las bebidas espirituosas (cerveza, vino).</p> <p>Tratamiento de líquidos orgánicos.</p>	<p>Alta capacidad de adsorción.</p>

Preparación de aceites minerales y sintéticos.

Desdoblamiento de mezcla de cuerpos orgánicos (Cromatografía).

Deshidratación y purificación de gases industriales e industria de la fermentación.

Absorbente con indicador de humedad en instrumentos de precisión, en medicina, en el proceso químico de la gasolina.

Como inhibidor del óxido.

Catálisis

Descripción	Aplicación	Ventajas
Como material de soporte y acumulación.	Como catalizador y soporte de catalizadores de reacciones químicas. Como soporte de sustancias reaccionantes (Gas protector).	Portador de catálisis. Realiza la función de absorción selectiva de diversas mezclas tanto en líquidos como en gases, absorbiendo los elementos perjudiciales en el agua, los polímeros y el ácido orgánico en aceites aislantes.

Agroindustrias

Descripción	Aplicación	Ventajas
Como material de soporte y acumulación.	Obtención de abonos.	Alta capacidad de adsorción. Propiedades catalíticas.

Hogar

Descripción	Aplicación	Ventajas
Como material de soporte y acumulación.	Principalmente se utiliza como absorbente con indicador de humedad en comestibles, ropa, piel, aparatos eléctricos. Formulaciones antimicrobianas.	Alta capacidad de adsorción. Propiedades catalíticas. Inocuidad para las personas.

Química básica del silicato de sodio

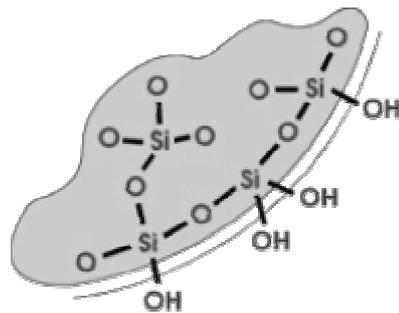
Los silicatos alcalinos comerciales, son generalmente especificados acorde a:

- Fuente del álcali (Sodio, aunque también pueden ser de potasio o litio)
- Cociente entre la sílice y el óxido de metal alcalino. La proporción usual es dada en cocientes de masa.
- Contenido de agua del silicato. Para sólidos, silicatos cristalinos, esta corresponde al agua de cristalización. Por ejemplo, para el metasilicato de sodio, $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$, puede ser preparado en forma anhidra o en pentahidrato o nonahidrato. Los vidrios solubles de silicatos alcalinos amorfos son esencialmente anhidros. El agua contenida en soluciones de silicato es de

manera usual definida indirectamente dando la densidad de la solución, que junto con el cociente entre la sílice y el óxido de metal alcalino definen una única composición de la solución de silicato.

- Industrialmente los silicatos sólidos de metales alcalinos son divididos en dos grupos:
 - Silicatos solubles en agua solidificados como vidrio fundido, normalmente conteniendo 1,5 a 4 moles de SiO_2 / mol Na_2O . Estos silicatos y sus soluciones acuosas son comúnmente nombradas como vidrio soluble. Los productos comerciales son soluciones concentradas de vidrio soluble los cuales son usualmente producidas por la disolución del silicato fundido solidificado en agua, o por disolución directa de la arena en hidróxido de sodio.
 - Silicatos cristalinos sólidos, a menudo con agua de cristalización. Los productos comerciales de este tipo son conocidos como $\text{Na}_2\text{O} \cdot n \text{SiO}_2$ donde $n = 0,5$ (Ortosilicato), 1.0 (Metasilicato) y 2.0 (Disilicato).

La estructura básica de los productos cubiertos por este trabajo es realmente compleja y no siempre posible de describir por fórmulas químicas, a modo de ejemplo de lo expuesto se presenta el siguiente gráfico de la estructura azarosa de estos compuestos:



Reacciones de precipitación

Las soluciones de silicato de sodio pueden neutralizarse para formar precipitados. Dependiendo de las condiciones de reacción, como pH, concentración y temperatura resultarán silicatos insolubles o sílice hidratada con hidróxidos. Este tipo de reacciones puede usarse para formar pigmentos o compuestos que pueden utilizarse como extensores o selladores por medio de un intercambio de iones, catalizadores, absorbentes y otros productos. La reacción es un mecanismo efectivo también para insolubilizar una capa o cubierta de silicato. Las superficies de cemento Pórtland son endurecidas y se hacen menos porosas cuando se aplica una solución de silicato a pisos o paredes. Los aluminosilicatos son un mecanismo efectivo también para insolubilizar una capa o cubierta de silicato. Las superficies de cemento Pórtland son endurecidas y se hacen menos porosas cuando se aplica una solución de silicato a pisos o paredes. Los aluminosilicatos de sodio se forman por reacciones entre compuestos de aluminio y silicato de sodio. Los productos resultantes pueden servir por medio de un intercambio de iones como suavizante de agua, zeolitas sintéticas o mallas moleculares.

Formación de soles y geles

Los silicatos de sodio reaccionan con compuestos ácidos. Cuando las soluciones de concentraciones relativamente alta se acidifican, los aniones de silicato soluble se polimerizan hasta formar un gel. Cuando se acidifican sílices disueltos de concentraciones relativamente diluidas se pueden formar soles o coloides activados. El grado de polimerización de los aniones de las soluciones de silicato de sodio depende de la concentración de la solución, temperatura pH y otros factores. La gelación ocurre muy rápidamente al pH neutro. Pueden ocurrir retrasos en los tiempos de gelación (soles inestables) en rangos de pH 8-10 y 2-5. La formación gel es generalmente muy rápida en el rango intermedio (5-8). Los soles de sílice coloidal pueden prepararse a partir de silicatos de sodio por medio de un intercambio de iones, diálisis y otros medios a sílice activada, que es utilizada en tratamiento de agua de desperdicio industrial o urbano. El sol de sílice coloidal puede usarse para el curtido de pieles, reforzamiento de polímeros sintéticos, terminado de telas y cubiertas. El gel de sílice se prepara neutralizando una solución de silicato con ácido mineral. El gel húmedo es desalinizado y secado para preparar desecantes absorbentes, agentes transmisores y bases de catalizadores. La neutralización del silicato con soluciones ácidas o gases, forma capas de gel de baja solubilidad pero que son de alguna manera frágiles y temporales por naturaleza.

Interacción con compuestos orgánicos

Relativamente pocos compuestos orgánicos son compatibles con soluciones de silicato soluble concentrado. Solventes polares sensibles pueden causar una separación de fase o deshidratación. En mezclas con sustancias oleofílicas inmiscibles en agua, el silicato se separa en la fase acuosa, aunque en el caso de formulaciones de detergente líquido, este fenómeno puede superarse agregando un hidrótopo adecuado o una emulsión estabilizadora. Pocos compuestos como la glicerina, sorbitol de azúcar y etilenglicol con miscibles y algunas veces se usan como humectantes y ayudan a plastificar la película de silicato. Los agentes de ésteres orgánicos son utilizados para producir un retraso en el tiempo de gelación de las soluciones de silicato. La alcalinidad de la solución de silicato es consumida por la hidrólisis de estos ésteres por un período de tiempo extenso.

Fichas técnicas de los productos

Las fichas técnicas de las sustancias a producir definen con precisión las cualidades de cada una de ellas. Las mismas fueron confeccionadas conforme a las características que los principales segmentos del mercado requieren; dichos segmentos se analizan en el Capítulo II - Estudio de Mercado.

Silicato de sodio

Propiedad	Valor	Unidad
Nombre	Silicato de sodio	-
CAS	7631-86-9	
Fórmula química	$\text{Na}_2\text{O} \cdot n \text{SiO}_2$	-
Masa molecular	Variable	
Fórmula estructural	Compleja	-
Tipo	Amorfo	-

Producción Conjunta de Silicato de Sodio y Derivados

Presentación	Solución acuosa	
Envase	Tanque 1000 l	
SiO ₂ - Sílice	29,4	% P
Na ₂ O - Alcalinidad	14,7	% P
H ₂ O	55,9	% P
FeO	< 35	mg/l
Relación SiO ₂ :Na ₂ O	2,0	
Sólidos totales	44,1	% P/V
Tolerancia de sólidos totales	±0,5	% P/V
Gravedad específica a 20°C (68°F)	1,53	
Viscosidad a 20°C (68°F)	400	cP
Color	Claro a opaco	
Textura	Fluida	
pH	12,8	

Sílice precipitada

Propiedad	Valor	Unidad
Nombre	Sílice precipitado	-
CAS	7631-86-9	
Fórmula química	SiO ₂	-
Masa molecular	Variable	
Fórmula estructural	Compleja	-
Tipo	Polvo	-
Presentación	En polvo	-
Envase	Caja con bolsa	
Tamaño promedio de agregado	250-1500	nm
Volumen en el poro	1,6-3,4	ml / g
Punto de ebullición	2230	°C
Punto de fusión	1710	°C
SiO ₂ - Sílice por calcinación	98	% P
H ₂ O - Humedad	6	% P
FeO	< 35	mg/l
Pérdidas por calcinación	11	% P/P
Sales solubles en agua	1,5	% P/P
Superficie Específica BET	180	m ² /g
Densidad de grupo silanol	6-20	ml de NaOH consumido
Gravedad específica a 20°C (68°F)	2,15	
Presión de vapor	0	mm Hg
Refuerzo	Alto	-
Dispersibilidad	Excelente	-
Color	Blanco	-
Textura	Polvo fluido	
pH	6,5	

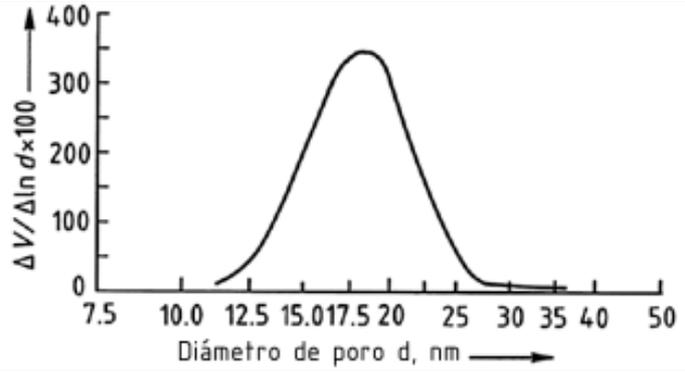
Sílice coloidal

Propiedad	Valor	Unidad
Nombre	Sílice coloidal	-
CAS	7631-86-9	
Fórmula química	$n \text{SiO}_2 \cdot m \text{H}_2\text{O}$	-
Masa molecular	Variable	
Fórmula estructural	Compleja	-
Tipo	Básico	-
Presentación	Solución coloidal	-
Envase	Tanque 1000 l	-
Tamaño de partícula coloidal	10-20	nm
SiO_2 – Sílice	25,4	% P
Na_2O – Alcalinidad	12,7	% P
H_2O	61,8	% P
FeO	< 35	mg / l
Sólidos totales	25,3	% P/V
Tolerancia de sólidos totales	$\pm 0,5$	% P/V
Gravedad específica a 25°C (77°F)	1,15-1,17	
Viscosidad a 25°C (77°F)	5000	cP
Color	Blanco traslúcido	-
Textura	Fluida	-
pH	8,5-10	

Gel de sílice

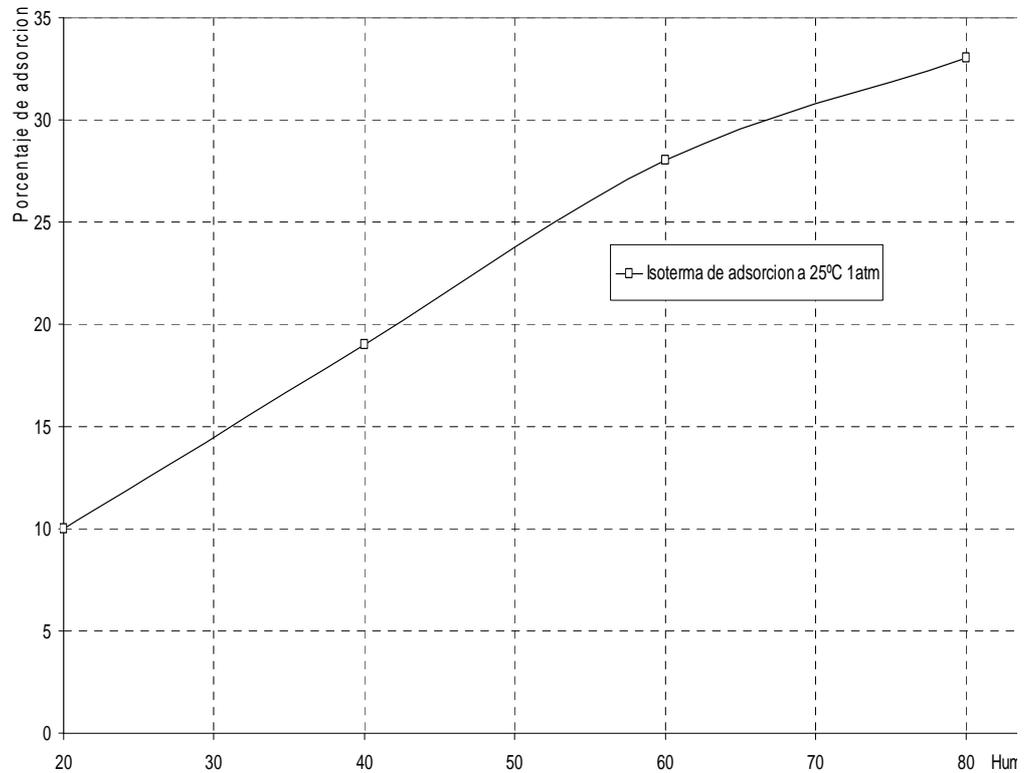
Propiedad	Valor	Unidad
Nombre	Gel de sílice	-
CAS	7631-86-9	-
Fórmula química	$\text{SiO}_2 \cdot n \text{H}_2\text{O}$	-
Masa molecular	Variable	
Tipo	Microporosa	-
Presentación	Esferas de aspecto cristalino	-
Envase	Caja con bolsa	
Fórmula estructural	Compleja	-
Punto de ebullición	2230	°C
Punto de fusión	1710	°C
SiO_2 – Sílice	99,7	% P
Na_2O – Alcalinidad	0,09	% P
Al_2O_3	0,1	% P
TiO_2	0,09	% P
SO_4^{2-}	< 0,1	% P
Volumen del poro	7,5	cm^3/g
Diámetro del poro	7,5	nm

Distribución del diámetro del poro



Absorción de H ₂ O a HR 10%	7,5	% P
Absorción de H ₂ O a HR 80%	35	% P
Fe ₂ O ₃	0,03	% P
Sólidos volátiles*	6	% P
Gravedad específica a 20°C (68°F)	2,19	-
Gravedad aparente a 20°C (68°F)	0,72	-
Calor específico	0,72	J Kg ⁻¹ K ⁻¹
Conductividad térmica	920	J m ⁻¹ h ⁻¹ K ⁻¹
Índice de refracción	522	-
Presión de vapor	1,45	mm Hg
Color	Blanco	
Textura	Granular	
pH	4	

Características funcionales



* Peso perdido luego de calentar con aire a 954 °C.

Envase

El medio de envase o envase es el producto fabricado del material de envase ó embalaje destinado a envolver o sujetar el producto envasado para que pueda ser despachado, almacenado o vendido.

Funciones del envase

Las siguientes son las funciones que deben considerarse a la hora de seleccionar un envase:

- Técnica: Proteger al producto envasado de efectos mecánicos como impactos o presiones, etc., sean estos causados por la influencia de las fuerzas dinámicas o de efecto estático, proteger al producto envasado de procesos físico-químicos, en especial el intercambio con el exterior y un fraccionamiento y cierre práctico.
- Distributiva: El embalaje para el transporte tiene que ser modular y ajustarse en la forma más económica y racional posible a las medidas previstas en la cadena de transporte.
- Comerciales y de marketing: El envase debe ser económico y racional, ofrecer protección contra cualquier daño del producto envasado, fomentar las ventas, ser un vendedor tácito, ser honesto, asegurar la participación en el mercado, y ser creativo.
- Informativa: Un envase debe informar al consumidor sobre su contenido, cumplir con las disposiciones sobre la identificación, indicar la durabilidad y composición del producto.
- Económica: Asimismo, un envase debe permitir que el producto envasado se conserve por un período más o menos prolongado, ser de fácil manejo, ahorrar materia prima, proteger al producto, ser reciclable, no contaminar el medio ambiente.

En el caso de nuestros productos se consideró un tipo de envase para los productos líquidos y otro para los sólidos.

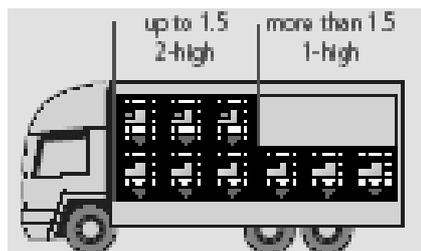
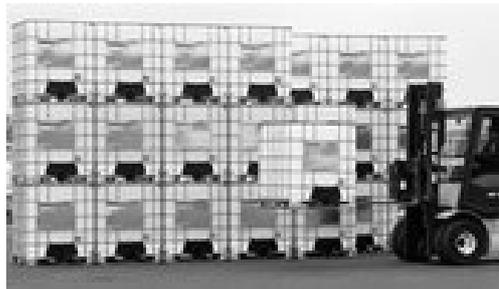
Productos líquidos

Para este caso, luego de considerar una gran cantidad de variantes posibles y las funciones expuestas anteriormente, se optó por el envase “Ecobulk MX”, cuyas características se detallan en la sección Anexos. El mismo es producido bajo licencia de Schuetz de Alemania por “Industrias Termoplásticas Argentina” en Ruta 5 Km. 75, Jáuregui, Provincia de Buenos Aires, Argentina, y se muestra a continuación:



El precio del mismo es de \$ 200 y su capacidad es de 1000 litros, que comparado con el costo de un tambor de 200 litros recubierto con pintura epoxi interior que es de \$ 29 es mucho más conveniente. Además presentan mejor resistencia a la corrosión que producen estos productos líquidos. Otra ventaja es la posibilidad de retornabilidad de los mismos, por lo que es un envase ecológico y económico. Se prevé reutilizar este envase 5 veces antes de desecharlo.

Dicho envase se puede almacenar y transportar con suma facilidad por su capacidad de apilamiento y su forma cúbica como se ve en las siguientes imágenes:



Comparado con el volumen que ocupa dicho envase dentro de la planta industrial con el que ocupan los tambores de 200 litros en mucho menor debido a que no dejan intersticios, siendo más eficientes en el proceso de logística:



Productos sólidos

Para los productos sólidos se escogió con recomendaciones de potenciales clientes una caja que en su interior contiene una bolsa sellada de 300µm que presenta una alta barrera contra la humedad y si sumamos a esto la resistencia estructural impuesta por la caja y la facilidad de dosificación, transporte y almacenamiento da un producto de alta competitividad. Dado que los productos presentan diferentes densidades (ver Fichas técnicas de los productos) se escogieron las siguientes configuraciones par cada uno:

Característica	Gel de sílice	Sílice precipitada
Masa	25 Kg	25 Kg
Volumen	36 l	12 l
Tamaño de caja	60 x 40 x 15 cm	40 x 30 x 10 cm
Tamaño de bolsa	60 x 40 cm	40 x 30 cm
Precio de caja*	\$ 0,88	\$ 0,37
Precio de bolsa	\$ 0,07	\$ 0,05

* El proveedor seleccionado es Packangraf SA, Alt. F. Seguí 1149, Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Las cajas del presente listado son confeccionadas con papeles Kraft, aletas simples en el valor de 100 ó 120 lb, según medida.



Etiqueta

El etiquetado del envase cubre la información del producto y de seguridad que el cliente necesita saber, cumpliendo la función informativa del envase.

Están indicados los siguientes datos:

- Nombre del producto.
- Presentación.
- Tamaño del envase.
- Concentración (Para productos líquidos).
- El número único de CAS (Chemical Abstracts Service).
- Fecha de envasado, lo que le da al cliente la indicación de cuál envase a utilizar, si posee más de uno.
- Cliente industrial al que se deberá despachar el producto.
- Código de barras para trazabilidad del envase y del producto.
- Información de seguridad entre la que se destaca:
 - Diamante HMIS*
 - Leyenda de corrosividad, según corresponda.
- Información de origen.

Se muestra como ejemplo la etiqueta correspondiente al silicato de sodio:

Producto

Silicato de Sodio

Presentación: Solución Acuosa

Concentración: 44,1 %

CAS: 7631-86-9

Envasado: 12/2008

Cliente: XXX

Contenido Neto: 1000 l

Envase Retornable

SILEX®

Remitir consultas y sugerencias a Silex SA
Complejo Industrial COMIRSA
San Nicolás
0-800-888-SILEX
Industria Argentina

CORROSIVO
8

1-0-1
COR

7 63186 90120 1 12007

*Respecto a la interpretación de diamante HMIS, y datos de seguridad específicos del silicato de sodio, ver la sección Anexos.

Capítulo II

Estudio de Mercado

Oferta

Situación a nivel mundial

Los principales productores a nivel mundial de silicato de sodio se han resumido en la siguiente tabla:

Productor	Capacidad*	Participación
PQ	500	34,0%
OxyChem	260	17,7%
PPG	200	13,6%
J.M. Huber, Etowah, Tenn	140	9,5%
Albemarle	110	7,5%
W.R. Grace	85	5,8%
INEOS Silicas	65	4,4%
DuPont	40	2,7%
Vinings Industries	35	2,4%
Chemical Products	25	1,7%
Englehaard	7	0,5%
Z-Tech	3	0,2%
Total	1,470	

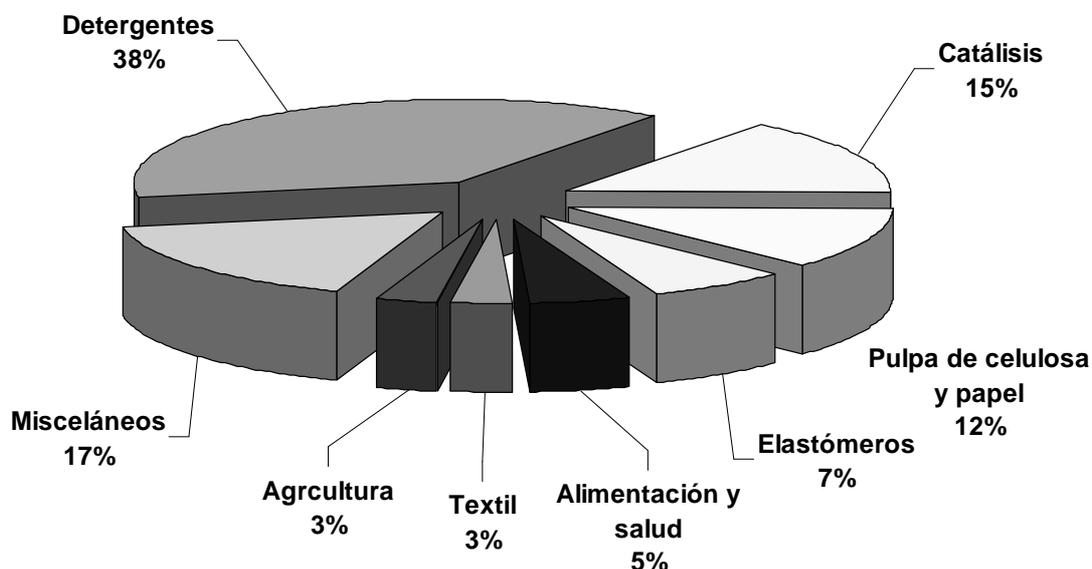
*La unidad de capacidad es miles de toneladas en base seca por año.

La producción mundial actual de sílice precipitada se estima en cerca a 1.400.000 toneladas por año, que a un precio de \$ 1.000 por tonelada (\$ 1 por kilogramo) equivale a más de \$ 1,4 billones por año.

Según información confirmada por las más diversas fuentes, en nuestro país no existen a la fecha productores de silicato de sodio y derivados, al menos a escala industrial. No existe asimismo conocimiento de industrias que posean una tecnología que siendo usada para otras producciones sea adaptable para obtener productos de esta índole.

Los usos que el silicato de sodio tiene a nivel mundial son:

Silicato de sodio - Distribución de usos a nivel mundial



Caracterización del mercado

Para caracterizar el mercado en la tabla anterior se especificó la participación de cada una de las empresas a nivel mundial. Con esto se procedió al cálculo del índice de Herfindahl lo que arrojó como resultado $I_H = 1871$, lo que indica claramente que el mercado es de competencia monopolística con cierta tendencia oligopólica.

A nivel nacional, para hacer determinación se procedió a determinar dentro de las principales 15 empresas que comercializan cada uno de los productos cuáles eran subsidiarias y cuales distribuidoras (Ver Segmentación del mercado) y de esta manera se determinó la participación de cada uno en base de cantidad comercializada, para calcular así el índice de Herfindahl. Se resume la información obtenida en la siguiente tabla:

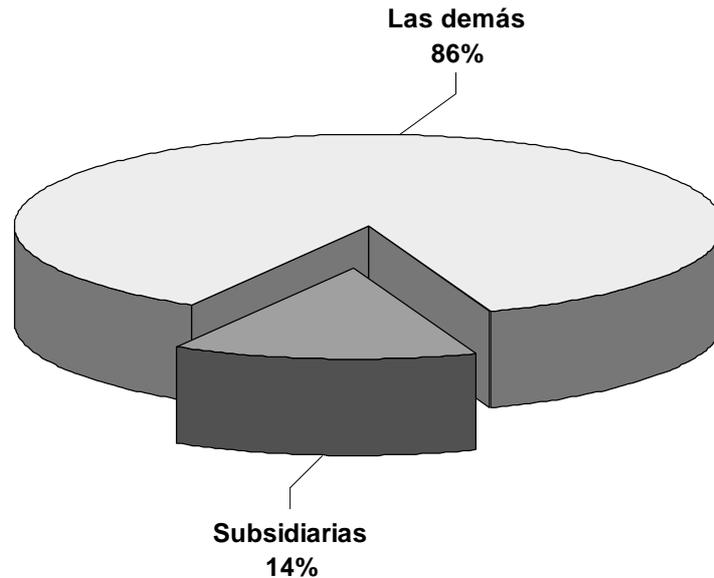
Producto	I_H	Tipo de mercado
Silicato de sodio	2746	Mercado de competencia monopolística con tendencia oligopólica
Sílice precipitado	3807	Oligopólico
Sílice coloidal	3567	Mercado de competencia monopolística con tendencia oligopólica fuerte
Gel de sílice	6597	Oligopólico

Las empresas que más influyen en los resultados de los mercados de tipo Oligopólico son para el sílice precipitado el importador-distribuidor Maprin con el 54% de la participación del mercado, para el sílice coloidal son el distribuidor Lexter con el 48% del mercado y la subsidiaria Degussa con el 33% de participación. Para el gel de sílice, la compañía W.R. Grace Argentina SA con el 80 % de participación hace que el mercado de este producto tienda a ser un monopolio.

Mercado competidor

Al hablar de mercado competidor en Argentina, debemos referirnos a todas las empresas que se han caracterizado como Subsidiarias (Ver Segmentación del mercado) debido a que en nuestro país no se registran empresas elaboradoras de los productos citados en este trabajo. Tomando todo el consumo global en Argentina las subsidiarias abarcan muy poco porcentaje de este mercado, como lo demuestra el siguiente gráfico:

Participación de subsidiarias en el mercado



En el gráfico anterior, dentro de la categoría “Los demás” se encuentran los distribuidores. Éstos, que tienen una amplia participación dentro de la categoría no son tenidos en cuenta como una fracción del mercado con características de competidor. Dado que nuestro proyecto ofrecerá a estos una serie de productos que cumple con los requerimientos de los mismos, se espera que al ahorrarles trámites y costos de importación, esta fracción del mercado se inclinará hacia nuestros productos.

Productos sustitutos

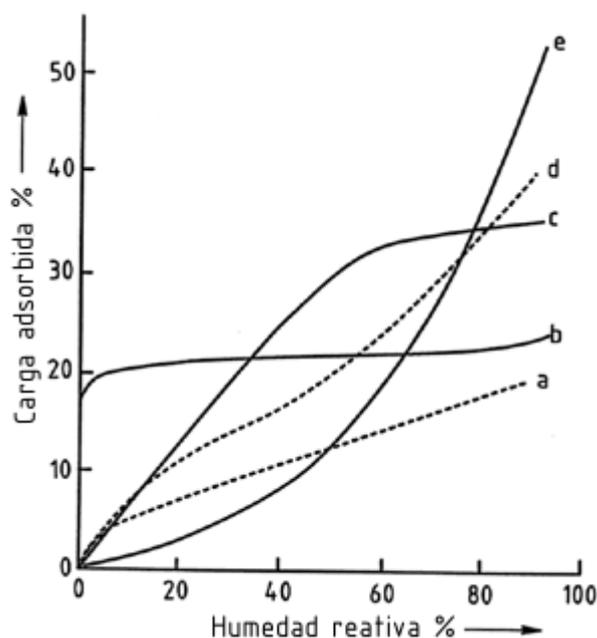
En general es muy difícil sustituir los productos de sílice presentados en este trabajo debido a que su propia naturaleza les confieren propiedades muy particulares que encuentran aplicaciones muy específicas, por lo que sólo se detallará a continuación algunas aplicaciones del gel de sílice y la sílice precipitada en las que podría existir algún sustituto. Las aplicaciones para las que se utilizan la sílice coloidal y el silicato de sodio no encuentran sustitutos apropiados, al menos a nivel industrial.

Producto	Aplicación	Sustituto	Potencial de sustitución
Sílice precipitado	Refuerzo de mezclas de caucho	Carbonato de calcio precipitado	Bajo, pues no posee capacidad reforzante
	Agente antibloqueante	Carbonato de calcio	Medio, pues el control

Producción Conjunta de Silicato de Sodio y Derivados

	en plásticos	precipitado	del proceso es más difícil
	Portador de líquidos y semilíquidos	Kieselghur	Bajo por su alto costo respecto al sílice precipitado
	Tratamiento de superficies	Carbonato de calcio precipitado	Bajo, pues solamente blanquea
	Carga en pastas dentales	Carbonato de calcio precipitado	Alto, pues es de color blanco y baja dureza
Gel de sílice	Obtención de materiales en el agua	Carbón activado Gel de alúmina	Dependiendo de la aplicación, bajo por la difícil separación de los polvos de estos productos aunque con mejor afinidad
	Tratamiento de las bebidas espirituosas (cerveza, vino).	Tierra decolorante Kieselghur	Bajo, pues la capacidad de adsorción de sustancias es menor y con diferente afinidad.
	Deshidratación y purificación de gases industriales e industria de la fermentación.	Gel de alúmina Carbón activado	Bajo, pues la capacidad de adsorción y posterior regeneración en el rango de humedad relativa de trabajo industrial es menor que la del sílica gel.
	Absorbente con indicador de humedad en instrumentos de precisión, en medicina, en el proceso químico de la gasolina.	Al ₂ O ₃ granular Zeolita A (Forma Na ⁺) Al ₂ O ₃ esférico	Bajo, debido a diferencias en el rango de humedad relativa en el que adsorben con mayor intensidad los diferentes productos*

* Los rangos e intensidades de adsorción de cada sustituyentes son los mostrados en la siguiente gráfica:



Donde cada sustancia es: a) Al₂O₃ granular; b) Zeolita A (Forma Na⁺); c) Sílice gel de densidad regular; d) Al₂O₃ esférico; e) Sílice gel de densidad intermedia.

Como se vio anteriormente, no existe un producto sustituto directo dado que el conjunto de propiedades de cada uno de estos productos sólo a veces puede ser suplementado por la utilización de varios sustituyentes a la vez lo que es en la práctica incompatible.

Demanda

En nuestro país sólo existen importadores, distribuidores y subsidiarias de empresas productoras con base en otros países de los productos tratados en este trabajo. Los mismos se detallan en las siguientes tablas de acuerdo al producto, con el valor de importaciones asociado e información del mercado al cual está destinado:

Silicato de sodio

Empresa**	Masa importada*
INMOBAL NUTRER SA.	1000,0 Tn
INDUSTRIAS CERAMICA LOURDES S.	939,0 Tn
COSMOQUIMICA S.A.	580,0 Tn
QUIMICA OESTE S.A.	550,9 Tn
LABORATORIO CUENCA S.A.	353,0 Tn
REFRACTARIOS ARGENTINOS S.A.I.C.	331,2 Tn
CARBO SAN LUIS S.A.	234,0 Tn
DEGUSSA ARGENTINA SA.	226,0 Tn
COGNIS SA.	218,3 Tn
DEYSAN S.A.	124,0 Tn
WEIZUR S.R.L.	109,5 Tn
IALCOM S.R.L.	107,1 Tn
MAKRO S.R.L.	103,0 Tn
CERAMICA SAN LORENZO IND.COM.S	101,5 Tn

JOHNSON DIVERSEY DE ARGENTINA	84,0 Tn
OTROS	1274,2 Tn

* Los registros de los montos son de Enero de 1999 a Agosto de 2006.

** Las empresas nombradas en esta tabla manejan el 76% del mercado de este producto.

Sílice precipitada

Empresa**	Masa importada*
MAPRIN S.A.C.I.	2963,3 Tn
FATE SAICI.	2424,1 Tn
COLGATE PALMOLIVE ARGENTINA S.A.	1896,5 Tn
LEXTER SA.	1319,6 Tn
REFRACTARIOS ARGENTINOS S.A.I.C.	1198,0 Tn
INGRATTA S.A.I.C.F.I.	1031,8 Tn
QUIMICA TURACO S.A.C.I.F.A.	971,6 Tn
A.Z. CHAITAS S.A.C.I.F.	942,9 Tn
CAUFIT S.R.L.	526,2 Tn
CAUCHO MAIPU S.R.L.	478,3 Tn
BRIDGESTONE / FIRESTONE DE ARGENTINA	409,1 Tn
SIMKO S.A.	305,1 Tn
DEGUSSA ARGENTINA SA.	248,8 Tn
PALACIO RAUL EDUARDO	238,6 Tn
RHODIA ARGENTINA SA.	218,7 Tn
OTROS	3326,2 Tn

* Los registros de los montos son de Enero de 1999 a Agosto de 2006.

** Las empresas nombradas en esta tabla manejan el 77% del mercado de este producto.

Sílice coloidal

Empresa**	Masa importada*
LEXTER SA.	1188,0 Tn
DEGUSSA ARGENTINA SA.	690,1 Tn
CARBO SAN LUIS S.A.	569,9 Tn
METALPROD SRL.	358,0 Tn
M.C. ZAMUDIO SA.	228,4 Tn
FERROCEMENT SOCIEDAD ANONIMA	211,2 Tn
QUIMICA DEL CAUCHO S.A.C.I.F.	196,6 Tn
INDELVAL S.A.I.C.	179,9 Tn
DANA ARGENTINA SA.	158,4 Tn
CAUCHO MAIPU S.R.L.	156,5 Tn
INGRATTA S.A.I.C.F.I.	146,9 Tn
BRIDGESTONE / FIRESTONE DE ARGENTINA	129,2 Tn
G. AZCONA E HIJOS SA.	125,6 Tn
NEUMATICOS GOODYEAR SRL.	114,7 Tn
CABOT ARGENTINA S.A.I.C.	100,1 Tn
OTROS	1637,6 Tn

* Los registros de los montos son de Enero de 1999 a Agosto de 2006.

** Las empresas nombradas en esta tabla manejan el 80% del mercado de este producto.

Gel de sílice

Empresa**	Masa importada*
W.R. GRACE ARGENTINA SA.	3714,7 Tn
NOVA PRODUCTOS QUIMICOS S.A.	477,0 Tn
GAMIZ ALEJANDRO GABRIEL	327,9 Tn
COMPAÑIA INDUSTRIAL CERVECERA	280,5 Tn
IMAP S.A.I.C.	141,0 Tn
BAYER S.A.	95,6 Tn
CERVECERIA ARGENTINA SA. ISENB	76,9 Tn
CERVECERIA Y MALTERIA QUILMES	70,9 Tn
BAYER ARGENTINA SA.	59,5 Tn
HCI ARGENTINA S.A	36,9 Tn
MATERIA HNOS. S.A.C.I.F.	26,3 Tn
AKZO NOBEL COATINGS S.A.	22,3 Tn
GABRIEL BOUILLARD Y COMPAÑIA S	19,6 Tn
TOTAL AUSTRAL SA.	18,2 Tn
JUGOS SOCIEDAD ANONIMA	18,0 Tn
OTROS	188,9 Tn

* Los registros de los montos son de Enero de 1999 a Agosto de 2006.

** Las empresas nombradas en esta tabla manejan el 92% del mercado de este producto.

Resumen de importaciones

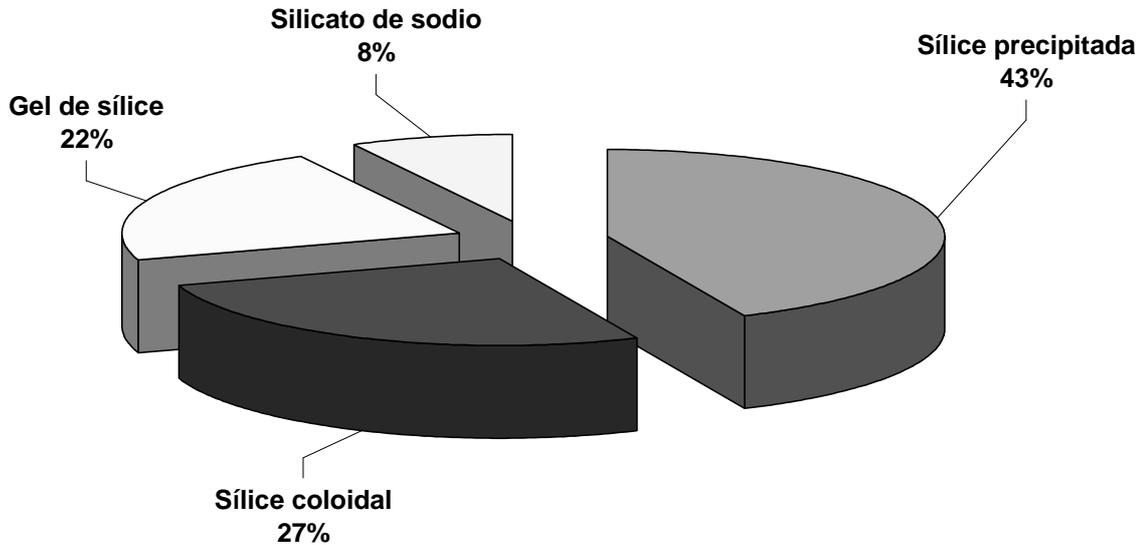
El siguiente cuadro obtenido de la suma de todos los datos anteriores da una estimación de los montos y masa que maneja el mercado importador en cuestión:

Producto	Masa*	Monto FOB*
Sílice obtenida por precipitación química	2531 Tn	\$ 2.280.988
Sílice coloidal	828 Tn	\$ 1.405.868
Gel de sílice	791 Tn	\$ 1.177.344
Silicato de sodio	885 Tn	\$ 410.429

* Se expresan los valores promedios por año de los registros de Enero de 1999 a Agosto de 2006.

No se registran datos de exportaciones de estos productos con origen de empresas radicadas en nuestro país lo que en parte confirma la dependencia de las importaciones, siendo este uno de los problemas a solucionar por este proyecto.

Se resume en el siguiente gráfico la participación de cada producto en el mercado.



Futuro de la industria química en nuestro país

Dependiendo del grado de crecimiento económico que la sociedad argentina sea capaz de generar parece razonable proyectar una demanda de productos químicos de uso industrial en este país que, partiendo del nivel de 13.200 millones de dólares en 2001, alcance entre 14.800 y 19.200 millones de dólares en 2007.

En el marco de Mercosur, se hace imprescindible considerar que para ese año la demanda brasileña aportará un consumo suficiente como para evaluar la demanda regional incremental del orden de 11.700 a 22.900 millones de dólares por encima del consumo verificado en 2001.

Tomando en consideración las restricciones técnicas y las diversas alternativas sobre la evolución de la distribución histórica de las inversiones entre Argentina y Brasil, se estima que para 2007 sería posible incrementar el valor de la producción de productos químicos de uso industrial y agrícola en valores de 3.900 a 11.400 millones de dólares, alcanzando en consecuencia un crecimiento sobre los valores de 2001 del 32 al 93 por ciento. Si bien los valores parecen ambiciosos, este ritmo de crecimiento significa tasas anuales acumulativas inferiores a las observadas en los últimos diez años, en el primero de los casos, y a los últimos cinco años en el segundo.

Los mecanismos que impulsan este desarrollo son:

- El principal impulsor del desarrollo de la industria química en Argentina es su competitividad intrínseca en condiciones de mercado libre y desregulado.
- Lograr un ámbito favorable para las inversiones es un prerequisite indispensable: los ingredientes básicos para construir este ámbito favorable son la seguridad jurídica y la vigencia efectiva de las reglas de juego claras y previsibles, beneficios que deberán alcanzar al total de la sociedad.
- Perfeccionamiento del Mercosur: permitiría compensar el reducido mercado doméstico. Además de la armonización macroeconómica es necesaria una

mejora de la infraestructura logística (transporte puertos, caminos, comunicaciones, etc.).

Segmentación del mercado

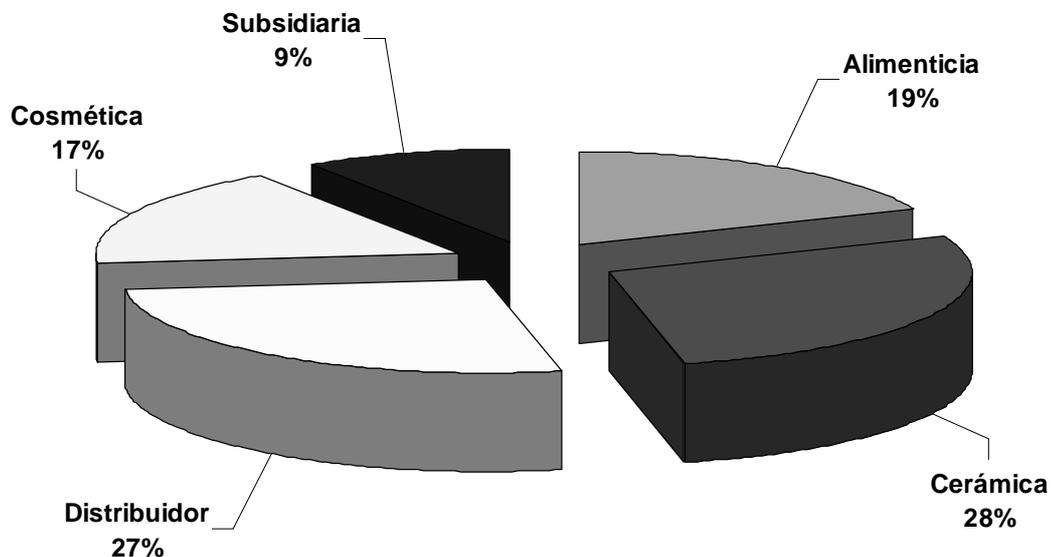
Tomando para cada producto los 15 principales, importadores, y clasificándolos en el mercado al cual corresponden, se elaboraron los siguientes gráficos para cada producto.

La categoría Subsidiarias representa a empresas que tienen su casa central en otros países y al menos una unidad comercial en Argentina. Esto es tenido en cuenta ya que esta fracción en base de cantidades en mercado es competidora y no cliente (Ver Mercado competidor).

La categoría distribuidores representa empresas nacionales que cuya función es comercializar los productos correspondientes, agregándole valor sólo por logística y además no representan materias primas para ellos. Son estas empresas partícipes de una cadena de distribución de productos de los cuales sus destinos son muy variados y difíciles de determinar, por lo que no se mencionarán en este informe por fuera de su alcance.

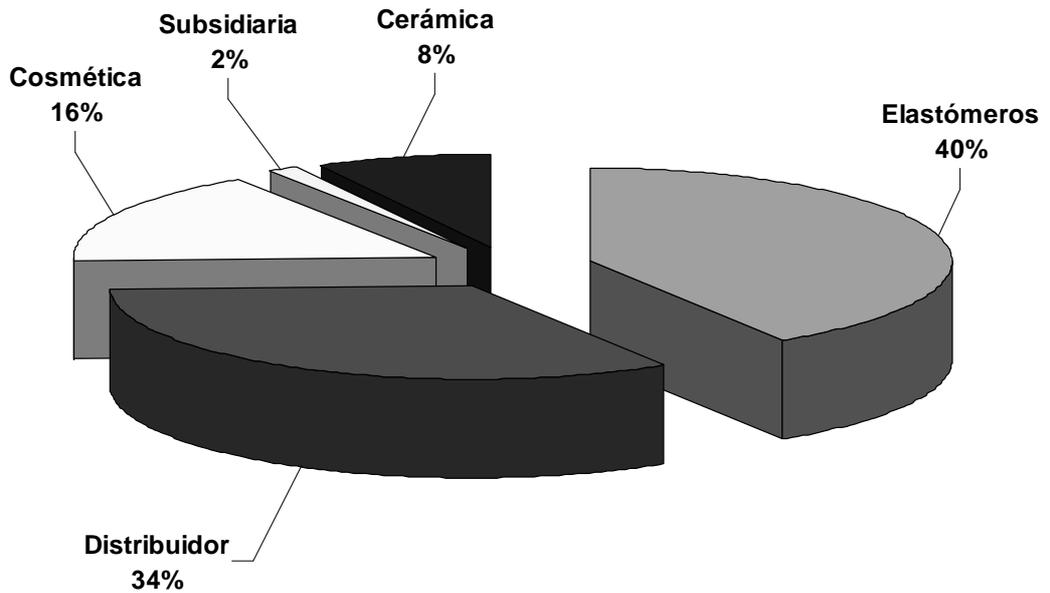
Estos gráficos se realizaron para determinar para cada producto la fracción de mercado de mayor relevancia con el fin de elaborar los mismos con las características que esta fracción de mercado solicita.

Destinos de importaciones de Silicatos



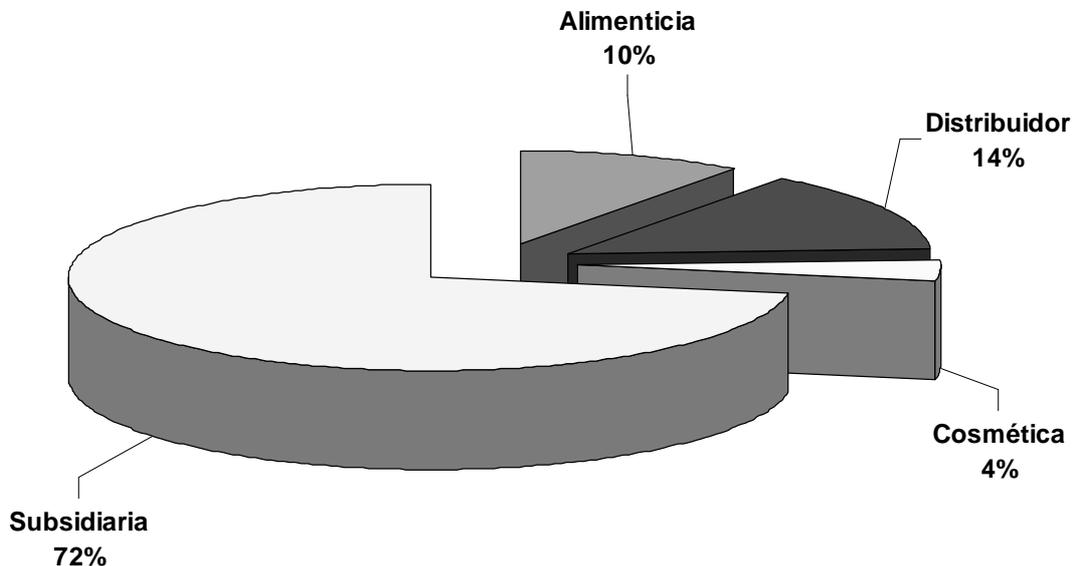
En este gráfico podemos observar que las características de los productos que se obtendrán serán principalmente los que el sector cerámica y distribuidor soliciten, ya que estos son los principales segmentos con participación en el mercado de silicatos.

Destinos de importaciones de Sílice precipitada



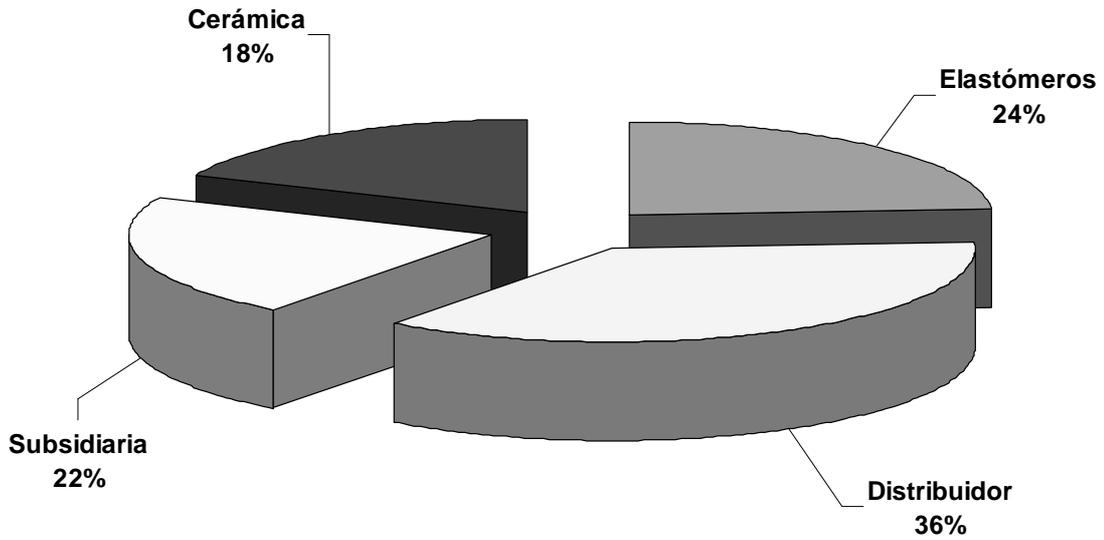
En este caso, la sílice precipitada deberá reunir características que sean comunes tanto a los sectores elastómeros y distribuidor, ya estos sectores son los que más participación tienen en el mercado de la sílice precipitada a nivel nacional.

Destinos de importaciones de Gel de sílice



Respecto al gel de sílice, este será un mercado acotado respecto al total dado que la participación de las subsidiarias, que como se ha determinado previamente son competidores, potenciales abarca gran parte del volumen comercializado. Se apuntará necesariamente al segmento alimenticio y distribuidor.

Destinos de importaciones de Sílice coloidal

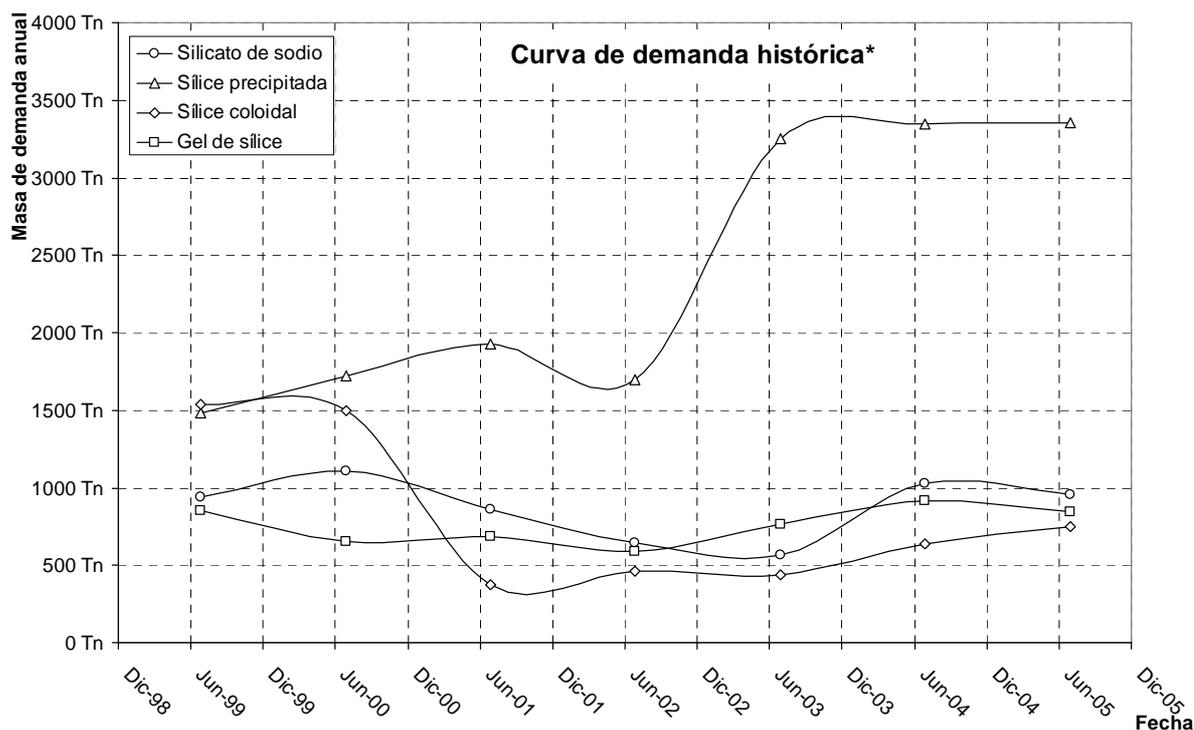


En este caso, para la sílice coloidal corresponden las mismas conclusiones que para gel de sílice.

Se deduce en esta etapa que el mercado presenta una demanda insatisfecha de los productos en cuestión dado que se observa que estos se importan en su totalidad y que los precios de los mismos son considerablemente superiores con respecto al mercado internacional, teniendo en cuenta el sistema cambiario. Los altos precios se deben no sólo a los costos de logística e impositivos sino también por un margen excesivo de ganancia por parte de los importadores.

Historia de la demanda

La historia de la demanda es la que describe el siguiente gráfico:



* Se expresan los valores de demanda anual promedio de periodos anuales. Fuente: AFIP

Se observa en este gráfico que a partir de finales del año 2002, tras el paso de la crisis económica, la existencia de aumento de la necesidad de productos como la sílice precipitada, como consecuencia del resurgimiento de la industria nacional.

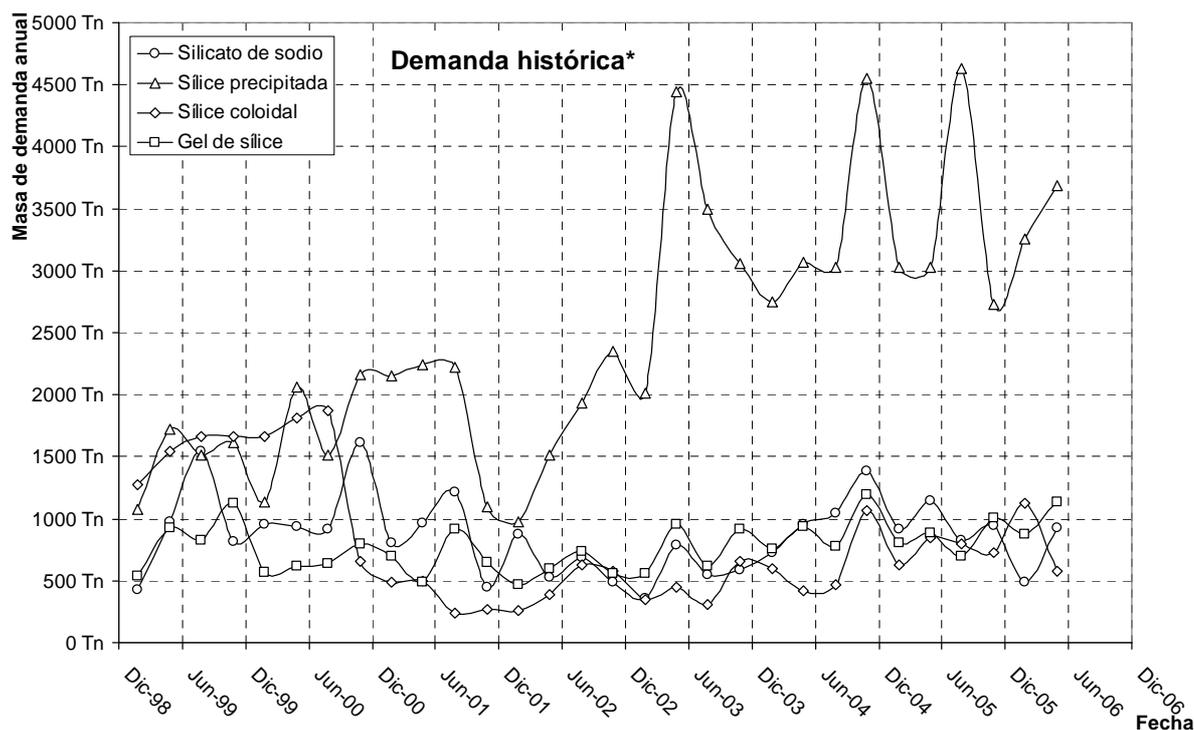
Es por lo anteriormente expuesto, que para realizar nuestras proyecciones priorizaremos los datos de las importaciones de estos productos desde los años 2003 al 2006, debido a que estos valores pertenecen al nuevo escenario económico argentino.

Demanda estacional

El análisis de la demanda estacional será utilizado la determinación de la cantidad a producir, además de ser base para estimar el área de los depósitos, por lo que se resumen los factores estacionales obtenidos en base a cada trimestre:

Producto	Factor I	Factor II	Factor III	Factor IV
Silicato de sodio	0,81	1,05	1,12	1,04
Sílice precipitada	0,83	1,10	1,06	1,02
Sílice coloidal	0,98	1,00	1,04	0,96
Gel de sílice	0,85	1,06	0,96	1,15

El gráfico de la demanda basado en trimestres muestra variaciones importantes en función del tiempo:



Proyección de la demanda

La determinación de la demanda se realizó luego de evaluar diferentes ajustes de regresión a las complejas curvas de demanda histórica, concluyendo que el mejor método de ajuste para el caso es el de regresión lineal, dada la dificultad de separar las componentes de tendencia, estacionales y cíclicas.

Largo plazo

Para la proyección de la demanda, se tuvo en cuenta la pendiente del tramo final de las curvas para cada uno de los productos, pero fue linealmente reducida hasta la pendiente mínima encontrada en el periodo de demanda conocida, dado que el crecimiento nunca es linealmente constante en el tiempo y la tendencia es alcanzar un valor techo. Se observó linealidad de buena a pobre en la historia de la demanda, dependiendo del producto analizado como se resume en la siguiente tabla:

Producto	Pendiente*	Correlación R ²	Pendiente mínima**
Silicato de sodio	58,42 Tn/Año	0,64	0,0 Tn/Año
Sílice precipitada	51,39 Tn/Año	0,77	2,9 Tn/Año
Sílice coloidal	93,56 Tn/Año	0,89	34,1 Tn/Año
Gel de sílice	42,63 Tn/Año	0,73	20,7 Tn/Año

* La pendiente representa la tasa de crecimiento anual del consumo de cada uno de los productos.

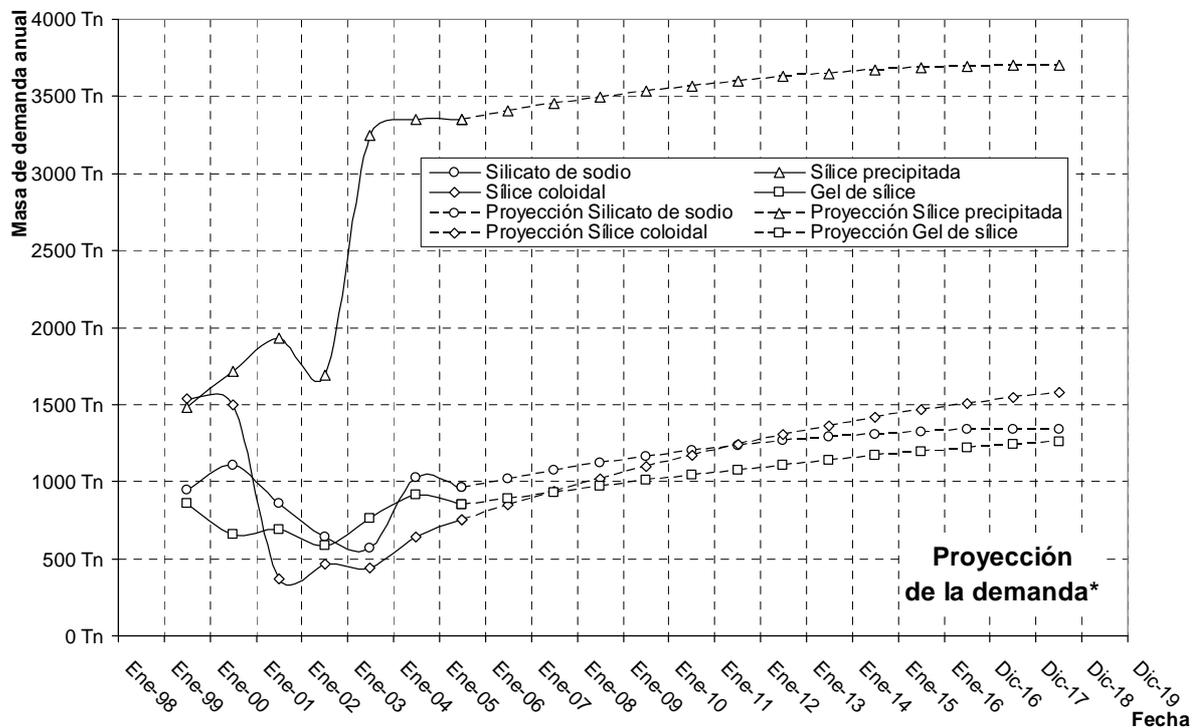
** La pendiente mínima es la menor pendiente positiva encontrada en el tramo de datos conocidos.

Debido a la correlación descrita anteriormente, la proyección de la demanda se realizará linealmente pero variando la pendiente, y se resume en la siguiente tabla y su correspondiente gráfico de demanda anual:

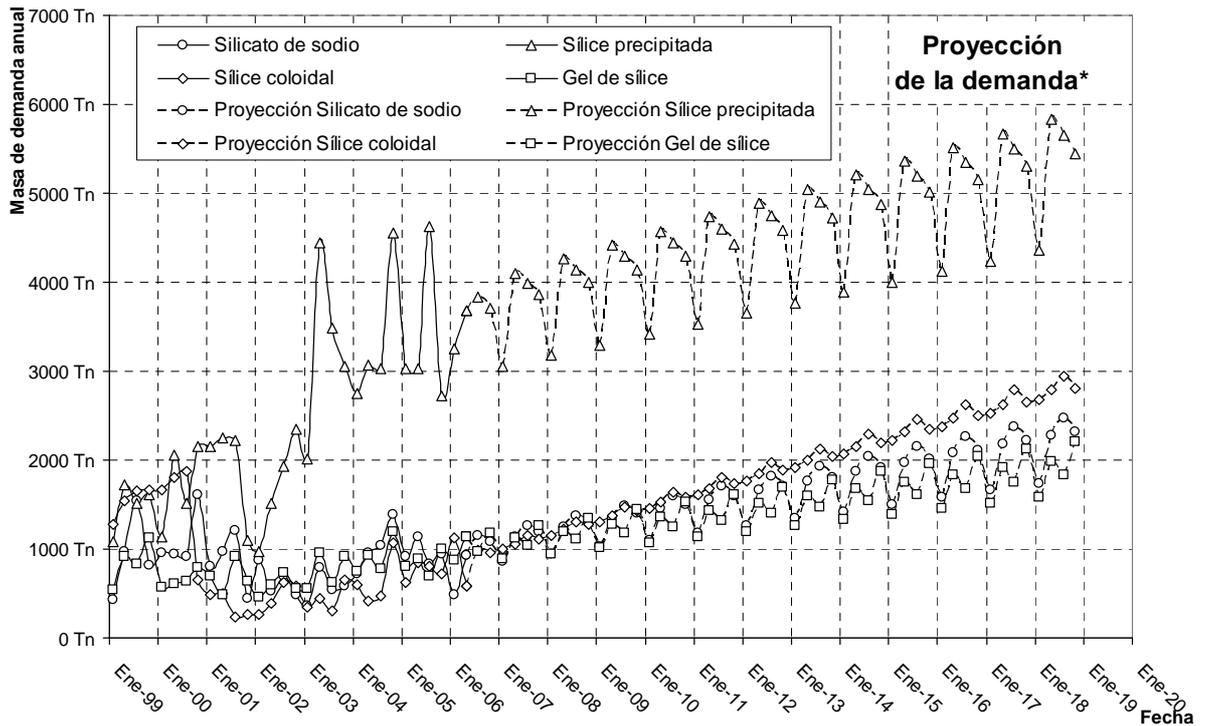
Año	Silicato de sodio	Sílice precipitada	Sílice coloidal	Gel de sílice
-----	-------------------	--------------------	-----------------	---------------

Producción Conjunta de Silicato de Sodio y Derivados

2006	1018 Tn	3405 Tn	846 Tn	891 Tn
2007	1072 Tn	3452 Tn	934 Tn	932 Tn
2008	1120 Tn	3495 Tn	1018 Tn	971 Tn
2009	1164 Tn	3535 Tn	1097 Tn	1008 Tn
2010	1203 Tn	3570 Tn	1171 Tn	1043 Tn
2011	1237 Tn	3601 Tn	1240 Tn	1077 Tn
2012	1267 Tn	3628 Tn	1304 Tn	1109 Tn
2013	1291 Tn	3651 Tn	1362 Tn	1138 Tn
2014	1310 Tn	3670 Tn	1416 Tn	1166 Tn
2015	1325 Tn	3685 Tn	1465 Tn	1193 Tn
2016	1335 Tn	3696 Tn	1510 Tn	1217 Tn
2017	1340 Tn	3703 Tn	1549 Tn	1240 Tn



Teniendo en cuenta las variaciones estacionales, la gráfica de demanda proyectada es la siguiente:



Corto plazo

Para el corto plazo se analizará solo el caso de la sílice precipitada pero puede aplicarse a los demás productos, como se resumirá.

Se utilizó el método de promedios móviles simples (PMS) con diferentes valores de n, como se resume en la tabla siguiente:

Año	Valor real	n = 3	DMA	n = 5	DMA
1999	943 Tn				
2000	1110 Tn				
2001	859 Tn				
2002	645 Tn	970 Tn	325 Tn		
2003	569 Tn	871 Tn	302 Tn		
2004	1028 Tn	691 Tn	337 Tn	825 Tn	203 Tn
2005	960 Tn	747 Tn	212 Tn	842 Tn	118 Tn
2006		852 Tn	294 Tn	812 Tn	160 Tn

Se observa que para n = 5 se obtiene el menor Desviación media absoluta (DMA) por lo que la proyección dada con este valor es la mas aceptable pese a que el método tiene características adversas de retrasar la tendencia.

Se utilizó además el método de suavización exponencial (SE) para diferentes coeficientes α , como se resume en la siguiente tabla:

Año	Valor real	$\alpha = 0,1$	DMA	$\alpha = 0,05$	DMA	$\alpha = 0,01$	DMA
1999	943 Tn	943 Tn		943 Tn		943 Tn	
2000	1110 Tn	943 Tn	167 Tn	943 Tn	167 Tn	943 Tn	167 Tn
2001	859 Tn	959 Tn	100 Tn	951 Tn	92 Tn	944 Tn	85 Tn

2002	645 Tn	949 Tn	304 Tn	946 Tn	302 Tn	944 Tn	299 Tn
2003	569 Tn	919 Tn	350 Tn	931 Tn	362 Tn	941 Tn	371 Tn
2004	1028 Tn	884 Tn	144 Tn	913 Tn	115 Tn	937 Tn	91 Tn
2005	960 Tn	898 Tn	61 Tn	919 Tn	41 Tn	938 Tn	22 Tn
2006		905 Tn	188 Tn	921 Tn	180 Tn	938 Tn	172 Tn

Se observa que para $\alpha = 0,01$ se obtuvo el menor DMA, sin embargo, el método de promedio móvil simple produjo un menor error, por lo que para este caso es más confiable.

El siguiente cuadro resume los errores DMA establecido para cada método y valores óptimos obtenidos:

Producto	PMS n = 3	PMS n = 5	SE $\alpha = 0,1$	SE $\alpha = 0,05$	SE $\alpha = 0,01$	Valor estimado
Silicato de sodio	294 Tn	160 Tn	188 Tn	180 Tn	172 Tn	812 Tn
Sílice precipitada	783 Tn	1150 Tn	927 Tn	994 Tn	1051 Tn	3318 Tn
Sílice coloidal	365 Tn	146 Tn	675 Tn	755 Tn	825 Tn	534 Tn
Gel de sílice	149 Tn	167 Tn	130 Tn	131 Tn	131 Tn	810 Tn

Techo de mercado

Los techos de mercado para cada producto, consideran la fracción de mercado que es potencialmente aprovechable para este emprendimiento, considerando:

- El promedio de las demandas estimadas a diez años a partir de 2006, tanto por el método simple como por el que considera las demandas estacionales.
- Los sectores objetivo nombrados en la sección Segmentación del mercado, en este sentido se excluye de la demanda potencial la fracción del mercado cubierta por subsidiarias competidoras.
- Las diferencias de calidad, para esto se implementa el cálculo de la fracción del mercado que consume un producto de calidad similar a la descrita en la ficha técnica. Dicha fracción de demanda se estima como todas las compras con precio unitario inferior a dos veces el precio promedio del mercado. De esta manera se supone que el resto del mercado está constituido por productos de alto valor, y en consecuencia lógicas mayores prestaciones, a las cuales este proyecto descarta alcanzar.
- Un factor de seguridad, en este caso se calculará del 90% del mercado potencial.

El resultado de la aplicación de los anteriores criterios resulta en la siguiente proyección.

Producto	Crecimiento	Proyección*	Factor competencia	Factor calidad	Techo*
Silicato de sodio	79 Tn/Año	1723 Tn	91%	88%	1249 Tn
Sílice precipitado	97 Tn/Año	4442 Tn	98%	97%	3812 Tn
Sílice coloidal	125 Tn/Año	2100 Tn	78%	77%	1132 Tn
Gel de sílice	59 Tn/Año	1534 Tn	28%	91%	351 Tn

* Se expresan los valores promedios anuales.

Mercado proveedor

La materia prima necesaria para la elaboración de cada uno de los productos es la que se detalla a continuación:

Materia prima / Insumo	Disponibilidad	Costo
SiO ₂ – Dióxido de silicio	150 m ³ / día mínimo, en principales puertos del Río Paraná	\$ 3 / Tn
NaOH – Hidróxido de sodio	80 Tn / día Atanor SA	\$ 180 / Tn
H ₂ O – Agua	De pozo propio	\$ 0,01 / Tn
Ácido sulfúrico	Fabrica Militar Río III	\$ 95 / Tn
Gas	De red industrial	\$ 28 / Tn
Fuel Oil	De refineras	\$ 400 / Tn

De estos insumos el de mayor importancia es el dióxido de Silicio, éste debe encontrarse en forma muy subdividida y con gran pureza, por lo que la arena del Río Paraná es una de las fuentes potenciales más apropiadas, que probablemente condicionarán la localización de la planta.

Precios

Los precios de los productos son precios FOB (libre a bordo) en el puerto de origen, cotizados en dólares.

Si se quiere llegar al precio de mercado real, los valores mostrados en la siguiente tabla hay que agregarle el costo del transporte del producto desde el país de origen hasta nuestros puertos, los costos de seguro y aranceles aduaneros, y finalmente las ganancias. Todos los anteriores se estiman en la sección Estudio de una cadena de distribución. Los valores FOB obtenidos para cada producto son:

Producto	Precio FOB promedio	Precio de venta en el país	Margen*
Silicato de sodio	\$ 463 / Tn	\$ 602 / Tn	30%
Sílice precipitada	\$ 901 / Tn	\$ 2.024 / Tn	124%
Sílice coloidal	\$ 1.696 / Tn	\$ 2.205 / Tn	30%
Gel de sílice	\$ 1.487 / Tn	\$ 2.130 / Tn	43%

* Margen respecto al precio FOB

Para más detalles sobre el precio de venta, ver en el Capítulo VI, la sección Política de precios.

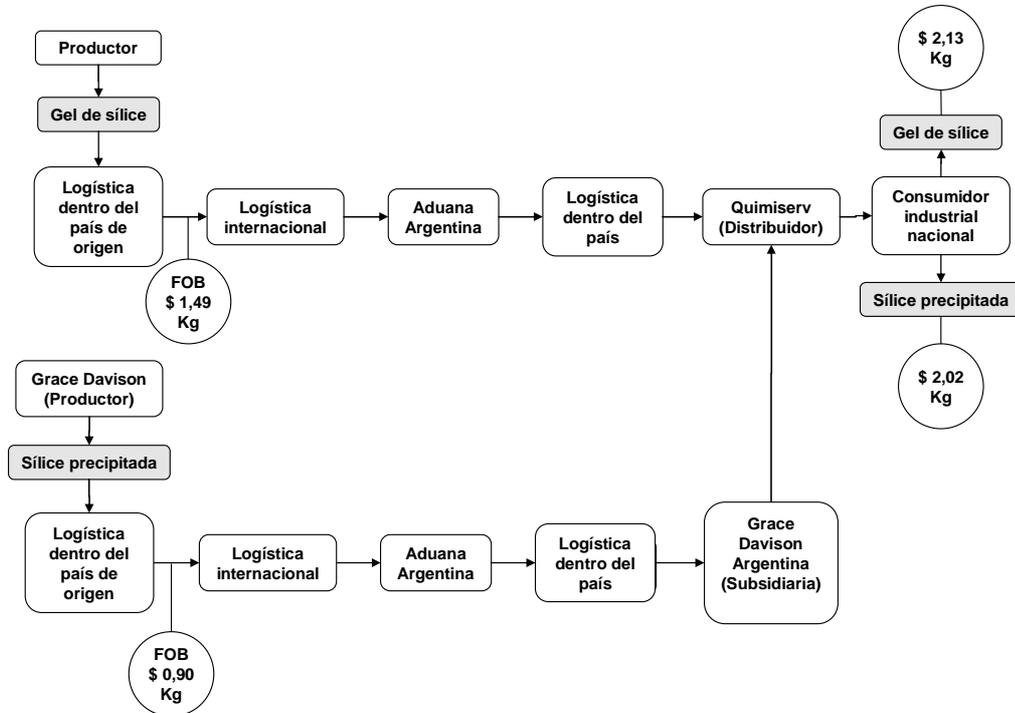
Comercialización y distribución

Estudio de una cadena de distribución

Para tener conocimiento del precio al que el producto pudiese ser ofrecido al mercado, se analizará como caso una cadena de distribución en particular, estimando costos de logística, seguros y aranceles. La empresa a analizar será QuimiServ SRL de Buenos Aires que es importador directo de gel de sílice que

compra a Grace Davison la sílice precipitada; por lo que a continuación se detallan dos cadenas de comercialización, una corta y otra larga que incluye a la subsidiaria Grace Davison.

Observando las mismas y prestando atención en los precios FOB y el precio en el cual el consumidor final compra el producto, podemos estimar aproximadamente los costos de logística, seguros y aranceles además de las ganancias que el importador directo tiene:

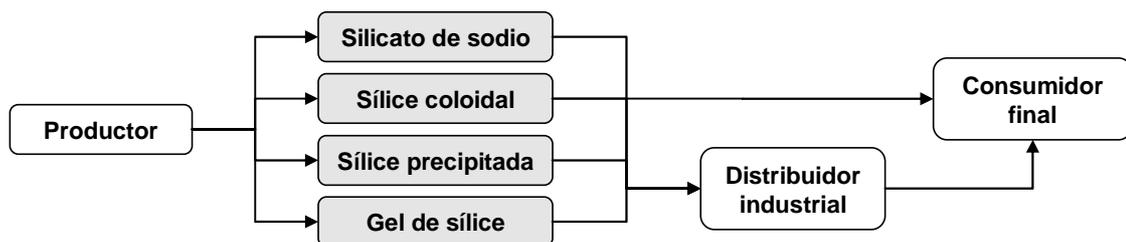


Los costos y ganancias estimados sobre el precio FOB son:

- o Cadena corta: 43%
- o Cadena larga: 124%

Cadena de distribución propuesta

Para que el producto esté disponible en el sitio y el momento oportuno para ser consumido de manera industrial, es decir en un mercado tipo B2B, se utilizará un canal de distribución directo o indirecto dependiendo del monto de los pedidos. Cuando el monto del pedido llegue a la capacidad de un camión, es decir alrededor de 25 a 30 toneladas, la distribución se hará directa al consumidor final, de manera de reducir intermediarios y aumentar de esta forma la ganancia. De otra forma, solo en la empresa se realizará el almacenamiento y el resto de lo que a la logística se refiere será llevado a cabo por el distribuidor industrial.



Este modelo con distribuidor industrial propuesto permite realizar ventas en lugares alejados de la planta abarcando un mercado más amplio.

Si bien la existencia de los intermediarios incrementaría el precio final del producto, estos aportan algunos beneficios como lo son el contacto directo tanto con el productor como con el consumidor, lo que permite conocer los gustos y exigencias de este último. Esto significa que el precio EXW de salida de fábrica será igual para ambas cadenas.

Se conoce además que la mayoría de los grandes clientes potenciales se encuentran concentrados en un área a la cual se tratará de estar lo más accesible posible.

Decisiones de marca

“Una marca es un nombre, término, signo, símbolo o diseño, o una combinación de los anteriores, cuyo propósito es identificar los bienes o servicios de un vendedor o grupo de vendedores y diferenciarlos de los de la competencia.”

Al enfrentarnos con la decisión de usar o no usar marca es necesario considerar que los distribuidores y clientes finales prefieren nombres de marca porque las marcas facilitan el manejo de los productos, protegen ciertas normas de calidad, fortalecen las preferencias de los compradores y facilitan la identificación de los proveedores. Además de esto, los clientes quieren nombres de marca para facilitar la identificación de diferencias de calidad y comprar de forma más eficiente.

Por todas estas razones, nuestro producto se comercializará bajo una marca propia. Esto requerirá una fuerte inversión a corto y a largo plazo, sobre todo en publicidad, promoción y presentación.

El logotipo elegido es el siguiente:



Nota: "Silex" significa silicio en latín.

Capítulo III

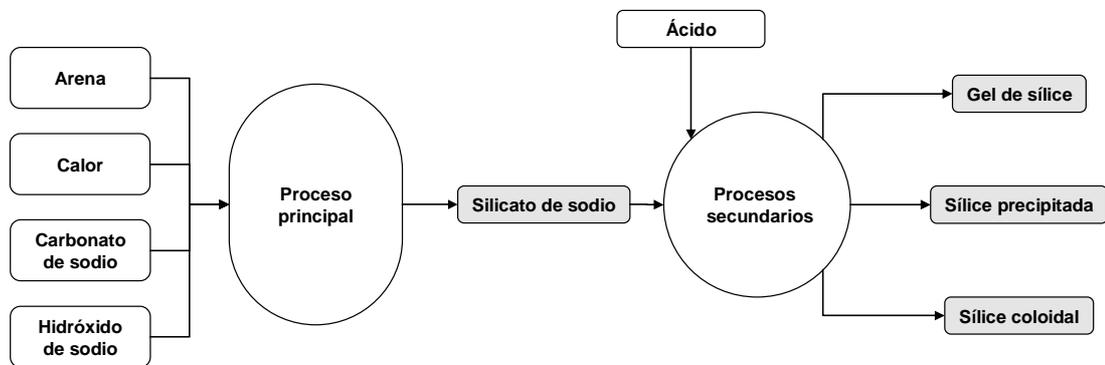
Ingeniería Básica

Tecnología

Consideraciones

Al hablar de tecnología como una forma de combinar los factores de producción debe tenerse en cuenta el peso que tiene cada una de las etapas que nos lleva de la materia prima al producto terminado. De esta manera para la producción de las sustancias en cuestión, es mucho más importante la definición de la tecnología que es común y que le da origen al conjunto de los productos silíceos que a las pequeñas variantes que se adoptan para diferenciar cada uno de ellos. Por lo dicho anteriormente se procederá al análisis de las diferentes tecnologías que originan al silicato de sodio, ya que de la calidad de esta materia prima dependen las calidades de los otros tres productos (sílice precipitada, sílice coloidal y gel de sílice).

Se resumen a continuación dichos procesos:



Alternativas tecnológicas

Hay dos métodos de producción usados en la manufactura de silicato de sodio, el proceso seco y el proceso húmedo. Las materias primas usadas en el proceso seco son cenizas de sosa y óxido de silicio, mientras que soda cáustica y sílice son los materiales esenciales usados en el proceso húmedo.

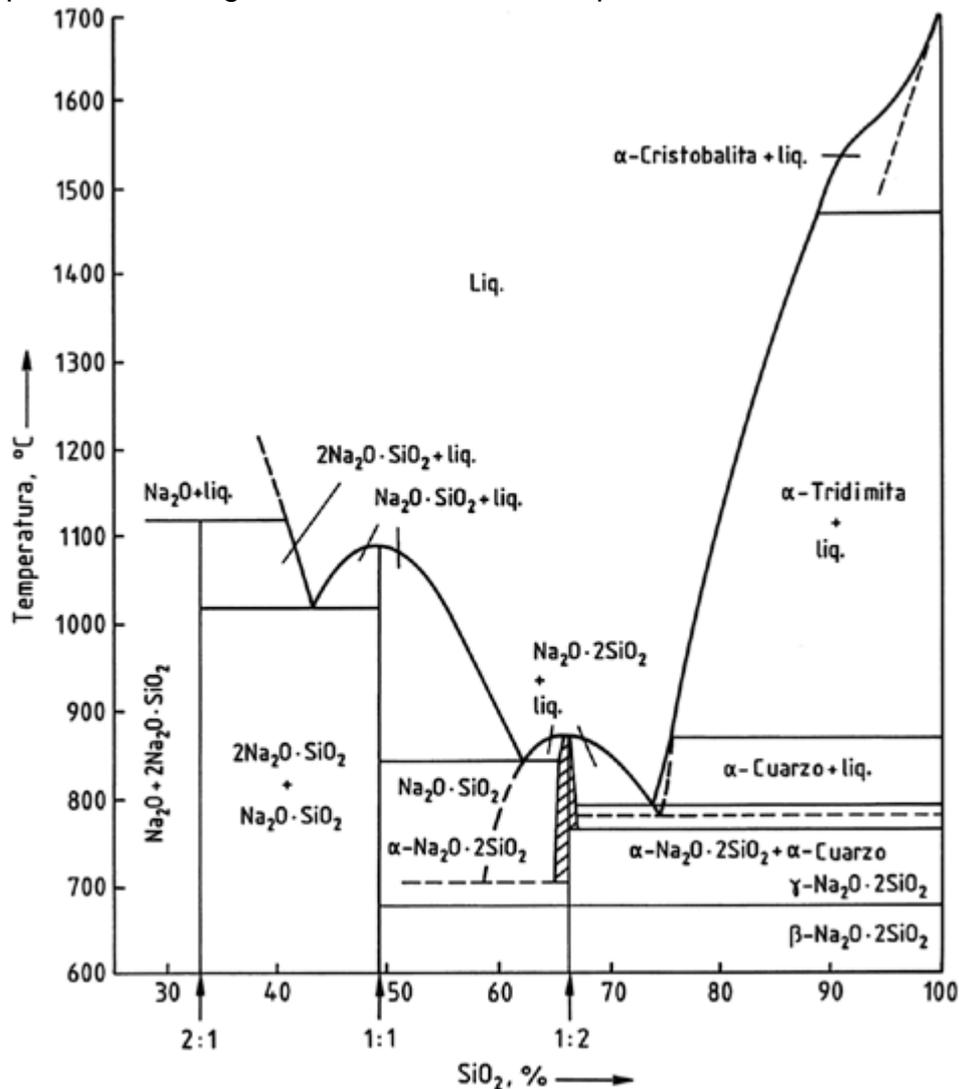
Alternativa I – Proceso seco

Mezclas de arena de sílice pura, la utilizada en la industria del vidrio y carbonato de sodio en las proporciones requeridas son continuamente alimentadas por un tornillo sin fin refrigerado a hornos calentados regenerativamente por fuel-oil o gas. La proporción de materias primas deben permitir, por pérdidas de carbonato de sodio debido a la vaporización, el ataque del material. La temperatura de la fase gaseosa es de aproximadamente 1600 °C y la temperatura de fusión final de alrededor de 1300 – 1500 °C. El dióxido de carbono es dirigido por la reacción del carbonato metálico con la sílice:



Los hornos son todos de tamaño y construcción similar a los usados en la industria del vidrio (capacidad 150 Tn). Deben estar revestidos con ladrillo refractario de alta calidad, por ejemplo de sillimanita, debido a que las fusiones alcalinas son muy agresivas.

El material fundido fluye a través del horno y lo abandona por el sobreflujo de pequeños terrones que son movidos a través de una cadena sin fin. Las piezas fundidas (diámetro aproximado 8 cm, espesor 1 a 2 cm) se enfrían mientras son transportados siendo muy común su ruptura. También son producidos en proceso por lotes en pequeñas fundiciones y continuamente en hornos rotativos. Dentro de estos se producen los siguientes cambios de fase para cada módulo:



La apariencia externa de este producto es una forma semisólida similar a un vaso. En este punto, se añade una cantidad adecuada de agua al contenedor de calentamiento, el cual está a una presión de vapor por debajo de 6 Kg por cm² y 150 °C hasta su disolución. Calentamiento por vapor directo es empleado en los equipos de a partir de 15 m³.

Esta solución es enviada a una fosa de sedimentación para precipitar la mayoría de las impurezas. Luego es transferido a un tanque filtrador para una filtración fina. Después experimenta un proceso de blanqueado o decolorado para clarificar la solución, transformándolo en la concentración estipulada lo cual concluye este proceso.

Alternativa II – Proceso Húmedo

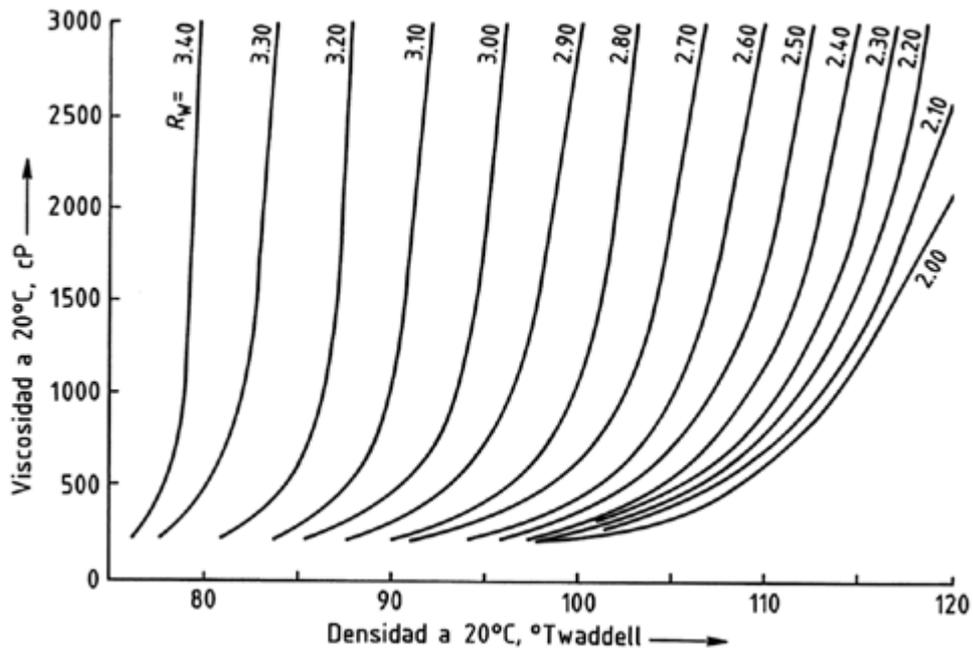
El proceso húmedo es muy semejante al proceso seco excepto que en el primer paso donde las materias primas (sílice y soda cáustica) son colocadas directamente

en un contenedor a presión el cual es calentado para impulsar una reacción química formando una solución llamada vaso de agua que permite un importante ahorro energético respecto al primer proceso ya que no es necesario llegar a las temperaturas de fusión del sílice. Naturalmente el contenedor construido en el proceso húmedo no es precisamente el mismo que en el proceso seco, pero todo proceso posterior es similar al proceso seco.

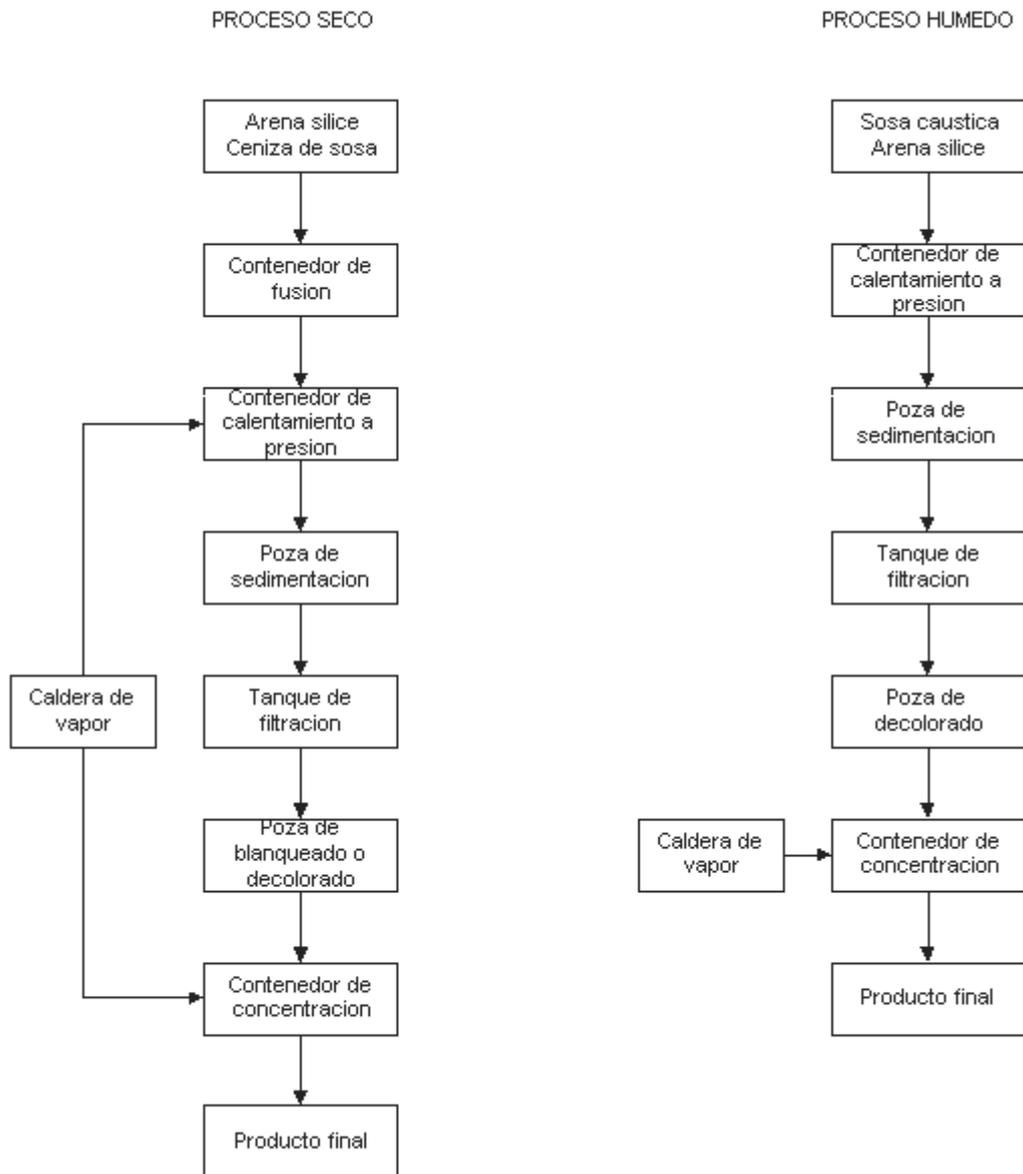
Soluciones de silicato de sodio de relación molar $\text{SiO}_2:\text{Na}_2\text{O}$ de 2,5:1 pueden ser preparadas por disolución directa de arena de cuarzo en solución de hidróxido de sodio bajo presión y a aproximadamente 150 °C. También mayores relaciones $\text{SiO}_2:\text{Na}_2\text{O}$ pueden ser alcanzadas si una forma más soluble de sílica es sustituida por arena de cuarzo. Silicatos de sodio con módulo de más de 3,3 son obtenidos por este método usando fuentes de sílica como sílice amorfa, diatomita o cristobalita.

Procesos de este tipo tienden a implementarse debido a que requieren menor energía que la formación de vidrio soluble seguida de disolución.

En el siguiente gráfico se expresan, para diferentes módulos, variaciones de la viscosidad en función de la densidad:



Diagramas de flujos de ambas alternativas



Selección de la alternativa

Método de los factores ponderados

Para la selección de la tecnología más apropiada se realizó un análisis cualitativo teniendo en cuenta varios factores que influyen en la selección a los cuales se les dio un cierto porcentaje de relevancia, valuados del 0 al 1. A cada alternativa se la puntuó del 0 al 10. Lo dicho anteriormente se describe a continuación:

criterio	W	Alternativa I	Alternativa II	Alternativa I x W	Alternativa II x W
Calidad del producto	0,15	5	7	0,75	1,05
Flexibilidad	0,10	6	8	0,60	0,80
Vulnerabilidad	0,10	4	6	0,40	0,60
Madurez	0,10	8	5	0,80	0,50

Producción Conjunta de Silicato de Sodio y Derivados

Economía	0,20	3	9	0,60	1,80
Complejidad de equipos	0,05	8	6	0,40	0,30
Consumo de agua	0,15	8	5	1,20	0,75
Mantenimiento	0,10	7	5	0,70	0,50
Personal requerido	0,05	5	5	0,25	0,25
Total	1,00			5,70	6,55

Se detallan cada uno de los criterios subjetivos seleccionados:

- Calidad del producto: Se refiere a la capacidad del proceso para entregar productos con cualidades constantes definidas por la ficha técnica.
- Flexibilidad: Implica capacidad del proceso para adaptarse a cantidades variables de producción, ó cambio en las cualidades del producto.
- Vulnerabilidad: Representa la respuesta que tiene el proceso ante una eventual falta de algunas de las materias primas ó ante la disponibilidad de repuestos de los equipos
- Madurez: Se refiere a la etapa del desarrollo en la cual se encuentra la tecnología.
- Economía: Implica la eficiencia en el consumo de los recursos.
- Complejidad de equipos: Representa la facilidad de construcción y puesta a punto del proceso.
- Consumo de agua: Implica economía de un recurso que debe ser acondicionado para su uso y muy relevante en este tipo de industria.
- Mantenimiento: Representa el menor nivel de atención a los equipos.
- Personal requerido: Se refiere a la cantidad de recursos humanos que implica el proceso.

A continuación se realizará un análisis de sensibilidad, donde se aumentó o disminuyó un cierto porcentaje de cada una de los factores de ponderación. Se resume lo dicho a continuación:

Criterio	ΔW + 50%	Total Alternativa I	Total Alternativa II	Diferencia
Calidad del producto	0,23	5,64	6,59	0,95
Flexibilidad	0,15	5,72	6,63	0,91
Vulnerabilidad	0,15	5,61	6,52	0,91
Madurez	0,15	5,83	6,46	0,64
Economía	0,30	5,36	6,86	1,49
Complejidad de equipos	0,08	5,76	6,54	0,78
Consumo de agua	0,23	5,90	6,41	0,51
Mantenimiento	0,15	5,77	6,46	0,69
Personal requerido	0,08	5,68	6,51	0,83

Criterio	ΔW - 50%	Total Alternativa I	Total Alternativa II	Diferencia
Calidad del producto	0,08	5,76	6,51	0,75
Flexibilidad	0,05	5,68	6,47	0,79

Vulnerabilidad	0,05	5,79	6,58	0,79
Madurez	0,05	5,57	6,64	1,06
Economía	0,10	6,04	6,24	0,21
Complejidad de equipos	0,03	5,64	6,56	0,93
Consumo de agua	0,08	5,50	6,69	1,19
Mantenimiento	0,05	5,63	6,64	1,01
Personal requerido	0,03	5,72	6,59	0,87

En las columnas "Total Alternativa..." se expresa el valor que tiene la sumatoria de los puntos de las alternativas por sus factores de ponderación al variar el mismo (y sólo ese) en un 50%. En la columna Diferencia se observa la resta de los puntos de la Alternativa II menos la Alternativa I. Si en esta columna aparecieran números negativos significaría que la opción preferente antes del análisis de sensibilidad sería ahora la menos apropiada. Como se ve, dichos números negativos no existen.

Según los resultados obtenidos en la tabla podemos concluir que la alternativa mas apta es la numero dos (aun luego de las grandes variaciones de los factores de ponderación realizadas en el análisis de sensibilidad), es decir el proceso por vía húmeda, y por lo tanto será el que se adoptará para este proyecto.

Selección de la variante

A la hora de elegir la variante nos encontramos con las siguientes opciones de operación del proceso:

- Proceso discontinuo con serie de reactores verticales en los cuales se cargan los reactivos, se agitan girando sobre su eje horizontal, bajo una inyección de vapor sobrecalentado a 230°C hasta que la conversión sea del 90 - 95%, para luego descargarlo y separar el producto por filtración.
- Proceso continuo de lecho fluidizado, donde la arena se fusiona con los otros reactivos en una suspensión que se encuentra en circulación en un reactor el cual posee una entrada de reactivos y otra para el vapor, ambas en la parte inferior del mismo y en dirección ascendente.

Respecto a estas variantes se ha escogido la segunda dado a que posee ventajas sobre el primero que:

- Requiere de largos tiempos de reacción.
- Necesita de un exceso de arena para lograr una buena área de interfase en la que se produce la reacción.
- Es necesaria una separación por filtrado con ayuda filtros una vez finalizada la reacción.

El proceso de lecho fluidizado requiere de una constante mezcla, la cual depende de la fiabilidad y potencia de la bomba, pero aun así es mucho mas conveniente.

Tamaño

El tamaño se define como la capacidad instalada, y se expresa en unidades de producción por año.

Para lograr determinar cual es el tamaño óptimo de la planta, hay que analizar los factores que limitan al mismo y ellos son la demanda, la disponibilidad de materias primas, la tecnología y los equipos, el financiamiento y el institucional.

Factor mercado

Con lo que a demanda se refiere, se detecta que mayoritariamente los principales demandantes se encuentran agrupados geográficamente como se detalla en el siguiente mapa:



Por ello dado que se observa la concentración de las instalaciones de los potenciales consumidores en el área del gran Buenos Aires, una sola planta podría abastecer cómodamente a los mismos.

En cuanto a la disponibilidad de materias primas podemos decir que la mayor cantidad de proveedores se localizan tanto en la provincia de Buenos Aires como en todos los principales puertos del Río Paraná, siendo desde estos últimos de donde proviene el mayor volumen de la principal materia prima (arena de alto SiO_2).

Factor tecnología

Teniendo en cuenta datos obtenidos de patentes, podemos afirmar que los equipos a utilizar no presentarán inconvenientes para satisfacer la demanda del techo de mercado, dado que se conoce que el menos eficiente de los procesos tiene un rendimiento por metro cúbico por reactor anual de 600 Tn de silicato de sodio en base seca. Estimando mediante un balance de masa simplificado, un reactor de 15 m^3 será capaz de satisfacer el techo de mercado sin dificultad alguna.

Respecto al umbral de producción no se conocen reactores de menos de 4 m^3 , por lo que el umbral de producción es de 2100 Tn anuales, un 13 % aproximadamente de lo que se está estimando producirse.

Factor financiamiento

Debido que no se tiene un monto fijo máximo de inversión en el análisis de este proyecto, el financiamiento no es un factor que influya en la determinación del tamaño de la planta.

Factor localización

Como se explicó en el “factor mercado”, la localización no es ítem determinante en la elección del tamaño de la empresa, dado a la relativa concentración de todos los agentes que intervienen en la producción y comercialización.

Factor institucional

Dado que el la principal fuente impacto ambiental es la extracción de arena de río, se procederá a detallar los requisitos legales para la realización de dicha actividad, si bien los mismos pueden variar sensiblemente de provincia en provincia, en líneas generales son los siguientes:

a) Designación de un apoderado autorizado para actuar ante este Organismo en representación de la persona física o jurídica interesada en realizar los trabajos.

Obtención de la Declaratoria Nacional de la Dirección de Puertos y Vías Navegables de la Nación (Decreto del año 1909).

b) Disponer de un terreno ribereño como para la construcción de una pileta de refulado agua más arena, construida de acuerdo a la normativa de La Dirección Nacional mencionada más arriba. Esta pileta cuya finalidad principal es evitar la destrucción de ribera por el escurrimiento de agua luego de la descarga y mantener la arena extraída dentro de una limitación espacial razonable, deberá encontrarse dentro del territorio provincial autorizante.

c) El productor debe realizar la inscripción en los registros obrantes en el ente provincial, a saber: Registro Minero y Registro de Productores. El costo de esta inscripción es, para el primero \$ 50,00 y para el segundo \$ 85, debiendo ser renovada todos los años con fecha tope de la renovación 10-03 de cada año, con un valor de \$ 17 y \$ 50 respectivamente

d) Por trimestre adelantado se abonan los Derechos de Concesión cuyo valor es de \$ 31 y por metro cúbico extraído \$ 0,15. A los efectos del pago de este último deben presentar una planilla (tiene carácter de Declaración Jurada con el detalle de actividades mensual en la que se detallan los metros cúbicos extraídos y a la cual se deben adjuntar los comprobantes de pago de derechos, en caso de no tener actividad, explicar los motivos). Cada provincia cuenta con legislación propia, complementada con varias resoluciones elaboradas por el ente provincial. Además existe un Reglamento de sanciones, previsto para faltas derivadas del incumplimiento de los deberes formales que se produzcan por la inobservancia de la legislación vigente.

e) El trámite se inicia con la presentación de una nota, en la que deberá solicitarse una concesión para la extracción de arena donde deberán dar cuenta de las cantidades aproximadas a extraer y la finalidad que se dará al material. Así mismo se adjuntará memoria descriptiva del o las embarcaciones a utilizar en las tareas.

Además se adjuntará la documentación referente a la constitución de la persona jurídica y el tipo de persona en cuestión, constituyen domicilio en la ciudad de asentamiento a efectos, principalmente del envío de documentación, notificaciones etc. y de ser posible algún número telefónico y dirección de correo. Para la iniciación de todo expediente se abona un estampillado fiscal de \$ 1,00.

A lo anterior deberán sumar la presentación del correspondiente Estudio de Impacto Ambiental, realizado de acuerdo a la Legislación de Impacto Ambiental Minero vigente (Ley 24585 y provincial).

En cuanto a cantidades límite para la extracción, las Provincias no han reglamentado hasta ahora nada para este tipo de explotación.

Economía de escala y crecimiento

Dado que esta empresa se corresponde a una industria química, pueden utilizarse las conclusiones generales para la industria química en cuanto a economía de escala. Debido a que los equipos utilizados son más eficientes cuanto más grandes son, la economía de escala es más que evidente y confirmada por datos de patentes, además del coeficiente para este tipo de industrias, que en promedio es de dos.

Por que al crecimiento se refiere tomaremos como base los siguientes datos tomados de capítulos anteriores que comparan la demanda a corto plazo con el techo de mercado:

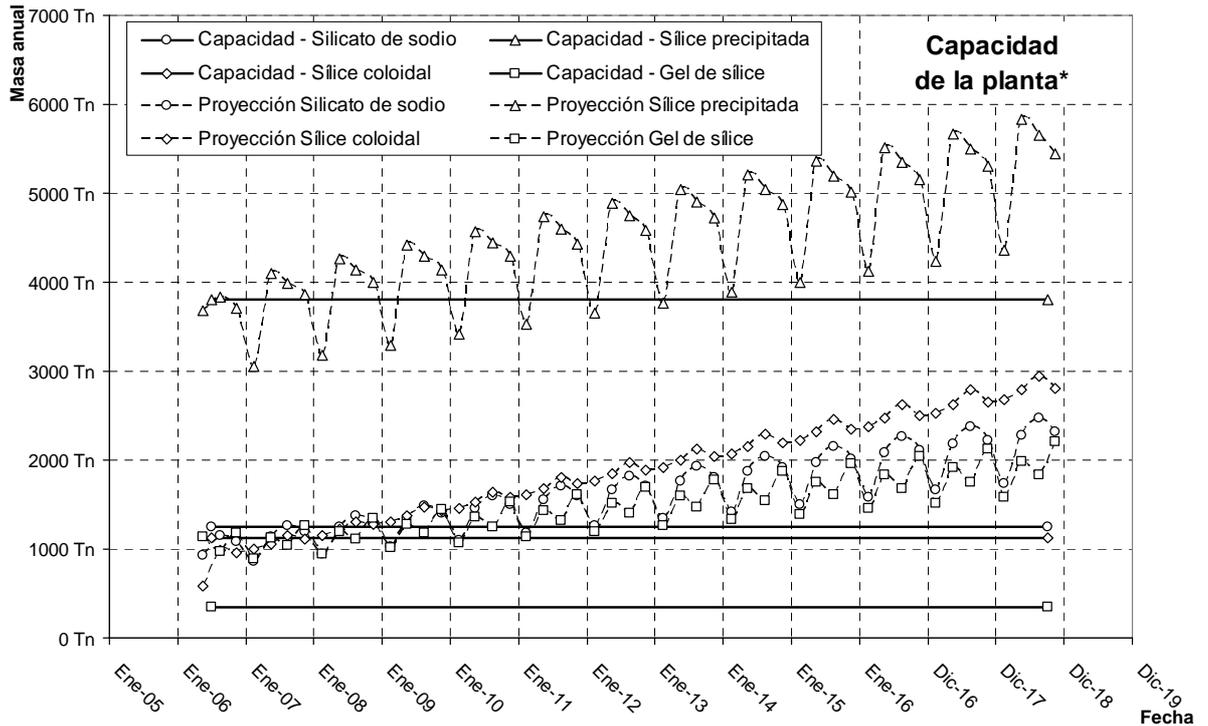
Producto	Valor estimado a corto plazo*	Techo de mercado	Porcentaje de crecimiento
Silicato de sodio	739 Tn	1249 Tn	41%
Sílice precipitada	3252 Tn	3812 Tn	15%
Sílice coloidal	417 Tn	1132 Tn	63%
Gel de sílice	227 Tn	351 Tn	35%

* Se considera como techo de mercado a corto plazo, en consecuencia estos valores difieren de los obtenidos en la sección Corto plazo del Estudio de Mercado.

Se puede decir entonces que el crecimiento no va a ser muy pronunciado, sobre todo si se tienen en cuenta que el principal producto en cuanto a masa producida es la sílice precipitada.

Plan de producción

Por lo expuesto anteriormente se construirá una planta con capacidad de diseño para un nivel de producción estimado por el techo de mercado, y que paulatinamente su utilización será ampliada, es decir se anticipa la construcción a la demanda. La justificación de este método es el aprovechamiento de la economía de escala del proceso. Se representa gráficamente en la siguiente figura dichos valores para cada uno de los productos:



* Obsérvese que las diferencias entre capacidad de diseño y proyección de la demanda se deben a factores de diversos tipos, todos ellos analizados en la sección Techo de mercado.

Variantes de tamaño

Proyecto doble tamaño

La inversión total que se requiere para la instalación de una planta del doble de tamaño no se justifica para el techo del mercado. Si se decidiera llevar a cabo la instalación de la misma, la capacidad ociosa sería demasiado elevada, para el techo de mercado expuesto anteriormente; por lo que el riesgo de la instalación sería demasiado elevado y la inversión no se justifica para el mercado local, a no ser que se piense en una posible exportación. Esto último no es muy viable dado que en el exterior se encuentran muchas empresas de tamaño mayor a la nuestra, donde sería muy difícil insertarse en el mercado.

Proyecto mitad tamaño

Con una planta de estas características no se alcanzarían a cubrir los requerimientos del mercado si la demanda crece tal como se la proyectó, ni aún si la demanda permaneciera constante. Además si se decidiera instalar dos plantas de este tamaño se requeriría una mayor inversión por lo que esto no resulta conveniente, dada la economía de escala del proceso. Hay que tener en cuenta que la proyección de la demanda no fue optimista sino realista, por lo que cobra fuerza la posibilidad de crecimiento tal como fue previsto.

Localización

La localización del proyecto es muy importante dado que su influencia económica podría hacer variar el resultado de la evaluación, comprometiendo en el largo plazo una inversión en un marco de carácter de difícil y costosa alteración.

Al estudiar la localización, se puede concluir que hay más de una solución factible adecuada.

Macrolocalización

Para determinar la macrolocalización de nuestra planta industrial, se realizará un estudio de los posibles lugares donde se pueda ubicar esta. La elección de lugares se hizo priorizando la cercanía de estos a la fuente de nuestra materia prima como consecuencia de que en la transformación hasta producto final sufre una excesiva pérdida de peso. Como resultado los costos de transportar materia prima son mayores en relación al transporte del producto final.

Factores de localización

Para determinar la localización hay varios factores a tener en cuenta, como lo son:

- Medios y costos del transporte
- Disponibilidad y costo de mano de obra idónea
- Cercanía de las fuentes de abastecimiento
- Cercanía del mercado
- Costo y disponibilidad de terrenos
- Posibilidad de tratar desechos
- Comunicación
- Disponibilidad y confiabilidad de los sistemas de apoyo
- Condiciones sociales y culturales
- Consideraciones legales y políticas

De estos, algunos se detallarán en la tabla de factores ponderados, que se utilizará para la selección de la localización.

Para determinar en cual de todas las localidades anteriormente mencionadas, estará ubicada nuestra planta, se aplicará el Método de los Factores Ponderados, que consiste en asignar una ponderación a cada una de los factores elegidos de acuerdo a su importancia. La suma de estas ponderaciones debe ser igual a uno, por otra parte cada localidad tendrá una calificación de 1 a 10 en cada uno los factores.

Se resume a continuación la tabla calculada:

Criterio	W	Alternativa I	Alternativa I x W	Alternativa II	Alternativa II x W	Alternativa III	Alternativa III x W	Alternativa IV	Alternativa IV x W
Provincia		Corrientes		Santa Fe		Buenos Aires		Entre Ríos	
Ciudad		Goya		Oficial Alvear		San Nicolás		Paraná	
Disponibilidad de materia prima	0,25	8	2,0	8	2,0	9	2,3	8	2,0
Disponibilidad de mano de obra	0,08	6	0,5	5	0,4	8	0,6	8	0,6
Vías de comunicación	0,15	7	1,1	6	0,9	8	1,2	7	1,1
Impuestos y tasas	0,05	8	0,4	8	0,4	7	0,4	6	0,3
Transporte de abastecimiento	0,23	6	1,4	5	1,1	7	1,6	8	1,8
Transporte de distribución	0,15	5	0,8	7	1,1	9	1,4	7	1,1
Disponibilidad de servicios	0,10	6	0,6	7	0,7	6	0,6	9	0,9
Total	1,00	46,00	6,6	46,00	6,6	54,00	7,9	53,00	7,7

Se detallan cada uno de los criterios subjetivos seleccionados:

- Disponibilidad de materia prima: Se refiere a la cercanía del parque industrial a la fuente de materia prima y al tamaño de esta última.
- Disponibilidad de mano de obra: Se relaciona con la cantidad de habitantes y la mano de obra especializada que posee la localidad o ciudad donde se encuentra el parque industrial.
- Vías de comunicación: Se refiere a la existencia de estas y su cercanía, por ejemplo distancia a ferrocarriles, puertos, etc. Son de suma importancia los puertos pues la arena se descarga de barcazas areneras que son las que la succionan del fondo del río y las rutas por ser la vía de transporte del producto terminado. En cuanto a los ferrocarriles, constituyen una vía accesoria que puede ser utilizada de manera potencial.
- Impuestos y tasas: Implica regimenes de promociones, impuestos y tasas de servicios del parque industrial.
- Transporte de abastecimiento: Se refiere a la distancia y medios de transporte para cada una de las materias primas.
- Transporte de distribución: Representa la distancia a los clientes potenciales y la facilidad para llegar a estos.
- Disponibilidad de servicios: Se relaciona con los diferentes servicios que el parque industrial ofrece dentro de los cuales podemos destacar tratamiento de efluentes sólidos, líquidos, agua potable, cloacas, etc.

A continuación se realizará un análisis de sensibilidad, donde se aumentó o disminuyó un cierto porcentaje de cada una de los factores de ponderación. Se resume lo dicho a continuación:

Criterio	ΔW + 50%	Total Alternativa I	Total Alternativa II	Total Alternativa III	Total Alternativa IV
Disponibilidad de materia prima	0,38	6,83	6,79	8,10	7,75
Disponibilidad de mano de obra	0,11	6,58	6,49	7,93	7,71
Vías de comunicación	0,23	6,64	6,50	7,93	7,64
Impuestos y tasas	0,08	6,64	6,59	7,90	7,66
Transporte de abastecimiento	0,34	6,51	6,33	7,79	7,74
Transporte de distribución	0,23	6,46	6,59	8,02	7,64
Disponibilidad de servicios	0,15	6,57	6,58	7,82	7,77

Criterio	ΔW - 50%	Total Alternativa I	Total Alternativa II	Total Alternativa III	Total Alternativa IV
Disponibilidad de materia prima	6,37	6,31	7,75	7,65	6,37
Disponibilidad de mano de obra	6,62	6,61	7,92	7,69	6,62
Vías de comunicación	6,56	6,60	7,92	7,76	6,56

Producción Conjunta de Silicato de Sodio y Derivados

Impuestos y tasas	6,56	6,51	7,95	7,74	6,56
Transporte de abastecimiento	6,69	6,78	8,06	7,66	6,69
Transporte de distribución	6,74	6,51	7,83	7,76	6,74
Disponibilidad de servicios	6,63	6,53	8,03	7,63	6,63

En las columnas “Total Alternativa...” se expresa el valor que tiene la sumatoria de los puntos de las alternativas por sus factores de ponderación al variar el mismo (y sólo ese) en un 50%. Se comparan las alternativas y la que mayor valor da es la más apropiada. Como se observa, la alternativa III es aún la más conveniente, aunque la IV se acerca mucho cuando se le da un aumento de valor al criterio “Transporte de abastecimiento”, donde tiene mayor puntaje que la alternativa IV.

Según los resultados obtenidos en la tabla podemos concluir que la alternativa más apta es la III (Aún luego de las grandes variaciones de los factores de ponderación realizadas en el análisis de sensibilidad), es decir la localización Buenos Aires – San Nicolás.

Características de la ciudad y del parque industrial elegido

La empresa se radicará en San Nicolás, provincia de Buenos Aires, cuyas estadísticas poblacionales indican:

Característica	Valor*
Población	137867
Variación relativa intercensal	3,72 %
Densidad	202,75 hab./Km ²
Total de Hogares	38.321

*Datos del Censo Nacional 2001

El elevado número de habitantes y la localización cercana a otros centros urbanos y áreas industriales infiere que no será difícil encontrar los recursos humanos especializados que el proyecto necesitará.

En la siguiente tabla se resumen las características del parque industrial, donde se localizará nuestra planta:

Características	Detalles
Denominación	COMIRSA (Complejo Industrial Ramallo - San Nicolás)
Ejido	Urbano
Localidad	Barrio residencial General Savio - San Nicolás
Partido	Ramallo
Ordenamiento	Parque industrial
Estado	En actividad
Reglamento	En elaboración
Con promoción	Si
Promoción	Municipal
Nombre ente promotor	Ente de promoción del plan COMIRSA

Producción Conjunta de Silicato de Sodio y Derivados

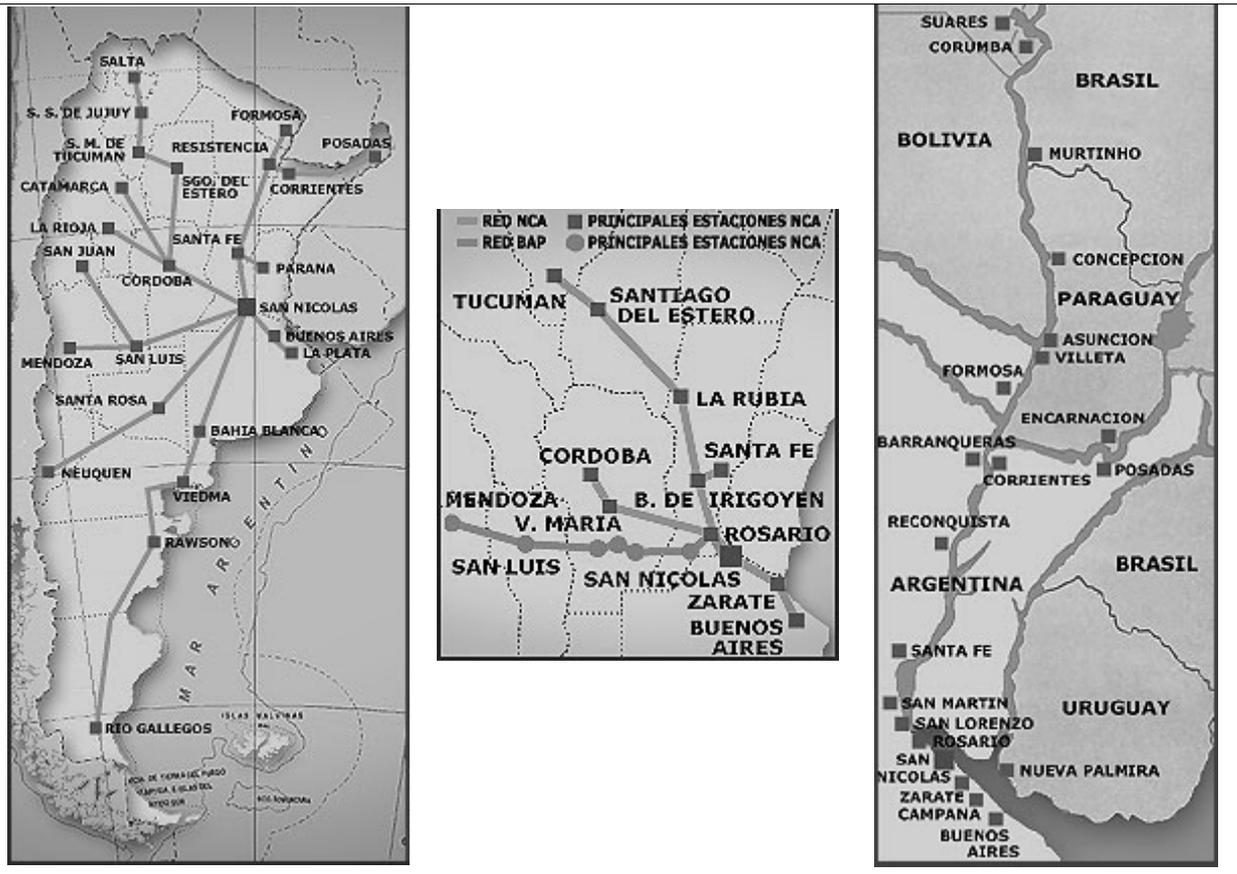
Año iniciación	1994
Numero de establecimientos	6
Propiedad	Nacional
Sobre ruta	Si
Ruta	Nacional N° 9, N° 188, Provincial N° 2001.
Tipo de acceso	Pavimento
Distancia puerto	3 Km.
Distancia aeropuerto	70 Km.
Distancia ferrocarril	3 Km.
Superficie	400 has
Parcelamiento	Totalmente parcelado
Cercado perimetral	Completo
Caminos internos	Pavimentados
Alumbrado interno	Sin red
Energía eléctrica	13.2 KV
Estación transformadora	No posee
Agua industrial	Perforación
Agua potable	Conexión a red publica
Cloacas	Conexión a red publica
Gas industrial	Natural
Efluentes sólidos	No posee
Efluentes líquidos	No posee
Efluentes gaseosos	No posee

Datos de la administración

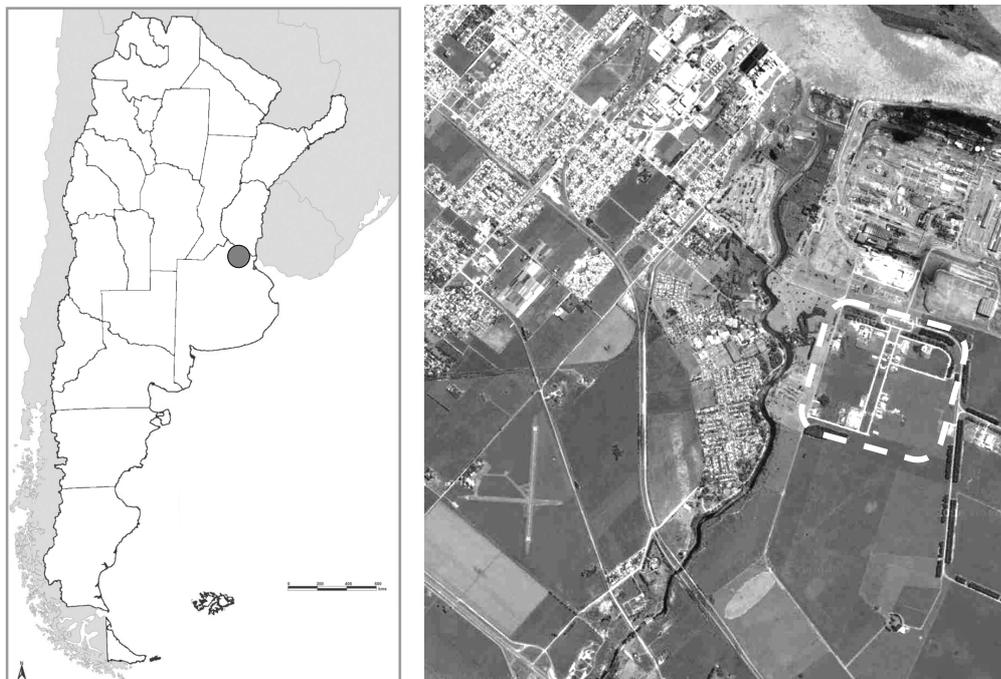
Autoridad 1	Directorio del ente del plan COMIRSA
Autoridad 2	Presidente Ing. Miguel Ángel Pallini
Dirección calle	Ameghino
Dirección número	289
Localidad	San Nicolás
Código postal	2900
Teléfono	0461-421569
Fax	0461-425870

El siguiente cuadro es un resumen de tres las vías de comunicación de San Nicolás con el resto del país:

Red carretera	Red Ferroviaria	Hidrovia
----------------------	------------------------	-----------------



La planta industrial se localizará geográficamente como se detalla en el siguiente mapa y foto satelital*:



* El parque industrial COMIRSA se encuentra marcado con línea de puntos clara en la foto satelital de la ciudad de San Nicolás. Observar la cercanía al Río Paraná, arriba a la derecha.

La siguiente es una foto panorámica del complejo industrial seleccionado, con un fotomontaje de la planta:



Capítulo IV

Ingeniería de Proyecto

Recepción de Arena

La arena será transportada desde las barcazas areneras encargadas de la extracción en el puerto de San Nicolás, el cual se encuentra a pocos kilómetros de la planta, en camiones con volquete que descargan la misma en un depósito techado para evitar la dispersión con la lluvia y el viento.

Balance de masa					
E	Entrada	Valor	S	Salida	Valor
1	Arena	692 Kg/h	1	Arena	692 Kg/h
T	Total	692 Kg/h	T	Total	692 Kg/h

Manipulación interna

El homogeneizado que se da por la manipulación interna tiene por objetivo mezclar las diferentes fracciones de arena, con motivo de mantener las cualidades de la materia prima al ingreso del proceso.

Para esto se emplea una o más palas mecánicas que dosifican la materia prima en la tolva de alimentación del proceso a cintas transportadora, desde diferentes depósitos de arena con diferentes cualidades dadas por variaciones naturales.

Balance de masa					
E	Entrada	Valor	S	Salida	Valor
1	Arena bruta	692 Kg/h	1	Arena bruta	692 Kg/h
T	Total	692 Kg/h	T	Total	692 Kg/h

Balance de energía					
E	Entrada	Valor	S	Salida	Valor
1	Energía eléctrica	5 KW	1	Movimiento en cintas	5 KW
T	Total	5 KW	T	Total	5 KW

Limpieza

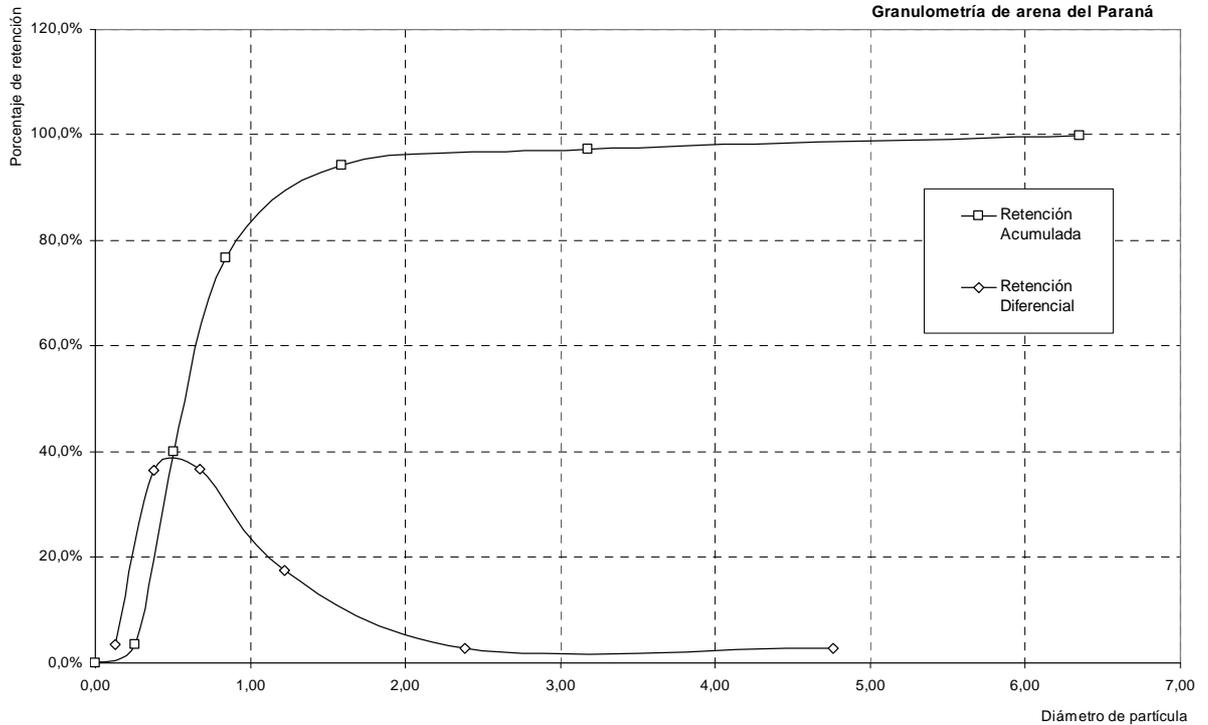
La misma se realiza a través de tamices vibratorios, de modo de separar todo tipo de sólidos no aceptables por el proceso. Se estima que el contenido de los mismos es del 2,5%. Los sólidos rechazados son almacenados en un contenedor para su deposición final.

Balance de masa					
E	Entrada	Valor	S	Salida	Valor
1	Arena bruta	692 Kg/h	1	Arena limpia	675 Kg/h
			2	Arena gruesa	17 Kg/h
T	Total	692 Kg/h	T	Total	692 Kg/h

Balance de energía					
E	Entrada	Valor	S	Salida	Valor
1	Energía eléctrica	4 KW	1	Movimiento oscilatorio	4 KW
T	Total	4 KW	T	Total	4 KW

Clasificación

La misma se efectúa a través de tamices vibratorios de diferentes mallas. La distribución de diámetro de partícula de arena del Río Paraná es como se representa en el siguiente gráfico:



Se puede observar del mismo que para un diámetro de partícula inferior a 1 mm que es lo que se considera aceptable para el proceso, la fracción de la alimentación que se corresponde con este diámetro aceptable es de aproximadamente 80%, separándose el resto que será descartado para el proceso pero vendido a bajo costo.

Balance de masa					
E	Entrada	Valor	S	Salida	Valor
1	Arena limpia	675 Kg/h	1	Arena fina	540 Kg/h
			2	Arena gruesa	135 Kg/h
T	Total	675 Kg/h	T	Total	675 Kg/h

Balance de energía					
E	Entrada	Valor	S	Salida	Valor
1	Energía eléctrica	4 KW	1	Movimiento oscilatorio	4 KW
T	Total	4 KW	T	Total	4 KW

Depósito de arena

La arena limpia y clasificada es almacenada en depósitos especiales para tal fin, mediante cintas transportadoras que pueden o no tener canchales. Esta etapa constituye un pulmón entre procesos claves dado que se está preparando una de las principales materias primas.

Balance de masa					
E	Entrada	Valor	S	Salida	Valor
1	Arena	540 Kg/h	1	Arena	540 Kg/h
T	Total	540 Kg/h	T	Total	540 Kg/h

Balance de energía					
E	Entrada	Valor	S	Salida	Valor
1	Energía eléctrica	4 KW	1	Movimiento de cintas	4 KW
T	Total	4 KW	T	Total	4 KW

Recepción y depósito de hidróxido de sodio

La recepción de este se realiza a través de bombas que conducen a un depósito destinado para tal fin. Este deberá tener resistencia a la corrosión y medidas de seguridad pertinentes. El tamaño de este equipo debe ser acorde a la descarga de un camión tanque.

Balance de masa					
E	Entrada	Valor	S	Salida	Valor
1	Hidróxido de sodio	671 Kg/h	1	Hidróxido de sodio	671 Kg/h
T	Total	671 Kg/h	T	Total	671 Kg/h

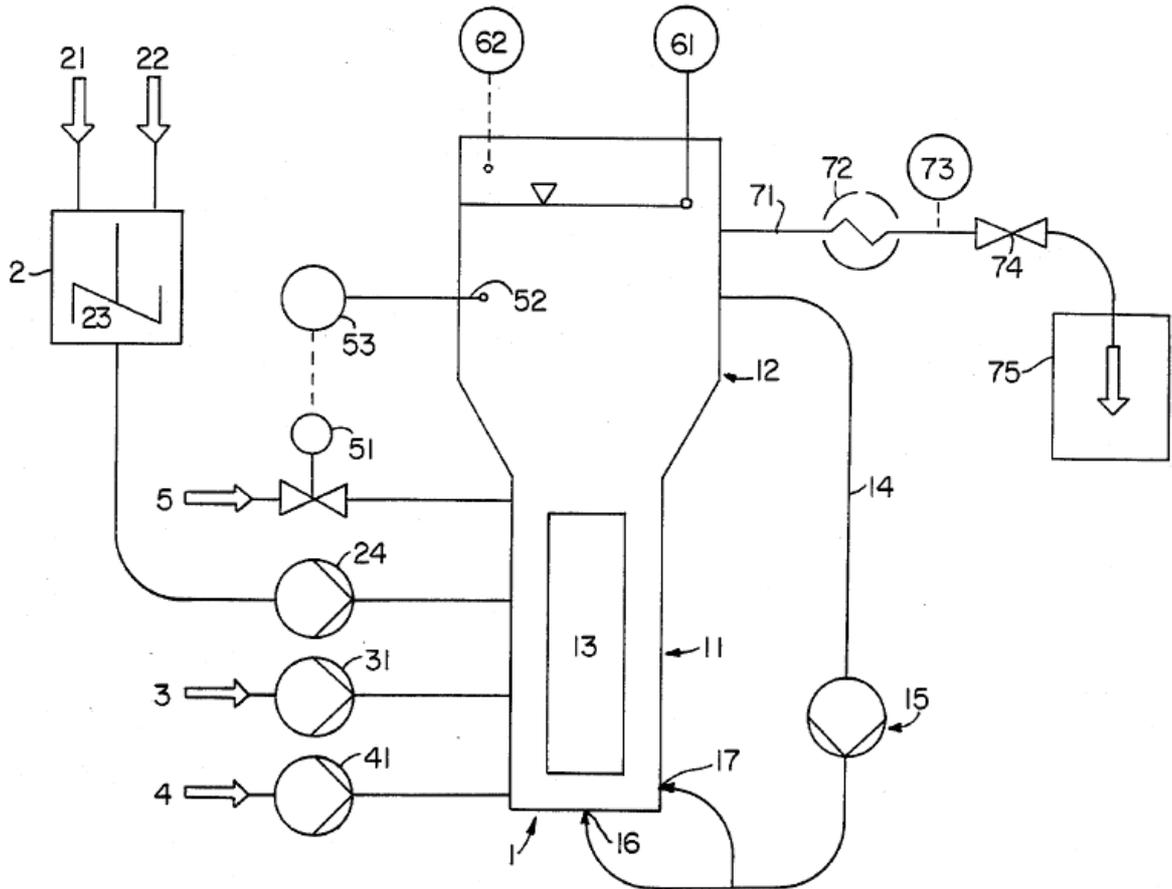
Recepción y depósito de ácido sulfúrico

Al igual que en la etapa anterior, se realiza a través de bombas especiales que conducen a un tanque ubicado en un área destinada para tal fin, es decir con normas de seguridad específicas.

Balance de masa					
E	Entrada	Valor	S	Salida	Valor
1	H ₂ SO ₄ al 98%	296 Kg/h	1	H ₂ SO ₄ al 98%	296 Kg/h
T	Total	296 Kg/h	T	Total	296 Kg/h

Digestión

El esquema del aparato en cuestión es el siguiente:



El aparato que se presenta tiene por objeto la producción de solución de silicato de sodio clara con un módulo $\text{SiO}_2:\text{Na}_2\text{O}$ 1:3 a 1:1 por fusión de arena en solución de NaOH acuosa utilizando un reactor de presión con recirculación, en cuya parte superior que comprende dos partes:

- Una superior de mayor diámetro que permite un mezclado más eficiente (12).
- Una inferior donde se produce la fluidización de la arena en un mezclador de jet de circulación continua de los componentes (11).

La arena se introduce en el tanque (2) para luego ser mezclada por el agitador (23) con el agua y el hidróxido de sodio. La arena es distribuida dentro del reactor a través de una bomba dosificadora de arena (24), la cual debe estar convenientemente protegida contra abrasión.

Se adiciona NaOH extra a través de las bombas (31 y 41) a través de los ingresos en los puntos (3 y 4). La temperatura se mide a través del sensor (52) y se regula mediante la válvula (51) entre 150 °C y 250 °C. La presión se mide a través de un manómetro (62), siendo normales las de alrededor de 5 a 40 atm. La eficiencia es mayor cuando más presión y por lo tanto temperatura se alcanza.

Una de las ventajas del método, además de no requerir de carbonato de sodio como reactivo, es que tiene la ventaja de que el hidróxido es directamente mezclado de forma enérgica y diluido lo que evita problemas de corrosión.

El nivel de llenado de reactor es de alrededor del 80% y está indicado por el nivel (61) en el diagrama.

La concentración de sólidos se ajusta en un 15% en volumen. A la salida la solución es refrigerada hasta unos 90 °C y expandida a presión ambiente; esta

energía liberada es utilizada para calentar los reactivos que ingresan al sistema, preferentemente el hidróxido de sodio.

Balance de masa					
E	Entrada	Valor	S	Salida	Valor
1	Arena	540 Kg/h	1	Silicato de sodio	2025 Kg/h
2	Agua	481 Kg/h			
3	NaOH al 50%	666 Kg/h			
4	Vapor a 25 atm	337 Kg/h			
T	Total	2025 Kg/h	T	Total	2025 Kg/h

Balance de energía					
E	Entrada	Valor	S	Salida	Valor
1	Reactivos a 25 °C	216 KW	1	Reactivos a 190 °C	216 KW
2	Silicato de sodio a 228 °C		2	Silicato de sodio a 90 °C	
3	Vapor	263 KW	3	Reacción endotérmica	263 KW
T	Total	172 KW	T	Total	172 KW

Filtrado de silicato de sodio

En algunos casos la solución de silicato que fluye del reactor aún contiene pequeñas cantidades de cuarzo no disuelto y otras impurezas insolubles. Estas fracciones insolubles son separadas en una etapa subsiguiente de filtración usando filtros apropiados de modo de obtener un producto claro y purificado. Esta filtración se realiza en caliente (80-90°C) dado que el silicato fluirá con más facilidad por el sistema economizando energía.

Balance de masa					
E	Entrada	Valor	S	Salida	Valor
1	Silicato de sodio	2025 Kg/h	1	Silicato de sodio filtrado	2020 Kg/h
			2	Impurezas insolubles	5 Kg/h
T	Total	2025 Kg/h	T	Total	2025 Kg/h

Balance de energía					
E	Entrada	Valor	S	Salida	Valor
1	Potencia mecánica y de vacío	17 KW	1	Filtración	15 KW
			2	Disipación	2 KW
T	Total	17 KW	T	Total	17 KW

Depósito de silicato de sodio

El mismo consta de un tanque de Plástico Reforzado con Fibra de Vidrio (PRFV) hará de pulmón de este producto el cual, aparte de envasarse, es utilizado en tres subprocesos.

Balance de masa					
E	Entrada	Valor	S	Salida	Valor

1	Silicato de sodio	2020 Kg/h	1	Envasado	2020 Kg/h
			2	Precipitación controlada	1584 Kg/h
			3	Polimerización	138 Kg/h
			4	Precipitación	147 Kg/h
T	Total	2020 Kg/h	T	Total	2020 Kg/h

Envasado de silicato de sodio

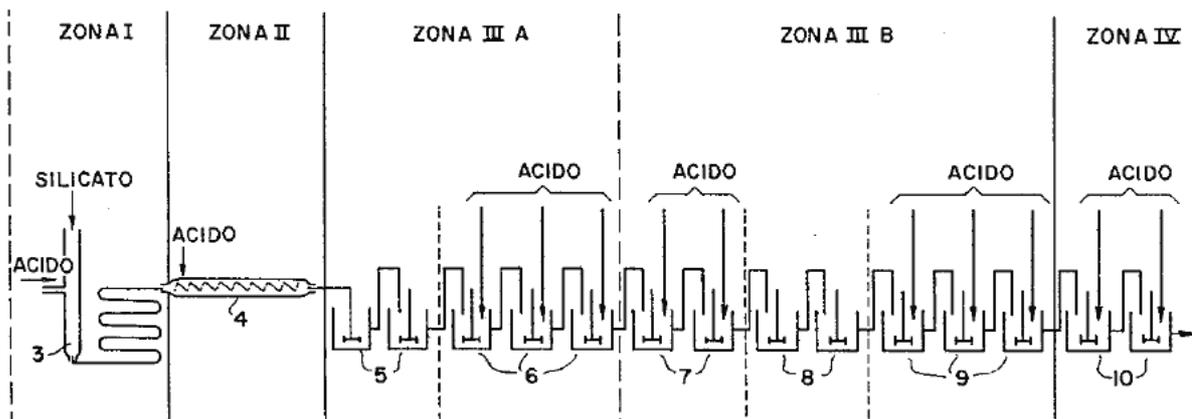
El mismo se realiza de manera manual a través de un surtidor semiautomático accionado por el operario, debido a que el número de tanques a llenar por día es muy pequeño (Menos de 5) como para justificar una máquina envasadora automática.

Balance de masa					
E	Entrada	Valor	S	Salida	Valor
1	Silicato de sodio	151 Kg/h	1	Silicato de sodio envasado	151 Kg/h
T	Total	151 Kg/h	T	Total	151 Kg/h

Balance de energía					
E	Entrada	Valor	S	Salida	Valor
1	Energía eléctrica	1 KW	1	Envasado	1 KW
T	Total	1 KW	T	Total	1 KW

Precipitación controlada

El esquema general por el cual se realiza la precipitación es el siguiente:



Este proceso es capaz de producir sílice precipitada con un área superficial específica de 100 a 600 m² por gramo. El ácido es agregado para la neutralización en forma gradual en el reactor inyector (3) hasta que se alcanza un módulo de 4,5 seguido por un reactor tubular de 120 mm de diámetro y 3 m de largo de forma de proveer el tiempo de residencia característico para este tipo de proceso. Después el ácido es nuevamente adicionado por un periodo de alrededor de 12 minutos hasta que se alcanza un radio molar de 5,5 en ocho reactores en serie (5). La reacción continúa en tres reactores en serie perfectamente homogéneos y agitados hasta que el grado de neutralización alcanza un 65%; a esta etapa le siguen dos reactores

donde la mezcla permanece por un tiempo de alrededor de 12 minutos sin la adición de ácido, siempre con agitación. Seguidamente la adición de ácido continúa en una serie de tres reactores perfectamente homogéneos (9) hasta que se alcanza una neutralización del 80% de la alcalinidad inicial, que equivale a un módulo de 17,5. El resto del ácido es agregado en dos reactores hasta que un pH de 5 es alcanzado.

La reacción que gobierna este proceso como así también la de los otros procesos de neutralización posteriores, es la siguiente:



Balance de masa					
E	Entrada	Valor	S	Salida	Valor
1	Silicato de sodio	1584 Kg/h	1	Dispersión de sílice precipitada	3521 Kg/h
2	Agua	1678 Kg/h			
3	H ₂ SO ₄ al 98 %	259 Kg/h			
T	Total	3521 Kg/h	T	Total	3521 Kg/h

Balance de energía					
E	Entrada	Valor	S	Salida	Valor
1	Energía eléctrica	16 KW	1	Potencia de bombeo	7 KW
			2	Potencia de agitación	9 KW
T	Total	16 KW	T	Total	16 KW

Filtrado y lavado de sílice precipitada

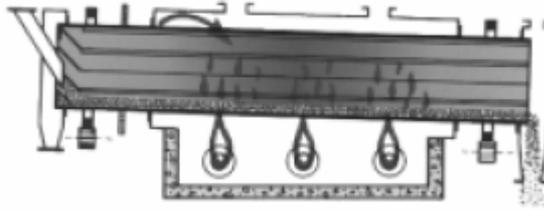
Este procedimiento se realiza con el fin de obtener un producto neutro sin sales producto de la neutralización. Para esto en el mismo sistema de filtrado rotativo se produce un lavado mediante aspersores dado que en esa condiciones la sal de neutralización (silicato de sodio, Na₂SO₄) es altamente soluble extrayéndose con el agua de lavado.

Balance de masa					
E	Entrada	Valor	S	Salida	Valor
1	Dispersión de sílice precipitada	3521 Kg/h	1	Sílice precipitada húmeda	967 Kg/h
2	Agua de lavado	1119 Kg/h	2	Residuo de lavado	3673 Kg/h
T	Total	4640 Kg/h	T	Total	4640 Kg/h

Balance de energía					
E	Entrada	Valor	S	Salida	Valor
1	Energía eléctrica	17 KW	1	Filtración y rotación	15 KW
			2	Pérdida de vacío	2 KW
T	Total	17 KW	T	Total	17 KW

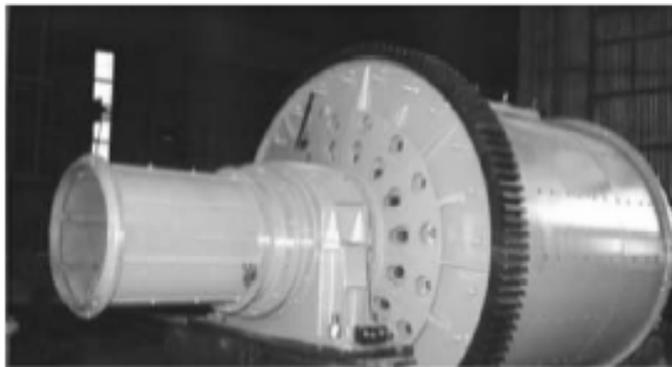
Secado y molienda de sílice precipitada

La sílice es transportada por un tornillo helicoidal desde el filtro hasta el secador rotativo el cual es calefaccionado con gas en forma indirecta como se aprecia en la siguiente imagen:



La temperatura de secado es de alrededor de 260 °C.

En cuanto a molienda se refiere, ésta será de tipo suave para desmenuzar los gránulos de producto precipitado. El equipo que se utilizará es el siguiente:



Balance de masa					
E	Entrada	Valor	S	Salida	Valor
1	Sílice precipitado húmedo	967 Kg/h	1	Sílice precipitada seco	460 Kg/h
2	Combustible como gas	19 Kg/h	2	Agua de combustión	27 Kg/h
3	Aire	384 Kg/h	3	Vapor de agua	506 Kg/h
			4	CO ₂	24 Kg/h
			5	Resto de gases	351 Kg/h
T	Total	1369 Kg/h	T	Total	1369 Kg/h

Balance de energía					
E	Entrada	Valor	S	Salida	Valor
1	Combustión	237 KW	1	Secado	206 KW
2	Energía eléctrica	10 KW	2	Disipación	31 KW
			3	Molienda	10 KW
T	Total	172 KW	T	Total	172 KW

Envasado de sílice precipitada

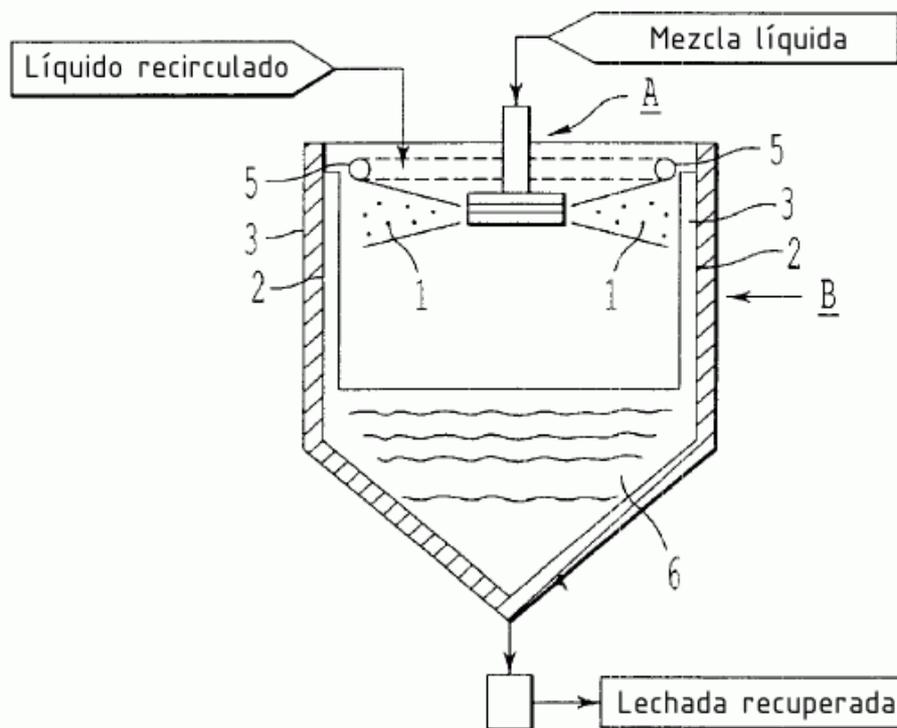
Se utilizará una envasadora del tipo automática donde el producto es puesto en bolsas y luego en cajas que contienen la etiqueta e información del producto.

Balance de masa					
E	Entrada	Valor	S	Salida	Valor
1	Sílice precipitada	460 Kg/h	1	Sílice precipitada envasada	460 Kg/h
T	Total	460 Kg/h	T	Total	460 Kg/h

Balance de energía					
E	Entrada	Valor	S	Salida	Valor
1	Energía eléctrica	3 KW	1	Envasado	3 KW
T	Total	3 KW	T	Total	3 KW

Nebulización

Esta operación es la etapa principal en el proceso de obtención del gel de sílice. El mismo cuenta con un equipo como se muestra en la siguiente imagen:



En el mismo se produce el atomizado de una mezcla de solución de silicato de sodio y ácido en forma de gotas las cuales al precipitarse en un líquido producen la gelificación con la formación de gotas de gel de sílice.

Las variables que afectan a este proceso son:

- Temperatura
- Concentración de los reactivos
- pH
- Concentración de las sales coexistente y diseño del aparato de spray

El líquido de recuperación, el cual se recircula, es preferiblemente agua desionizada con la adición de ácido, el cual tiene por efecto acelerar el proceso de gelificación. El agregado de agua tiene por efecto reducir la concentración de silicato de sodio hasta por debajo del 30% en base SiO_2 . La concentración de la solución ácida es de entre 5 al 30% en masa. El resultado de mezclar estos reactivos

previamente al ingreso del equipo y en forma rápida es una solución con pH de entre 4 y 10. Por fuera de estos límites el proceso de gelificación tardaría mucho tiempo, formándose aglomerados.

Este proceso bajo condiciones normales ($T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $P = 1\text{ atm}$) genera partículas de gel de sílice esféricas.

Balance de masa					
E	Entrada	Valor	S	Salida	Valor
1	Silicato de sodio	147 Kg/h	1	Lechada de gel de sílice	249 Kg/h
2	Agua	71 Kg/h			
3	H ₂ SO ₄ al 98%	32 Kg/h			
T	Total	249 Kg/h	T	Total	249 Kg/h

Balance de energía					
E	Entrada	Valor	S	Salida	Valor
1	Energía eléctrica	5 KW	1	Potencia de nebulización	5 KW
T	Total	5 KW	T	Total	5 KW

Filtrado y lavado de gel de sílice

Esta operación se realizara con el mismo equipo y procedimiento que para el caso de sílice precipitado, variando sólo la cantidad de agua a utilizar.

Balance de masa					
E	Entrada	Valor	S	Salida	Valor
1	Lechada de gel de sílice	249 Kg/h	1	Gel lavado húmedo	89 Kg/h
2	Agua de lavado	47 Kg/h	2	Residuo de lavado	207 Kg/h
T	Total	296 Kg/h	T	Total	296 Kg/h

Balance de energía					
E	Entrada	Valor	S	Salida	Valor
1	Energía eléctrica	17 KW	1	Filtración y rotación	15 KW
			2	Pérdida de vacío	2 KW
T	Total	17 KW	T	Total	17 KW

Secado de gel de sílice

Esta operación se realizara con el mismo equipo y procedimiento que para el caso de sílice precipitado, variando sólo temperatura de secado, que en este caso es de 240°C.

Balance de masa					
E	Entrada	Valor	S	Salida	Valor
1	Gel húmedo	89 Kg/h	1	Gel de sílice seco	42 Kg/h
2	Combustible como gas	2 Kg/h	2	Agua de combustión	2 Kg/h
3	Aire	34 Kg/h	3	Vapor de agua	47 Kg/h
			4	CO ₂	2 Kg/h
			5	Resto de gases	31 Kg/h

T Total	125 Kg/h	T Total	125 Kg/h
----------------	-----------------	----------------	-----------------

Balance de energía					
E	Entrada	Valor	S	Salida	Valor
1	Combustión	22 KW	1	Secado	19 KW
			2	Disipación	3 KW
T Total		22 KW	T Total		22 KW

Envasado de gel de sílice

Esta operación se realizara con el mismo equipo y procedimiento que para el caso de sílice precipitado.

Es de suma importancia tener en cuenta que el envase utilizado prevé una alta barrera contra la humedad, lo cual es importante a la hora de mantener la calidad del producto y de asegurar una correcta dosificación del peso.

Balance de masa					
E	Entrada	Valor	S	Salida	Valor
1	Gel de sílice	42 Kg/h	1	Gel de sílice envasado	42 Kg/h
T Total		42 Kg/h	T Total		42 Kg/h

Balance de energía					
E	Entrada	Valor	S	Salida	Valor
1	Energía eléctrica	3 KW	1	Envasado	3 KW
T Total		3 KW	T Total		3 KW

Intercambio iónico de silicato de sodio y depósito

Este proceso tiene la finalidad de neutralizar parcialmente la materia prima a modo de reducir el contenido de sales en el producto formadas por consecuencia de la reacción. Esto se hace debido a que es uno de los requisitos para la polimerización sin formación de redes tridimensionales, lo que produce la diferenciación del producto.

El intercambio iónico es el intercambio reversible de iones entre un sólido y un líquido.

Los intercambiadores iónicos son matrices sólidas que contienen sitios activos (también llamados grupos ionogénicos) con carga electroestática, positiva o negativa, neutralizada por un ión de carga opuesta (contraión). En estos sitios activos tiene lugar la reacción de intercambio iónico.

La etapa de regeneración consiste en devolver el intercambiador saturado a su forma iónica inicial, empleando una disolución concentrada en el ión originariamente asociado al intercambiador (por ejemplo, un ácido mineral para una resina ácida fuerte, como en este caso). Esta etapa es importante en el proceso de intercambio iónico ya que el buen funcionamiento del intercambiador en sucesivos procesos de carga depende de una regeneración eficiente.

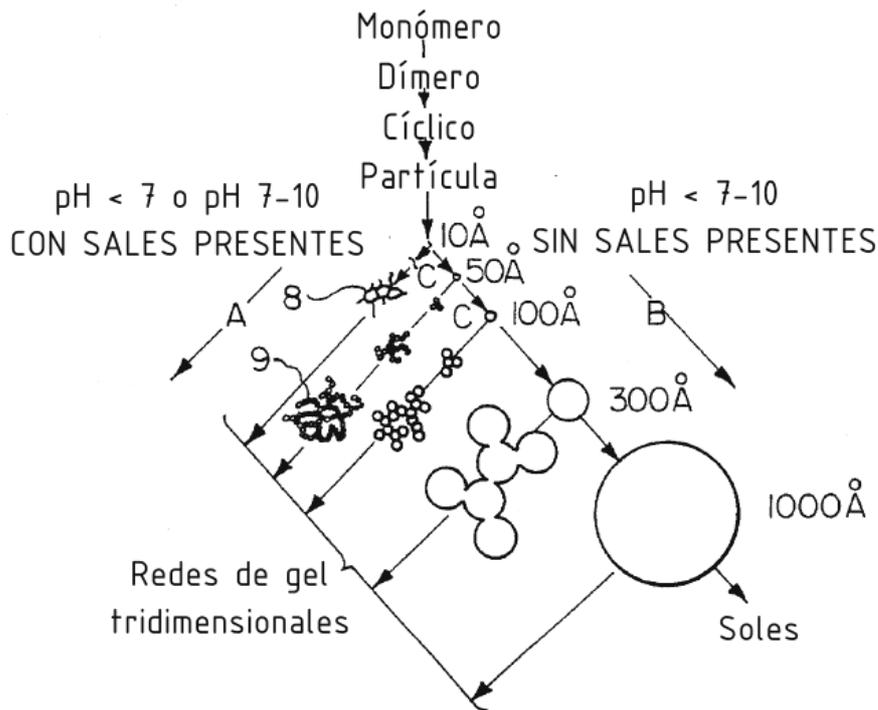
Para obtener el máximo rendimiento de esta etapa es importante optimizar parámetros como la concentración y volumen de disolución regenerante así como la velocidad de flujo.

Se propone la implementación de un depósito antes de la entrada al polimerizador con el fin de abastecer este último en el tiempo en que se regenera la resina.

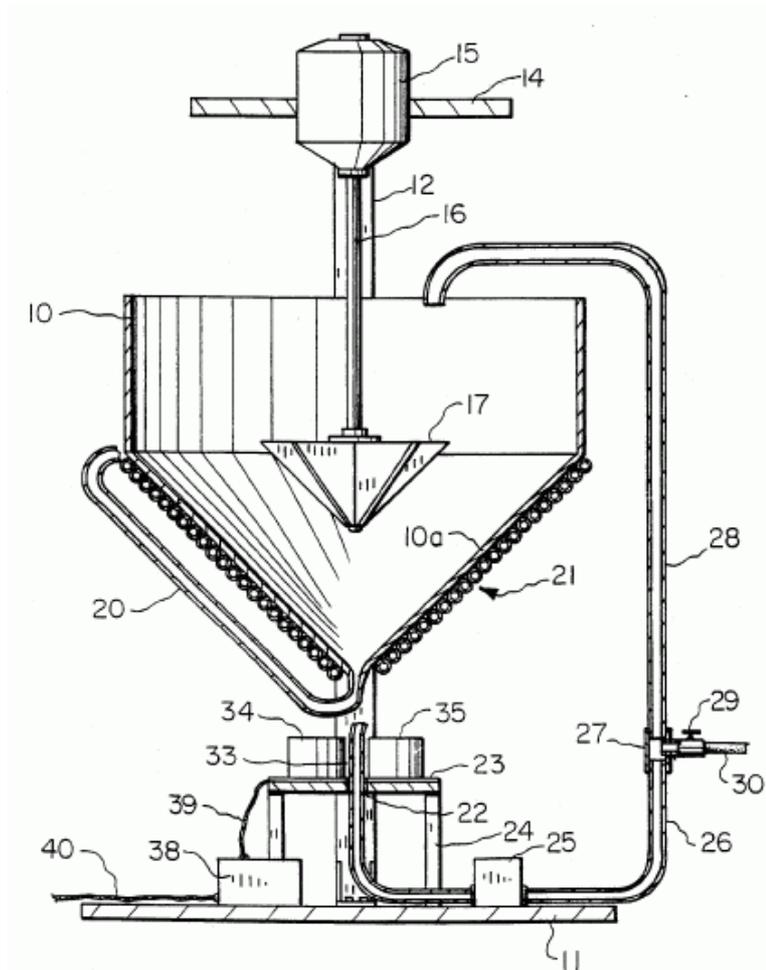
Balance de masa					
E	Entrada	Valor	S	Salida	Valor
1	Silicato de sodio	138 Kg/h	1	Sílice precipitada	137 Kg/h
2	Agua de lavado	50 Kg/h	2	Agua de lavado	50 Kg/h
3	H ₂ SO ₄ al 98 %	2 Kg/h	3	Na ₂ SO ₄	3 Kg/h
T	Total	190 Kg/h	T	Total	190 Kg/h

Polimerización

Este proceso tiene por efecto la formación de una serie de partículas de 10 a 100 A° preparadas haciendo circular una solución neutralizada parcialmente sin contenido de sales de neutralización a través de un campo magnético de tal forma que las partículas corten las líneas de flujo cargándose negativamente sin la influencia de campos magnéticos externos como el terrestre. Este proceso se lleva a cabo con agitación y recirculación, dándose la cadena de reacciones que dan lugar a la formación de soles o coloides como se detallan a continuación:



Para esto un equipo como el siguiente es utilizado:



En el puede observarse la cámara de mezcla (10), el eje (16) se extiende desde el motor (15) hasta el agitador (17). La porción inferior (10a) es cónica sobre la cual se encuentra montado el tubo no ferroso (20) por el cual circula el producto en proceso. En la base (23) se encuentran montados cuatro electro magnetos (34 a 37) alineados de tal forma que los polos de los mismos se encuentran en un mismo plano, creando una esfera de influencia magnética de 2000 a 3000 Gauss cada uno, y crean un campo magnético que se extiende alrededor de los magnetos encerrando la bobina (21), lo que corta las líneas de flujo del campo magnético. Esto produce una carga negativa neta en las partículas. El tiempo de residencia es de 4hs.

Balance de masa					
E	Entrada	Valor	S	Salida	Valor
1	Sílice parcialmente desionizada	137 Kg/h	1	Sílice coloidal	137 Kg/h
T	Total	137 Kg/h	T	Total	137 Kg/h

Balance de energía					
E	Entrada	Valor	S	Salida	Valor
1	Energía eléctrica	15 KW	1	Magnetismo de polimerización	15 KW
T	Total	15 KW	T	Total	15 KW

Envasado de sílice coloidal

Al igual que en el caso del silicato de sodio el mismo se realiza de manera manual a través de un surtidor semiautomático accionado por el operario, debido a que el número de tanques a llenar por día es muy pequeño (Menos de 4) como para justificar una máquina envasadora automática.

Balance de masa					
E	Entrada	Valor	S	Salida	Valor
1	Sílice coloidal	137 Kg/h	1	Sílice coloidal envasado	137 Kg/h
T	Total	137 Kg/h	T	Total	137 Kg/h

Balance de energía					
E	Entrada	Valor	S	Salida	Valor
1	Energía eléctrica	1 KW	1	Envasado	1 KW
T	Total	1 KW	T	Total	1 KW

Manejo del agua y vapor

Debido a que toda el agua de desecho del proceso tiene un alto contenido de sulfato de sodio, se genera la necesidad de recuperar esta importante masa de agua y por lo tanto retirar la sal de la misma. Para esto se sigue los procesos:

Recepción de agua

La recepción del agua es realizada a través de una perforación propia ubicada dentro del terreno de la empresa. Se prevé que por la localización (Próxima al Río Paraná) la profundidad del mismo no será excesivamente grande. En consecuencia una bomba sumergible será utilizada para la extracción.

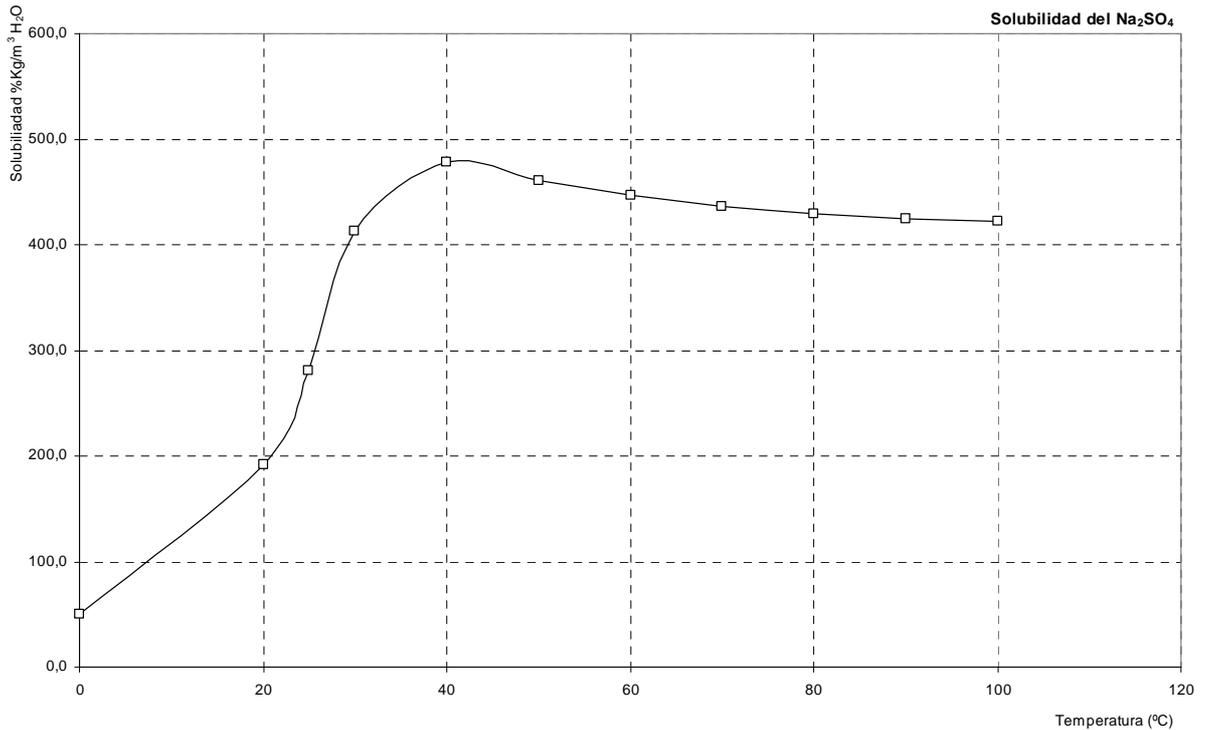
Balance de masa					
E	Entrada	Valor	S	Salida	Valor
1	Agua de pozo	267 Kg/h	1	Agua de pozo	267 Kg/h
T	Total	267 Kg/h	T	Total	267 Kg/h

Balance de energía					
E	Entrada	Valor	S	Salida	Valor
1	Potencia de bombeo	4 KW	1	Agua bombeada	4 KW
T	Total	4 KW	T	Total	4 KW

Enfriado

Debido a que la solubilidad del sulfato de sodio es menor a bajas temperaturas, se realiza el enfriado mediante un intercambiador de calor previo que funciona con la salida fría posterior al filtrado. A este le sigue un equipo de refrigeración industrial de agua que se encarga de refrigerar el agua en una nueva etapa.

Las solubilidades a diferentes temperaturas puede observarse en el siguiente gráfico:



En este proceso el agua se enfría hasta 0 °C, no congelando por la gran cantidad de sólidos disueltos, pero quedando la solubilidad de éstos en aproximadamente 50 g/l de agua pura, por lo que todos los excesos de concentración sobre la indicada cristalizan.

Balance de masa					
E	Entrada	Valor	S	Salida	Valor
1	Desecho de precipitación	3673 Kg/h	1	Agua residual enfriada	7418 Kg/h
2	Desecho de polimerización	207 Kg/h			
3	Desecho de nebulización	53 Kg/h			
4	Recirculación de permeado	3426 Kg/h			
5	Residuo de columnas	59 Kg/h			
T	Total	7418 Kg/h	T	Total	7418 Kg/h

Balance de energía					
E	Entrada	Valor	S	Salida	Valor
1	Agua a 25 °C	81 KW	1	Agua a 10,5 °C	81 KW
2	Agua a 5 °C		2	Agua a 15 °C	
3	Potencia frigorífica	91 KW	3	Refrigeración del agua a 0 °C	91 KW
T	Total	172 KW	T	Total	172 KW

Filtrado

Los cristales de sulfato de sodio formados en el enfriado se filtran a través de un filtro rotativo separándose así las sales del agua que pasa a ósmosis inversa.

El sulfato de sodio se utiliza en numerosas aplicaciones, tales como las que se detallan a continuación:

- Detergentes en polvo: el sulfato de sodio, es una de las siete principales clases de constituyentes en detergentes.

- Papel y pulpa
- Vidrio: es uno de los constituyentes menores en la producción de vidrio.
- Teñido: el sulfato de sodio es usado para diluir tinturas.
- Manufactura de Químicos: es utilizado en la manufactura de numerosos químicos, incluyendo sulfato de potasio, sulfito de sodio, hiposulfito de sodio y sulfato de aluminio sodio. También se usa en la proceso Solvay para producir carbonato de sodio.
- Celdas solares.
- Regeneración de desulfuración de fluidos de gas.
- Plantas de polvo de carbón quemado.
- Otros usos menores:
 - Manufactura de esponjas viscosas
 - Suplementos en alimentación
 - Tratamientos de agua
 - Medicinas veterinarias
 - Aceites sulfonados
 - Tintas de impresión
 - Industria de la cerámica
 - Industria fotográfica

En este proyecto, no se tendrán en cuenta las ganancias por la venta de este subproducto, ya que no entra en la política ni objetivo de la empresa. Se limitará a concluir que por la diversidad de aplicaciones que esta sustancia tiene será sencillo deshacerse de ella sin producir daño alguno al medio ambiente.

Balance de masa					
E	Entrada	Valor	S	Salida	Valor
1	Agua residual enfriada	7418 Kg/h	1	Agua residual enfriada	6992 Kg/h
			2	Cristales de Na ₂ SO ₄	426 Kg/h
T	Total	7418 Kg/h	T	Total	7418 Kg/h

Balance de energía					
E	Entrada	Valor	S	Salida	Valor
1	Energía eléctrica	45 KW	1	Filtración y rotación	45 KW
				Pérdida de vacío	6 KW
T	Total	45 KW	T	Total	51 KW

Ósmosis inversa

Al producirse el filtrado en frío quedaron en solución 50 g de sulfato de sodio por litro de agua pura. Esta corriente puede ser operada por un equipo de ósmosis inversa dado que es equivalente al agua de mar. Aquí se detalla la teoría del proceso:

El método de la ósmosis inversa utiliza una membrana semipermeable para separar y para quitar los sólidos disueltos, los orgánicos, los pirogénicos, la materia coloidal submicro organismos, virus, y bacterias del agua. El proceso se llama ósmosis inversa puesto que requiere la presión para forzar el agua pura a través de una membrana, saliendo; las impurezas detrás. La ósmosis inversa es capaz de quitar 95%-99% de los sólidos disueltos totales (SDT) y el 99% de todas las bacterias, así proporcionando un agua segura, pura.

Balance de masa					
E	Entrada	Valor	S	Salida	Valor
1	Agua residual enfriada	6992 Kg/h	1	Agua desionizada al 99 %	3566 Kg/h
			2	Recirculación de permeado	3426 Kg/h
T	Total	6992 Kg/h	T	Total	6992 Kg/h

Balance de energía					
E	Entrada	Valor	S	Salida	Valor
1	Energía eléctrica	7 KW	1	Potencia de bombeo	7 KW
T	Total	7 KW	T	Total	7 KW

Depósito de agua de reciclo

Este depósito cumple la función pulmón en la entrada al circuito de purificación de agua de alimentación de la planta. Esta agua al salir del tanque se mezcla con el agua proveniente del pozo para luego dirigirse al intercambio iónico.

Balance de masa					
E	Entrada	Valor	S	Salida	Valor
1	Agua de reciclo	3566 Kg/h	1	Agua de reciclo	3566 Kg/h
T	Total	3566 Kg/h	T	Total	3566 Kg/h

Depósito y filtrado de agua

El mismo está planificado para almacenar el agua que se extrae directamente del pozo la cual es luego enviada al filtro de arena de modo de extraerle parte de los sólidos totales que en ella vienen. Al salir de este filtro se une con la corriente de agua proveniente de reciclo.

Balance de masa					
E	Entrada	Valor	S	Salida	Valor
1	Agua de pozo	267 Kg/h	1	Agua de pozo	267 Kg/h
T	Total	267 Kg/h	T	Total	267 Kg/h

Balance de energía					
E	Entrada	Valor	S	Salida	Valor
1	Potencia de bombeo	1 KW	1	Agua bombeada	1 KW
T	Total	1 KW	T	Total	1 KW

Intercambio iónico

Este intercambio tiene por finalidad eliminar el 1% de las sales totales que no fueron separadas por el equipo de ósmosis. Se prevé la regeneración de las columnas de intercambio con NaOH y H₂SO₄ más el lavado con agua de modo de aprovechar de materias primas que ya existen en el proceso. Se prevé también que en el tiempo de regeneración de las resinas el agua utilizada para el proceso será la del depósito de agua desionizada, por lo que no es necesario un par de columnas de intercambio iónico en paralelo como medida para mantener el flujo de material constante.

Balance de masa					
E	Entrada	Valor	S	Salida	Valor
1	Agua de recicló	3566 Kg/h	1	Agua desionizada	3828 Kg/h
2	Agua de pozo	267 Kg/h	2	Producto de neutralización	3 Kg/h
3	NaOH al 50%	5 Kg/h	3	Na ₂ SO ₄ entrante	4 Kg/h
4	H ₂ SO ₄ al 98 %	3 Kg/h	4	Na ₂ SO ₄ generado	4 Kg/h
5	Agua de lavado	50 Kg/h	5	Agua residual de lavado	50 Kg/h
T	Total	3890 Kg/h	T	Total	3890 Kg/h

Depósito de agua desionizada

Este depósito tiene la finalidad en el caso de sufrir algún desperfecto en el abastecimiento de agua desionizada a la planta, ser la fuente de alimentación de la misma durante un tiempo considerable para solucionar los problemas. Este tiempo se ha estimado en unas 12 horas.

Balance de masa					
E	Entrada	Valor	S	Salida	Valor
1	Agua desionizada	3833 Kg/h	1	Agua desionizada	3833 Kg/h
T	Total	3833 Kg/h	T	Total	3833 Kg/h

Depósito de desechos

El mismo será un recipiente de tipo contenedor para almacenar residuos sólidos como suciedades que provienen de la arena, los sólidos del agua de pozo y los que no son digeridos en la obtención del silicato.

Balance de masa					
E	Entrada	Valor	S	Salida	Valor
1	Residuos	22 Kg/h	1	Residuos	22 Kg/h
T	Total	22 Kg/h	T	Total	22 Kg/h

Ebullición

Este tiene el fin de obtener vapor* para la alimentación del digestor. Este vapor se obtiene a través de una caldera alimentada a gas o fuel oil. La presión de salida es de aproximadamente 25 atm, por lo que se considera un equipo de alta presión, que debe estar aislado mediante una estructura especialmente concebida para el mismo al igual que el digestor.

Balance de masa					
E	Entrada	Valor	S	Salida	Valor
1	Agua	337 Kg/h	1	Vapor a 25 atm	337 Kg/h
2	Combustible como gas	28 Kg/h	2	CO ₂	40 Kg/h
3	Aire	291 Kg/h	3	Agua de combustión	36 Kg/h
			4	Resto de gases	243 Kg/h
T	Total	657 Kg/h	T	Total	657 Kg/h

Balance de energía					
E	Entrada	Valor	S	Salida	Valor
1	Combustión	368 KW	1	Ebullición del agua	263 KW
			2	Disipación	165 KW
T	Total	368 KW	T	Total	368 KW

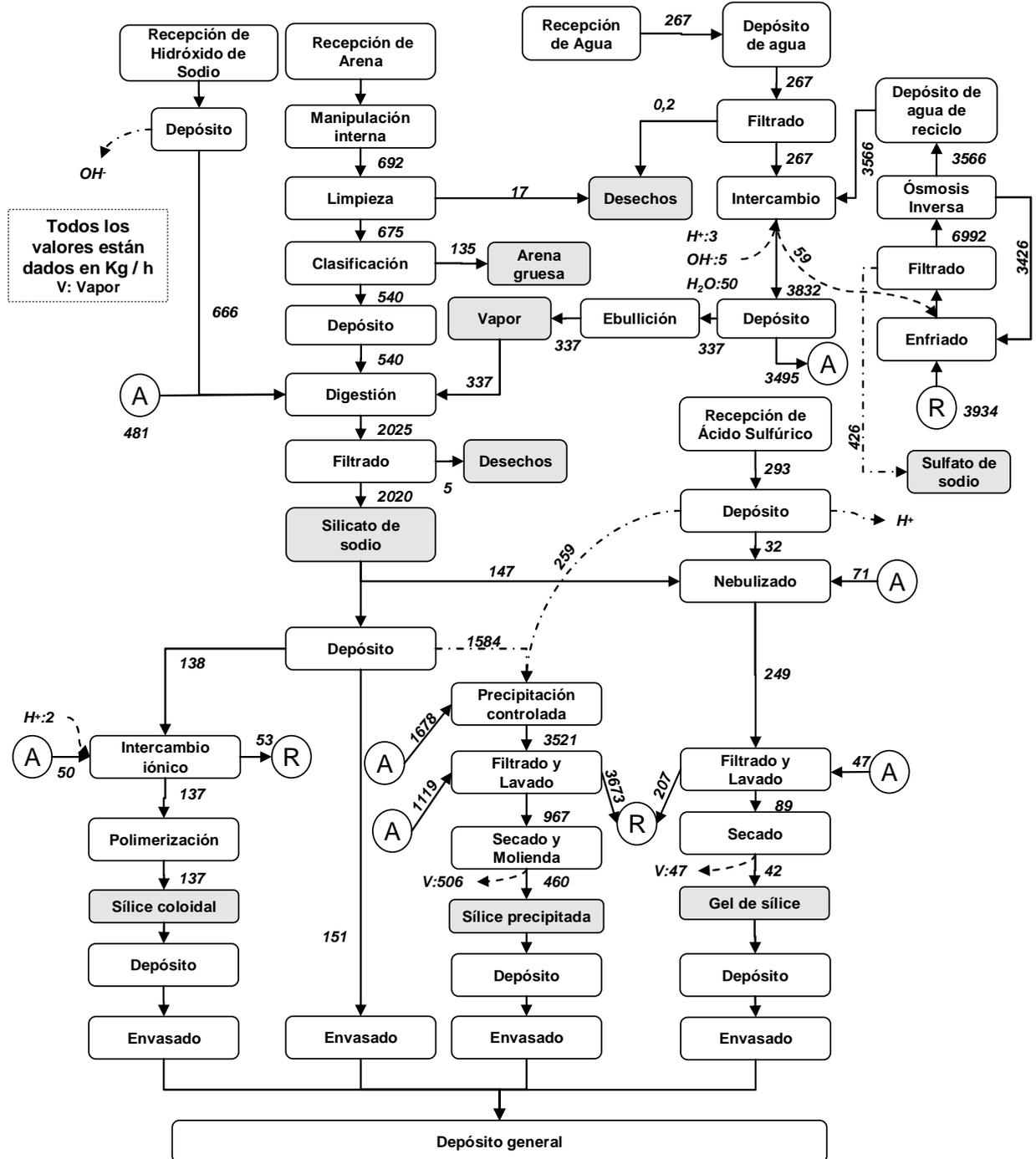
*Para más información acerca de la generación de vapor, ver la sección Anexos.

Duración del proceso

La suma de los tiempos de residencia de cada etapa es del orden de fracciones de hora a horas, por lo que la duración de todos los procesos en el sistema de producción ultracontinua es siempre inferior al día, lo que hace despreciable el inventario de productos en proceso.

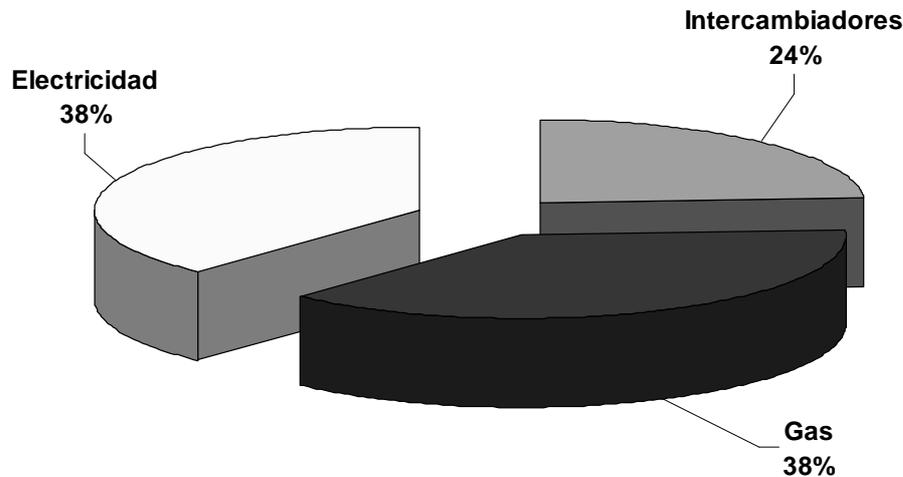
Balance integral de masa y energía

El siguiente esquema resume los flujos de sólidos y líquidos en el sistema:



Respecto a la energía, el total del flujo energético es de 1471 KW si todos los equipos eléctricos como bombas estuviesen en funcionamiento al mismo tiempo, efecto que no es normal que ocurra. De esta energía, 297 KW es energía transferida por intercambiadores de calor, mientras que el resto es generada por gas en 604 KW y los 570 KW restantes por electricidad. Tener presente que el consumo energético real puede también llegar a ser mayor, ya que no se tuvieron en cuenta otras fuentes de consumo con la iluminación, los sistemas de control y las oficinas. El siguiente gráfico resume la situación:

Estructura energética



Tratamiento de efluentes

El sulfato de sodio presenta ciertas problemáticas frente a la contaminación del entorno.

Una alta concentración de sulfato en agua potable tiene un efecto laxativo cuando se combina con calcio y magnesio, los dos componentes más comunes de la dureza del agua.

Las bacterias, que atacan y reducen los sulfatos, hacen que se forme sulfuro de hidrógeno gas (H_2S).

El nivel máximo de sulfato sugerido por la organización Mundial de la Salud (OMS) en las Directrices para la Calidad del Agua Potable, establecidas en Génova, 1993, es de 500 mg/l. Las directrices de la Unión Europea son más recientes, 1998, completas y estrictas que las de la OMS, sugiriendo un máximo de 250 mg/l de sulfato en el agua destinada al consumo humano.

Las personas que no están acostumbradas a beber agua con niveles elevados de sulfato pueden experimentar diarrea y deshidratación. Los niños son a menudo más sensibles al sulfato que los adultos. Como precaución, aguas con un nivel de sulfatos superior a 400 mg/l no deben ser usadas en la preparación de alimentos para niños.

Los animales también son sensibles a altos niveles de sulfato. En animales jóvenes, altos niveles pueden estar asociados con diarrea crónica y grave, y en algunos casos, la muerte. Como ocurre en los humanos, los animales tienden a acostumbrarse al sulfato con el tiempo. Diluir agua de alta concentración de sulfatos con agua de baja concentración de sulfatos puede ayudar a evitar problemas de diarrea y deshidratación en animales jóvenes y animales no acostumbrados a beber agua con muchos sulfatos.

Si el sulfato en el agua supera los 250 mg/l, un sabor amargo o medicinal puede hacer que sea desagradable beber esa agua.

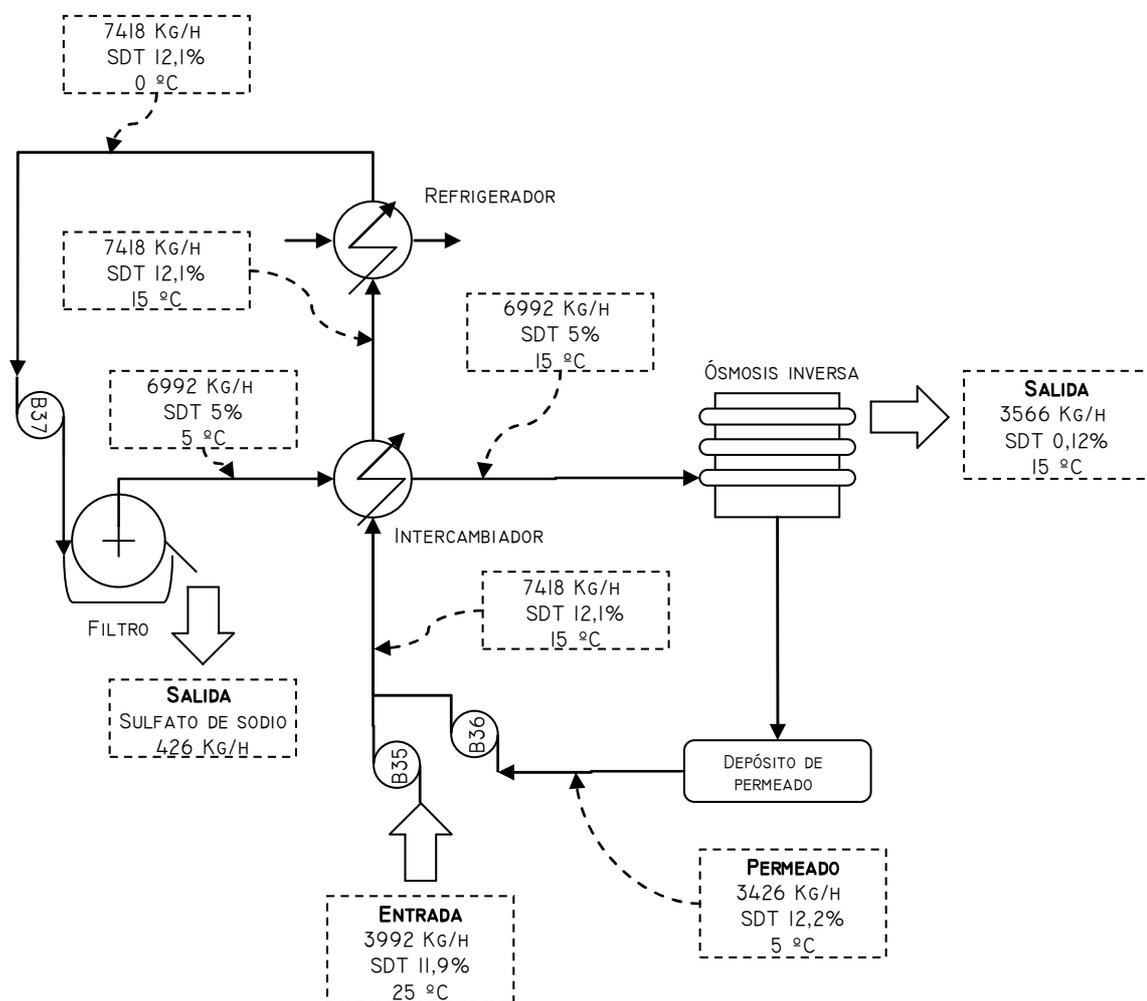
Los altos niveles de sulfato pueden también corroer tuberías, particularmente las de cobre. En áreas con altos niveles de sulfato, normalmente se utilizan materiales más resistentes a la corrosión para las tuberías, tales como tubos de plástico.

Por eso mismo, se planteó la eliminación total de esta sal del agua. Para ello se combinaron:

- La ósmosis inversa como herramienta de purificación de agua y concentración de soluciones a relativo bajo costo.
- La cristalización por pérdida de solubilidad del sulfato de sodio al ser enfriado.
- La separación de los cristales mediante la filtración.

Además como medida de ahorro de energía, se propuso la implementación de un intercambiador de calor que con el agua fría de salida refrigera la de entrada. Además de esto, el calentamiento a 15 °C de la solución de salida mantiene la sal en dicha corriente en un margen seguro para efectuar la ósmosis sin peligros de cristalización por concentración.

Lo expuesto anteriormente se resume en el siguiente gráfico que es un detalle del flowsheet de la planta:



De esta manera la planta posee emisión cero de efluentes directos del proceso. El agua de proceso que se extrae de la planta lo hace como vapor en el secado de los dos productos secos, la cual es totalmente inocua para el medio ambiente. Esta es una solución que se logra a expensas de costos de refrigeración del agua.

Respecto a los efluentes indirectos, es decir los producidos como consecuencia de las actividades básicas del sistema y del personal, se depurarán en una planta para tal fin.

Se empleará la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) BioSeptic AER-6, fabricada en fibra de vidrio, con tres cámaras interiores para procesos de pretratamiento anaerobio, tratamiento aerobio, sedimentación, clarificación y cloración final del agua en proceso. Medidas de la PTAR: 3,00 m de largo; 1,15 m de ancho; 2,25 m de altura.

En la primera cámara se dará un pretratamiento de tipo anaerobio que degradará en forma importante la contaminación del flujo liberándolo principalmente de los sólidos mayores. Otra función de esta cámara será la de balancear las cargas orgánicas que posteriormente ingresarán a la cámara de tratamiento aerobio.

En la segunda cámara se llevará a cabo el tratamiento de tipo 100% aerobio mediante la oxidación que de la materia orgánica llevan a cabo bacterias aerobias. Para la correcta reproducción y vida de estas bacterias, la planta cuenta con un soplador regenerativo situado fuera de la planta que inyecta altas cantidades de oxígeno a los difusores de membrana fina con que esta equipada esta cámara.

En la tercera cámara el flujo es sometido a reposo total lo que permite la sedimentación de los sólidos disueltos que serán regresados a la cámara de aireación para su reprocesamiento. Finalmente, esta cámara cuenta también con un dispositivo optativo especial para provocar una cloración (desinfección) de contacto antes de que el flujo salga de la planta. Este dispositivo trabaja con pastillas de hipoclorito de calcio de 3". Este tratamiento final es optativo dado que previamente al mismo las aguas ya cuentan con las características para ser vertidas a la red de cloacas, por lo que la desinfección sería carente de sentido.

Justificación de equipos

Manipulación interna de arena

La principal maquinaria involucrada en esta operación es una pala mecánica, que se utiliza para trasladar la arena a diferentes puntos del proceso dentro de la planta.

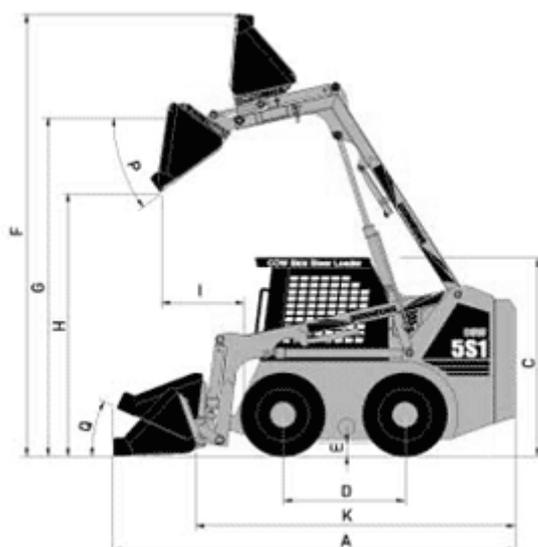
Para elegir una pala mecánica es necesario determinar el trabajo que esta va a realizar y el tiempo que se espera para que el trabajo este realizado, además es importante considerar los siguientes puntos:

- Tamaño del trabajo, entre más grande sea este, justifica una maquina mayor.
- El costo de transportar una maquina grande es mayor que el de una chica.
- La depreciación de una pala grande es mayor a la de una chica y al final de la obra es más fácil vender una chica.
- Una pala grande tiene capacidad para manejar mayores volúmenes, por lo tanto, el costo por metro cúbico se reduce.

Las siguientes condiciones de trabajo deben ser consideradas:

- Altura de los depósitos de material.
- Si el material es muy duro, funciona mejor una pala grande.
- Si el tiempo que se tiene para la manipulación es poco, es mejor la pala grande.
- Es importante conocer la disponibilidad de palas antes de hacer una elección.

Por todos estos motivos y por las condiciones y exigencias de trabajo en nuestro caso se eligió la siguiente pala mecánica:



La cual posee las siguientes características:

Especificaciones	Modelo COW5S1
Largo total [A]	2,925 m
Ancho total [B]	0,886 m / 0,920 m
Altura máxima [C]	1,400 m
Base desde la rueda [D]	0,900 m
Separación de tierra [E]	0,105 m
Altura total de la operación [F]	3,414 m
Altura al perno de bisagra del cubo [G]	2,553 m
Altura sobre cabina	1,542 m
Altura de la descarga [H]	1,953 m
Alcance de la descarga [I]	0,618 m
Ancho de la pisada [J]	0,740 m
Largo total [menos cubo] [K]	2,268 m
Ancho total [menos cubo] [L]	910 m
Radio de giro [con el cubo] [M]	1,818 m
Radio de giro [menos cubo] [N]	1,212 m
Radio de giro [parte posterior] [O]	1,197 m
Ángulo de la descarga [P]	36 °
Angulo de retracción [Q]	25 °
Motor modelo	Hyundai 57HP / 2500 RPM
Motor modelo	Perkins 50HP / 2800 RPM
Transmisión	Tracción en las cuatro ruedas
Velocidad de traslado	9.5 Km/hora
Capacidad de funcionamiento	600 Kg
Capacidad del cubo	0.21 m ³

Peso de funcionamiento

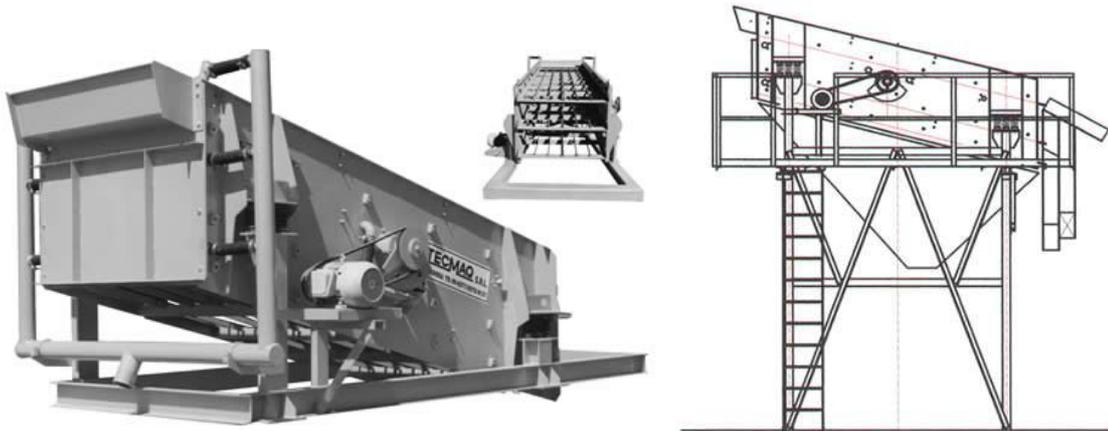
1,920 Kg

Neumáticos

6.00 x 12 - 6PR / 7.00 x 12 - 12PR

Limpieza y clasificación

Se utilizarán dos zarandas aptas para la clasificación de áridos en seco dado que las características de la misma se adaptan a las condiciones de trabajo que deben efectuar. Se muestra a continuación el equipo a utilizar junto con sus características:



Modelos	Ancho (m)	Longitud (m)	Cantidad de pisos	Potencia HP
ZL363	1.20	3.00	3	5.5

Depósito de arena

El equipo a utilizar es el siguiente:



El silo es adaptable a todo tipo de planta, en forma independiente o formando tándem en conjuntos dobles o triples.

Componentes:

- Silo de Carga: Construido en chapa de acero, reforzada, montado sobre una estructura de perfiles de acero. Capacidad aproximada al ras: 5 m³. Patas desmontables. Boca de descarga de abertura regulable que permite dosificar el caudal del material.
- Alimentador a Banda: Banda de Ny y goma, 2 telas, unión vulcanizada, de 500 mm. de ancho. Bastidor en perfiles de acero. Longitud entre centro de tambores: 1500 mm. Rodillos diámetro 102 mm., construidos en tubo de acero

y dotados de rodamientos con lubricación de por vida, protegidos por laberintos sintéticos. Tambores biconicos montados sobre rodamientos oscilantes. Motor eléctrico de accionamiento de 2 CV. Reductor a engranajes. Transmisión por correas y poleas en "V".

Recepción y depósito de hidróxido de sodio y ácido sulfúrico

Se utilizará un tanque de 32000 litros de capacidad, tamaño comparable al que se muestra a continuación:



El material del tanque será el mismo del que se utilizará como depósito de silicato de sodio, cuya algunas características son:

Serie*	Litros	Ø mm	Largo	Alto	Espesor	Peso Kg
2600	30000	2600	6310	6610	7	939

*de la fábrica Straplas

Digestión

Debido al reciente desarrollo del método de producción de silicato de sodio que se propone en este trabajo, el reactor se hará construir a pedido teniendo en cuenta en su construcción las altas exigencias de presión a las que será sometido; en este sentido se tratará de mantener la forma anteriormente descrita con el menor diámetro posible para reducir la fuerza que ejerce la presión sobre las paredes laterales del recipiente. La capacidad nominal del equipo debe ser de 16000 Kg. Debe estar instalado dentro de un recinto de seguridad construido en hormigón armado con salida superior de manera de reducir la severidad de un potencial accidente.

Intercambiadores de recuperación

Dos intercambiadores de calor de recuperación serán utilizados. El primero recupera calor a la salida de la digestión, trabajando en caliente. El segundo de ellos

trabaja preenfriando la entrada de refrigeración de agua con la salida del filtrado frío. Ambos serán equipo de tubo y coraza. Éstos consumen menor área superficial así como presentan un número menor de puntos en los cuales se puede hacer fugas respecto a otros intercambiadores. Son óptimos cuando se requieren superficies grandes de transferencia de calor.

Este tipo de intercambiador consiste en un haz de tubos, por donde se hace pasar una corriente de intercambio, que se introducen dentro de una coraza en cuyo interior se hace circular la otra corriente de intercambio.

Mantenimiento de intercambiadores de calor

Los intercambiadores de calor en forma general, trabajan mediante la circulación de fluidos a través de su estructura, esto produce con el tiempo, debido a la operación del equipo, obstrucciones de las zonas de flujo por corrosión de la estructura del intercambiador ó por deposición de sólidos disueltos en los fluidos. Al presentarse estas características en el interior de los equipos, se producen incrustaciones en la superficie interior y exterior de los tubos según sea el caso, generando una resistencia extra a la transferencia de calor y al paso del fluido y con esto pérdidas en la eficiencia de los equipos.

La finalidad de un mantenimiento radica en la eliminación de los depósitos que obstruyen o imposibilitan la correcta transferencia en los intercambiadores, estas suelen producirse por deposición de los sólidos en las paredes externas de los tubos, en las paredes internas de los tubos, así como en la superficie interna de la coraza, dificultando la transferencia de calor entre los fluidos, además de ofrecer restricciones a la circulación en estos equipos.

Este mantenimiento se prevé ser realizado en la parada de planta anual, dada la baja presencia de sustancias capaces de formar costras en los circuitos involucrados.

Filtrado de silicato de sodio

Los equipos de filtrado son similares a los utilizados en las etapas homólogas, las que se detallarán mas adelante.

Depósito de silicato de sodio

Las soluciones de silicato de sodio se evaporan lentamente cuando son expuestas al aire, así que los tanques deben estar cerrados pero ventilados. Los tanques deben ser construidos de acero al carbón, hierro o concreto y deben tener espacio suficiente para que un hombre tenga acceso para la inspección y mantenimiento. Si es posible los tanques deben estar localizados en un punto cercano a los lugares de consumo. El punto de congelación de estas soluciones es cercano al del agua. En consecuencia, en climas fríos, los tanques de almacenaje deben mantenerse en edificios con calefacción. En soluciones de silicato que han sido congeladas y luego descongeladas, contendrán silicato altamente concentrado en el fondo y una solución relativamente diluida en la parte superior, debido al fenómeno físico de separación. Se puede volver a mezclar, agitándola vigorosamente a bombeándola hasta que la solución tenga todas las características del original. Las soluciones sobre 60 °C no se separan o congelan pero se vuelven sólidas y frágiles. Del mismo modo, no se separan en porciones diluida y concentrada cuando se calientan a temperatura ambiente. Si se requiere calentamiento puede usarse cinta eléctrica o serpentines de vapor convencionales.

Se prefiere el calentamiento exterior al interior ya que lo minimiza por zona y previene algunas variaciones en la concentración del silicato dentro del tanque. En cualquier momento se debe evitar la evaporación por calentamiento prolongado. Las soluciones de silicato pueden ser almacenadas por largos períodos de tiempo en tambores cerrados, recipientes de acero u otros recipientes hechos de material no reactivo. No deben utilizarse recipientes de aluminio, acero galvanizado o zinc ya que existe la posibilidad de formar gas de hidrógeno e incendiar o hacer explotar el recipiente.

Por todo lo anterior el equipo a utilizar estará ubicado en el interior de la planta para evitar complicaciones provocadas por congelamiento, y será un tanque que será constituido con Plástico Reforzado con Fibra de Vidrio (PRFV) dado que es un material compuesto, constituido por una estructura resistente de fibra de vidrio y un material plástico que actúa como aglomerante de las mismas. El refuerzo de fibra de vidrio, provee al compuesto:

- Resistencia mecánica
- Estabilidad dimensional
- Resistencia al calor

La resina plástica aporta:

- Resistencia química dieléctrica
- Comportamiento a la intemperie

Cuando el vidrio se convierte en finas fibras, su tensión de rotura a la tracción, aumenta considerablemente.

Para la fabricación de fibra de uso en plástico reforzado, se emplea el vidrio tipo "E", el cual es un vidrio borosilico, con escaso contenido de álcalis, (menor a 1%).

Las resinas más comúnmente empleadas son las poliésteres. Las mismas resultan de combinar ácido polibásico (saturados o insaturados) con glicoles. De los distintos compuestos usados y de las diferentes proporciones entre ellas, surgen diversos tipos de resinas. Las resinas pasan del estado líquido al sólido, por copolimerización del poliéster, con el aporte de un iniciador activo (catalizador) en combinación con otro producto químico (acelerador) o aporte de calor.

Los plásticos reforzados son un material flexible pero a su vez, muy resistente mecánicamente.

Los tanques accesorios y muy principalmente los caños en PRFV llevan como acabado superficial interno con terminación espejo y sección perfectamente circular, debido a que estos se moldean sobre matrices de una sola pieza. Debido a sus propiedades anticorrosivos, las propiedades se mantienen aún en largos períodos de tiempo.

El PRFV es inerte a una gran cantidad de compuestos la inercia química, está influenciada por la temperatura, el tipo de resina usada y la concentración del producto agresivo. El PRFV resiste perfectamente la corrosión de los agentes más agresivos y al ser un material dieléctrico está excluido de los casos de corrosión electroquímica.

Envasado de silicato de sodio y sílice coloidal

Se utilizarán surtidores, los cuales están dotados de:

- Electrobomba volumétrica autocebante de paletas
- Válvula by-pass y filtro de acero inoxidable
- Motor eléctrico autoventilado protección IP55 con interruptor térmico de protección. Alimentación 220 VCA

- Pistola automática y manguera de 4 metros, con conexiones de entrada / salida \varnothing 1" BSP
- Medidores de caudal de desplazamiento positivo del tipo disco oscilante o ruedas ovales, con exactitudes de $\pm 1\%$ y $\pm 0,25\%$.
- Opcional: Pedestal para fijación al piso que permite alojar y ocultar cables y cañería.



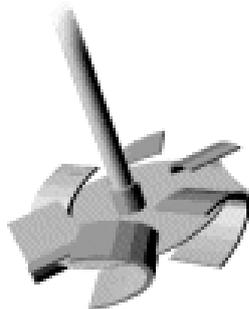
El equipo anterior tiene características específicas:

- Rangos de caudal: 6000 l/h.
- Medidor de caudal: Tipo disco oscilante, de 3 o 4 dígitos con 2 totalizadores, uno reseteable a cero para cada despacho y otro permanente.
- Exactitud: $\pm 1\%$

Precipitación controlada

Al igual que en la producción de silicato de sodio no existen equipos en el mercado que se adapten al proceso, por lo tanto se realizará el diseño (según lo descrito en la etapa de Precipitación controlada) y se pedirá la construcción del mismo a personal especializado. Los principales componentes del equipo son:

- Recipientes: tendrán en promedio 250 l cada uno
- Agitadores:



- Bombas: se utilizará el modelo genérico pero con una protección de resina epoxi externa y cerámica del rotor lo que vuelve a la bomba resistente contra la corrosión y desgaste por arena y precipitados que se utiliza en el proceso. El modelo y las características se detallan a continuación:

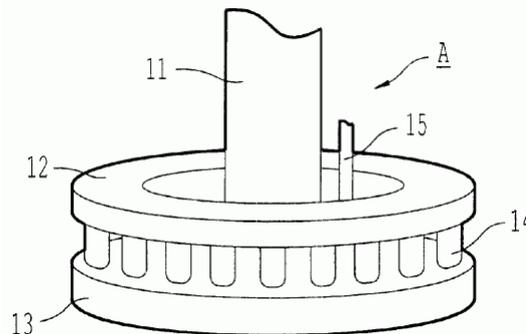


- Construcción monoblock
- Eje horizontal de dos cámaras
- Diámetro de aspiración: 1"
- Diámetro de impulsión: 1"
- Aislamiento clase F y H
- Potencia: 1 CV.

Nebulización

La nebulización se efectúa con un equipo específico que también debe ser construido a medida, el mismo posee una recirculación de agua y un atomizador.

El equipo de atomizado debe contar preferentemente con discos rotativos como el que detalla la siguiente figura:



En éste al girar el eje (11), a 12000 RPM, la alimentación, que ingresa por el tubo (15), es proyectada en forma radial a través de los canales (14) que existen entre los dos discos (12 y 13) que giran solidarios al eje.

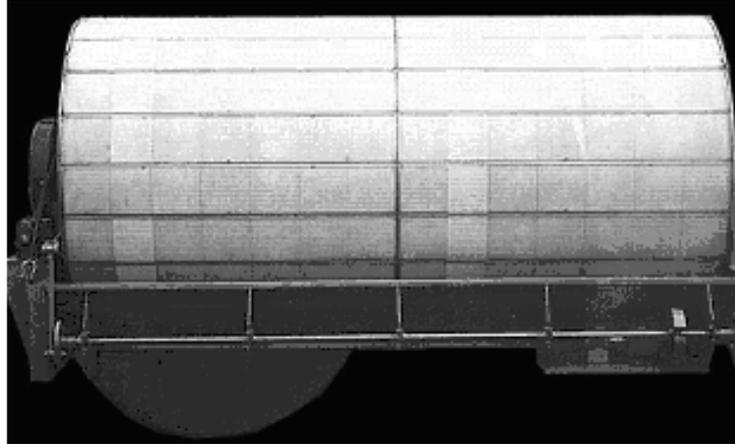
Filtrado y lavado de sílice precipitada y de gel de sílice

El filtro consiste en un tambor giratorio subdividido en celdas de filtración instaladas en una envoltura para trabajar bajo presión. Cada celda contiene el elemento filtrante conectado con el exterior por medio de conductos que transportan el líquido filtrado y el agua de lavado directamente hacia una válvula rotatoria interna. Los elementos filtrantes se ajustan para tortas que van desde 1 hasta más de 20 mm de espesor.

La rotación continua del tambor va exponiendo consecutivamente a las diferentes celdas a las secciones de filtración, lavado, descarga de torta y limpieza del filtro. El ciclo se repite mientras el tambor completa su rotación de 360°. El número y procedimiento de lavados se puede variar dependiendo de las especificaciones del producto.

La descarga de la torta tiene lugar continuamente con la acción de las placas que la desprenden del tambor para luego descargarla en una tolva. La descarga del producto es asistida por una cuchilla oscilante que raspa cada una de las celdas sin llegar a tocar al paño filtrante, y con un leve soplo de aire comprimido.

Velocidad de filtrado: 2500 l / h.



Secado de sílice precipitada y de gel de sílice y molienda

En el secador indirecto, más adecuado para materiales finos y polvos, hay poco o casi ningún contacto entre el producto y los gases de secado, dado que se calientan desde el exterior, a través de una chaqueta estacionaria acondicionada con quemadores múltiples o con una fuente de calor externa.

Distinguidos por su flexibilidad y por su sólida construcción, los secadores rotatorios son menos sensibles a las enormes fluctuaciones en el rendimiento y el tamaño del producto.

Para lograr una mayor eficiencia térmica y en los casos en que se requiere inertización, se puede usar el reciclado de los gases de escape. Esto se puede realizar en todos los sistemas de secado con corriente de aire o adaptarse en el futuro a las operaciones de secado.

El equipo a utilizar se muestra a continuación:



El siguiente cuadro resume las principales características del molino de bolas seleccionado para la molienda suave, el cual se practicará solamente sobre la sílice precipitada, ya que el gel de sílice no se aglomera en el secado:

Característica	Valor
Material	Acero
Capacidad	300 Kg
Dimensiones	0,5 m de diámetro
	1,5 m de ancho
	4 m de largo total
Funcionamiento	Consiste en un molino de bolas de alta velocidad de giro. El material ingresa por la tolva de alimentación, por medio de una bomba. La descarga se realiza pasando el material por una malla cilíndrica concéntrica con el volante. Cuenta con una criba anexa, de malla 100, que clasifica el material por tamaño y recircula por aspiración las partículas que no atraviesan la malla clasificadora.
Descripción	Cámara de molienda de 45 cm de diámetro, boca de descarga circular de 20 cm de diámetro, aproximadamente, 10.000 rpm de velocidad de giro.
Fuente de energía	Electricidad
Consumo	10 KW/h

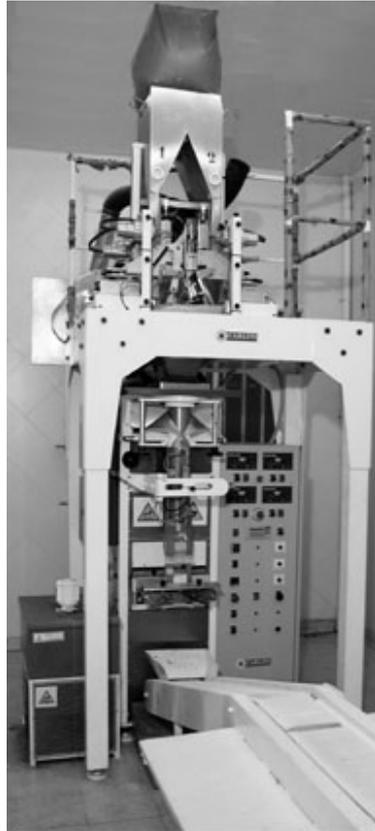
Envasado de sílice precipitada y gel de sílice

La embolsadora utilizada es para bolsas de boca abierta de carga por gravedad.

Es un equipo diseñado para el llenado por peso de bolsas de boca abierta de gran capacidad (hasta 50 Kg.) con productos de fácil deslizamiento.

Se cuelga la bolsa mediante un sistema de sujeción neumático solidario a la balanza, que proporciona un cierre hermético. Se presiona el botón de arranque y se produce el llenado. La máquina se detiene sola al llegar al peso final configurado. Luego se puede retirar la bolsa para cerrarla y así comenzar un nuevo ciclo.

El llenado se produce por la apertura de una válvula mariposa, que posee 2 posiciones. La balanza cuenta con 2 cortes programables de modo de permitir el llenado en velocidad rápida y el ajuste del peso final con aproximación lenta.



Intercambio iónico de silicato de sodio

La resina que se utilizará, por sus propiedades, será la siguiente:

Nombre comercial	Tipo	Matriz	Grupo funcional
Dowex Marathon MSC	Catión de ácido fuerte	Gel de Estireno-DVB Macroporoso	Ácido sulfónico

Cuyas características son:

Especificaciones	Unidades	Forma Na ⁺	Forma H ⁺
Capacidad de intercambio Total, min.	eq/l	1,7	1,6
Capacidad de intercambio Total, min.	Kg/ft ³ como CaCO ₃	37,1	35,0
Capacidad de retención de agua	%	44 - 50	50 - 56
Coefficiente de Uniformidad		1,1 max.	1,1 max.

La información anterior indica que para regenerar la columna cada 12hs deberá tener un volumen de 300 litros.

Polimerización

Este proceso requiere de un equipo específico de no muy difícil construcción pero que no se encuentra en el mercado. Por esta razón se hará construir medida junto con los equipos que así lo requieran y de acuerdo a las especificaciones antes descriptas (ver Polimerización).

Manejo del agua y vapor

Enfriado

Se utilizará un enfriador de agua tipo Chiller. Estas unidades están conformadas por dos elementos de transferencia de calor un evaporador y un condensador, además de los elementos clásicos del ciclo de refrigeración (compresor, válvula de expansión, filtros, etc.) Los Chiller son unidades que se encargan de enfriar agua para aplicaciones varias. Este proceso se realiza mediante la compresión de un gas refrigerante el cual sale comprimido de la bomba o compresor a una temperatura de aproximadamente 80 grados, circula a través del condensador manteniendo la presión y bajando la temperatura a 40 grados aproximadamente luego pasa por la válvula de expansión donde el gas se expande produciendo su enfriamiento, el gas circula dentro de los tubos del evaporador donde se genera la transferencia con el agua enfriándola hasta una temperatura que puede oscilar entre -1 y 4 grados (o menos de acuerdo al control).

El equipo a utilizar presenta las siguientes características que se adaptan al proceso:

Característica	Valor
Línea	Hiross Hiperchill
Modelo	ICE 116
Potencia frigorífica	115,5 KW
Consumo eléctrico	37 KW

El equipo es físicamente similar al siguiente:



Filtrado

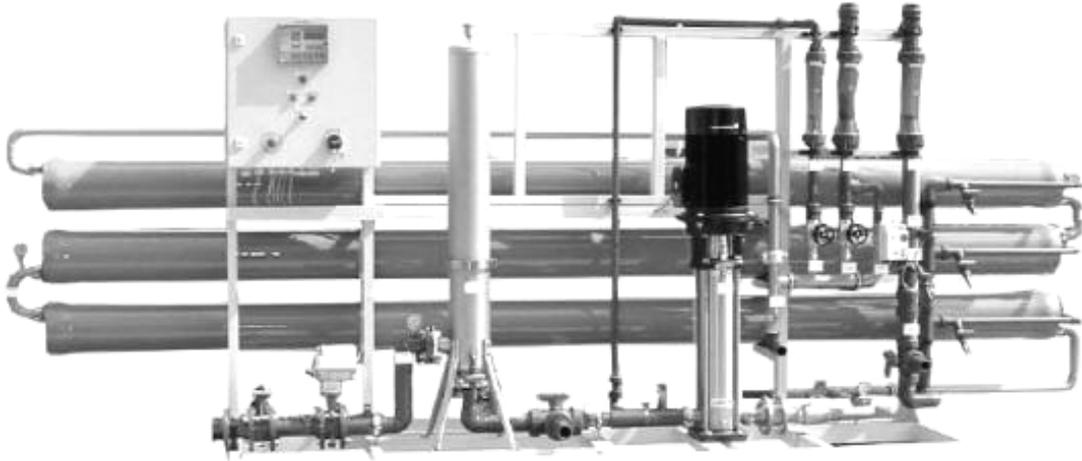
El equipo de filtrado para esta etapa es el mismo modelo utilizado para los otros procesos, sólo que se utilizará tres unidades conectadas en paralelo, para lograr la capacidad de filtrado necesaria.

Ósmosis inversa

El equipo de ósmosis a utilizar tiene las siguientes características:

- Prefiltros de 5 micras de acero inoxidable
- Porta membranas de fibra de vidrio
- Bomba de alta presión acero inoxidable
- Válvulas reguladoras de flujo Acero inoxidable
- Medidor electrónico de flujo de permeado
- Medidor de flujo de rechazo

- Medidor electrónico de conductividad
- Mando de presión en alimentación y en membranas
- Mando de control de pretratamiento y tanques
- Manómetros acero inoxidable rellenos de glicerina (5)
- Electricidad 220/440 (50 ó 60 Hz)



Depósito de agua de recicló

Este será otro tanque de Plástico Reforzado con Fibra de Vidrio (PRFV), como los que se utilizaron en otras etapas, que servirá de pulmón, antes de que esta agua, y la de pozo, entren a la depuración final.

Recepción de agua

Se implementará una electrobomba sumergible centrífuga multicelular para pozos de 4" de diámetro mínimo y agua limpia, indicada para aplicaciones civiles e industriales, riegos, abastecimiento a poblaciones, plantas industriales, etc. La distancia mínima de la bomba al fondo del pozo será de 30 cm. No utilizar la bomba en agua con contenido de arena superior a 30 g/m³.

Sus principales características son:

- Motor eléctrico con rotor bañado en agua
- Los tipos trifásicos se suministran a una sola tensión 220 ó 380 v
- Camisa de la bomba y eje en acero inoxidable
- Cuerpo de aspiración e impulsión en Latón
- Turbinas y difusores en policarbonato
- Válvula de retención incorporada en todos los modelos
- Temperatura máxima del agua 30° C
- Es imprescindible proteger la bomba contra la falta de agua. No puede trabajar en vacío

A continuación se muestra la imagen de la bomba a utilizar:



Depósito de agua de pozo

Este será otro tanque de Plástico Reforzado con Fibra de Vidrio (PRFV), como los que se utilizaron en otras etapas, que servirá de pulmón, antes de que esta agua, y la de reciclo, entren a la depuración final. El mismo es muy pequeño respecto a los anteriormente usados.

Filtrado de agua

Los filtros de arena, como los que se utilizarán, son los elementos más utilizados para filtración de aguas con cargas bajas o medianas de contaminantes, que requieran una retención de partículas de hasta veinte micras de tamaño. Las partículas en suspensión que lleva el agua son retenidas durante su paso a través de un lecho filtrante de arena. Una vez que el filtro se haya cargado de impurezas, alcanzando una pérdida de carga prefijada, puede ser regenerado por lavado a contra corriente.

La calidad de la filtración depende de varios parámetros, entre otros, la forma del filtro, altura del lecho filtrante, características y granulometría de la masa filtrante, velocidad de filtración, etc.

Estos filtros se pueden fabricar con resinas de poliéster y fibra de vidrio, muy indicados para filtración de aguas de río, de pozo y de mar por su total resistencia a la corrosión. También en acero inoxidable y en acero al carbono para aplicaciones en las que se requiere una mayor resistencia a la presión.

La imagen de equipo es la siguiente:



Intercambio iónico

La resina utilizada para esta etapa será la misma que se usó para el intercambio catiónico del silicato de sodio, más la que se utilizará para el intercambio aniónico, que por sus propiedades, será la siguiente:

Nombre comercial	Tipo	Matriz	Grupo funcional
Dowex Marathon 11	Base aniónica fuerte tipo I	Gel Estireno-DVB	Amonio cuaternario

Cuyas características son:

Especificaciones	Unidades	Forma OH⁻
Capacidad de intercambio Total, min.	eq/l	1,3
Capacidad de intercambio Total, min.	Kgr/ft ³ como CaCO ₃	28,4
Capacidad de retención de agua	%	48 - 58
Coeficiente de Uniformidad		1,1 max.

Depósito de agua desionizada

Este será otro tanque de Plástico Reforzado con Fibra de Vidrio (PRFV), como los que se utilizaron en otras etapas, que servirá de pulmón, antes de que esta agua, entre al proceso en sí. El mismo es grande respecto a los anteriormente usados.

Ebullición

Para la selección de calderas, seis criterios deben ser considerados al momento de seleccionar una caldera para cumplir con los requerimientos de la aplicación.

Estos criterios son:

- Requerimientos de códigos y normas
- Vapor o agua caliente
- Carga de la caldera
- Número de calderas
- Consideraciones de funcionamiento
- Consideraciones especiales

Existe un número de códigos y normas, leyes y regulaciones que abordan a las calderas y el equipo asociado que deben ser considerados cuando se diseña un sistema. Los requerimientos regulatorios son dictados por varias instituciones y todas ellas se enfocan principalmente en la seguridad. Aquí presentamos algunas reglas claves a considerar:

La industria de la caldera está estrictamente regulada por la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME: American Society of Mechanical Engineers) y por los códigos ASME, los cuales gobiernan el diseño, la inspección y el seguro de calidad de las calderas.

Los recipientes a presión de las calderas deben presentar el estampado ASME. (Desaireadores, economizadores y otros recipientes a presión también deben estar estampados por ASME).

La compañía aseguradora de la instalación o la caldera puede exigir requerimientos adicionales. Los fabricantes de calderas proveen a sus clientes opciones para satisfacer las exigencias de las compañías aseguradoras. Estas

opciones son accesorios o equipo que usualmente pertenecen a controles de seguridad.

La mayoría de las autoridades, estatales y municipales requieren de un permiso para instalar y/u operar una caldera.

Se puede requerir de un operador de tiempo completo para la caldera. Los requerimientos del operador dependen del tamaño de la caldera, presión, superficie de calentamiento o volumen de agua. Las calderas pueden ser seleccionadas, lo que minimiza los requerimientos, ya sea porque cumple los requerimientos y se está exento o por poseer un equipo especial que da al operador más libertad en las instalaciones.

La mayoría de los estados o provincias requieren de una inspección anual. Pueden existir otros requerimientos por cumplir debido a la tubería.

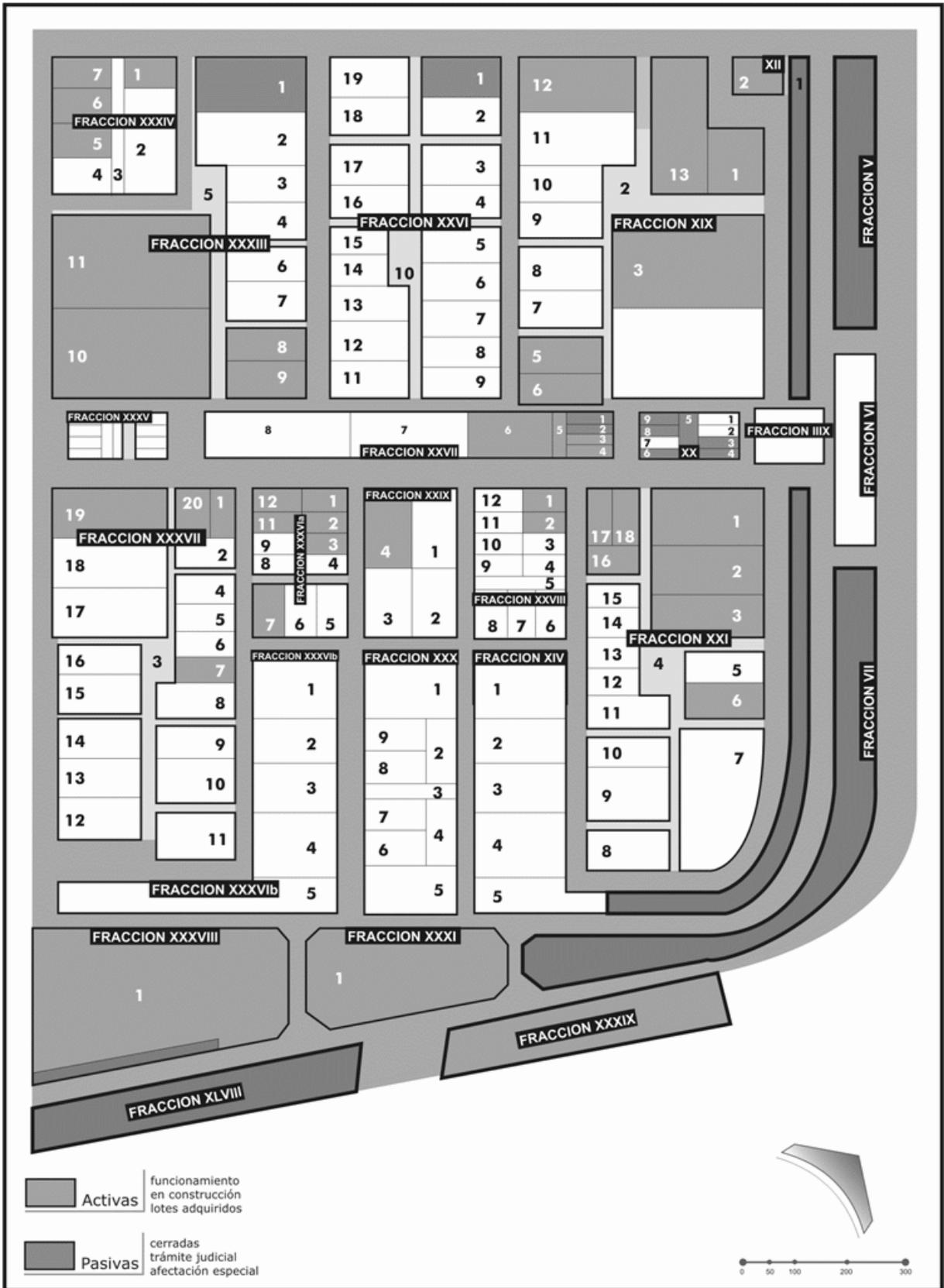
La caldera seleccionada es de cuatro pasos, con lo que cubre estos requisitos y se muestra en la siguiente figura:



Microlocalización

Habiéndose definido la zona o región en la cual se radicará la industria, es necesario hacer un análisis para determinar el lugar exacto donde se construirán las instalaciones fabriles.

Aquí se detalla la ubicación exacta de la parcela elegida dentro del loteo del parque industrial. La misma es la ubicada en la Fracción XXI parcela 7, la cual ofrece una buena accesibilidad dado que posee accesos en todo su perímetro y está relativamente cercana y accesible a la entrada del complejo fabril.



Algunas de las características del lote son las siguientes:

Característica	Valor
Largo	264 m

Ancho	156 m
Superficie	36019 m ²
Precio del m ²	\$ 10

Algunas de las medidas de promoción del parque no mencionadas anteriormente son:

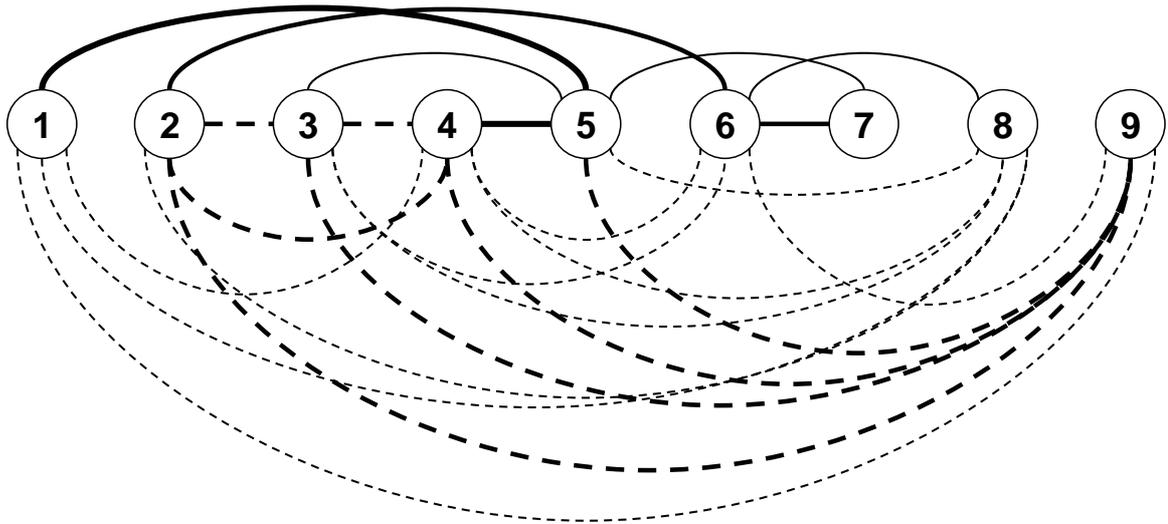
- Ejecución de políticas tendientes a lograr incentivos para que empresas argentinas e internacionales radiquen plantas fabriles y emprendimientos productivos en general, en el PEC.
- Gestión ante los municipios, ministerios, reparticiones y entes de la Provincia de Buenos Aires o de la Nación Argentina, del otorgamiento de regímenes impositivos, crediticios o arancelarios que beneficien a las empresas que comprometan su radicación.
- Las empresas radicadas en el PEC gozan de los beneficios de la Ley N° 10.547 (Ley de Promoción Industrial)
- Las Municipalidades de San Nicolás y Ramallo, las cámaras de la producción y los sindicatos, suscribieron un "Acuerdo Social" tendiente a prevenir y/o solucionar conflictos y a flexibilizar las relaciones laborales entre empleados y empleadores.
- Exenciones de tasas e impuestos municipales, hasta un total de 10 años en algunos casos y eximición directa de pago en otros.
- Los terrenos se adjudican de inmediato para la construcción e instalación de plantas industriales y emprendimientos productivos. Trámites sin demora y posesión inmediata de los terrenos, sin constitución de garantías reales y sin costos de escrituración. Precios competitivos con financiamiento propio del ente.

Layout de la planta

Para efectuar el layout de planta se procedió a definir la tabla de afinidades de las principales zonas del proceso:

Zonas	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1- Recepción y depósito de arena		U	U	X	A	U	U	X	X
2- Recepción y depósito de ácido			XX	XX	U	I	U	X	XX
3- Recepción y depósito de base				XX	O	X	U	X	XX
4- Caldera					A	X	U	X	XX
5- Zona de producción de silicato de sodio						U	O	X	XX
6- Zona de producción de derivados							I	O	X
7- Zona de tratamiento de agua de entrada								U	U
8- Envasado y depósito de producto terminado									U
9- Oficinas									

A continuación se muestra el diagrama de hilos confeccionado con la tabla de afinidades anteriormente presentada:



Referencias:

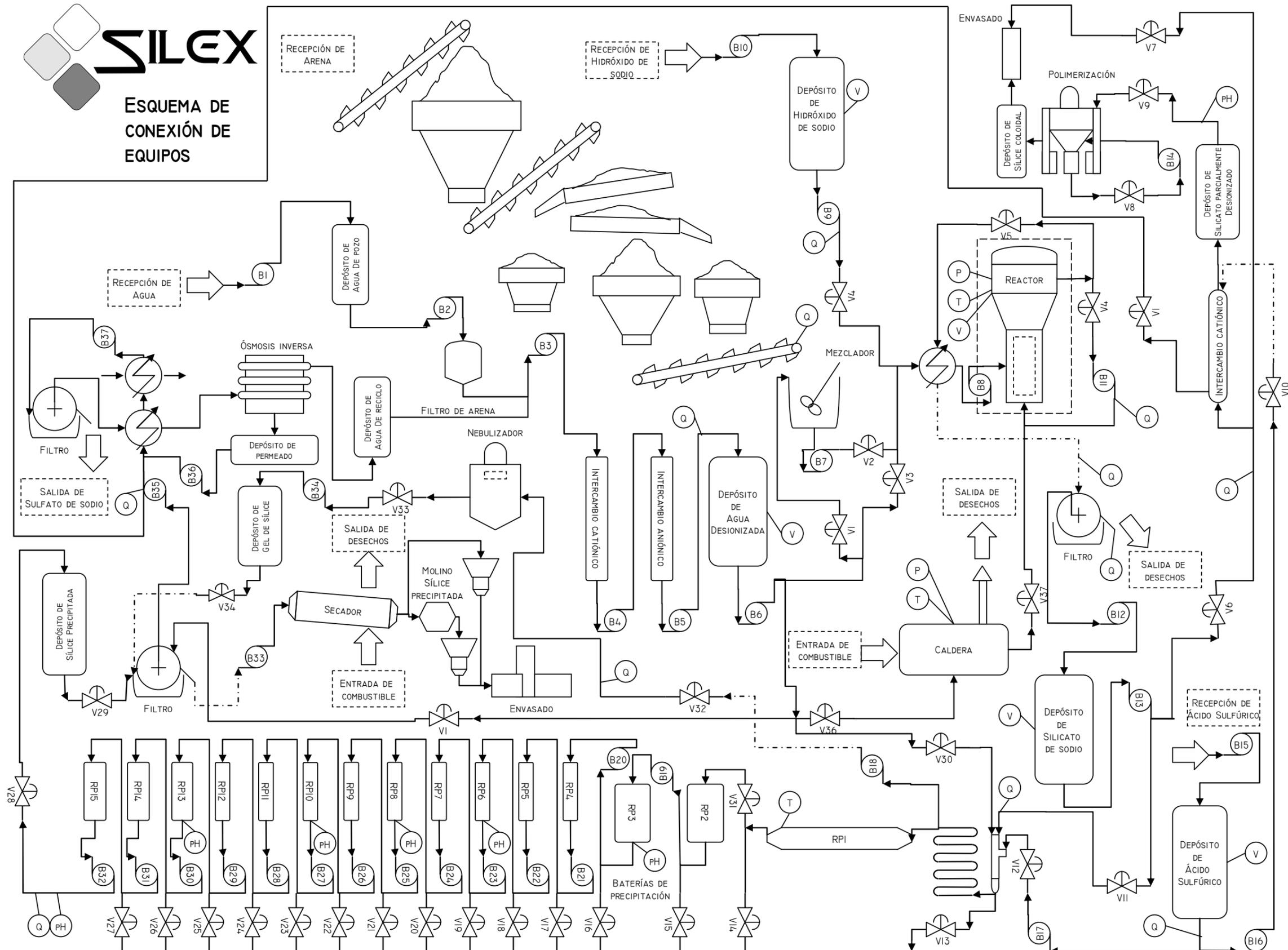
A	—	Absolutamente necesario
I	—	Importante
O	—	Ordinaria
U		Sin importancia
X	----	Indeseable
XX	--	Muy indeseable

Como puntos relevantes puede observarse que:

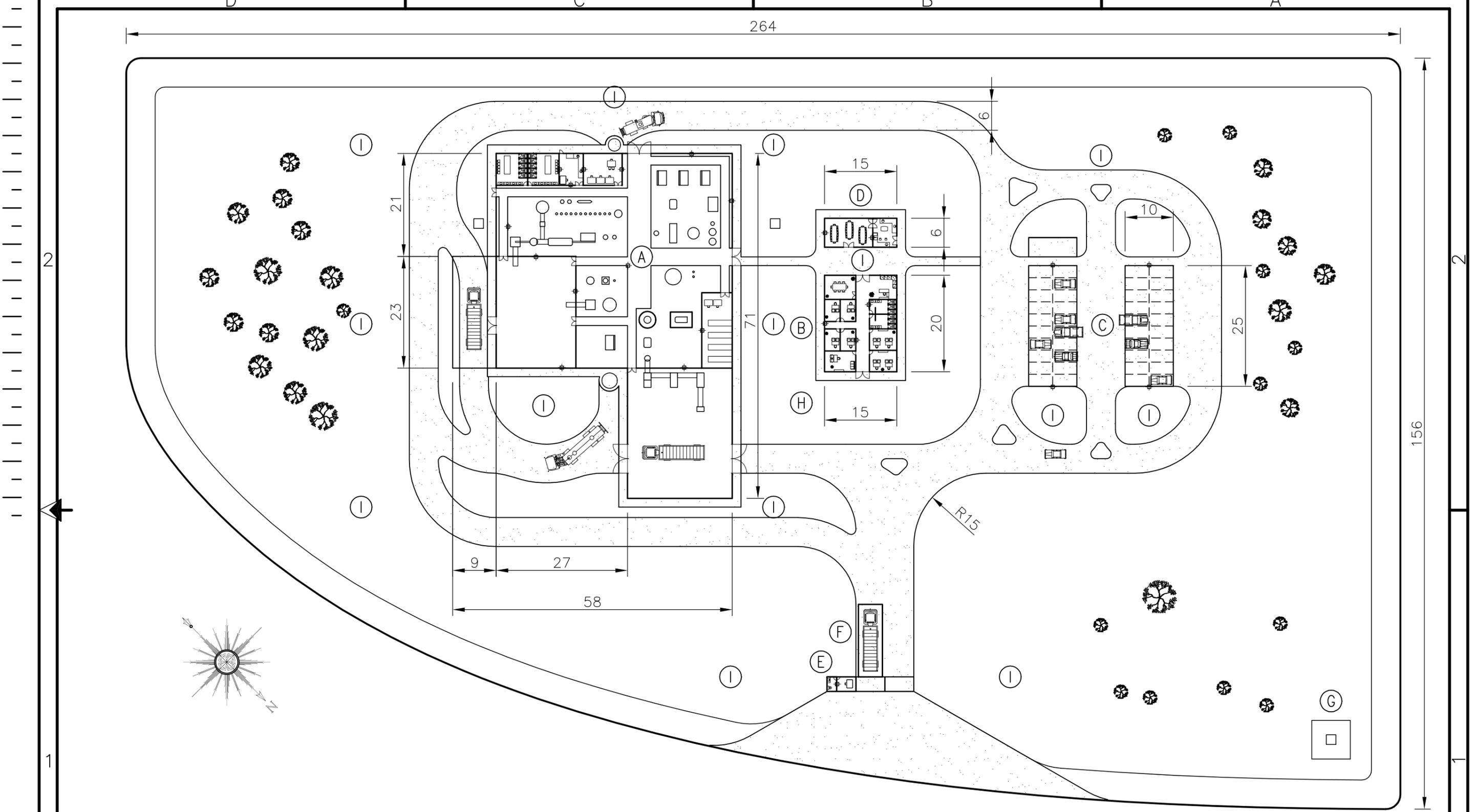
- Los depósitos de ácido y de base deben estar separados debido a posibles reacciones violentas y no deseadas entre los mismos.
- La recepción de arena y el depósito de la misma debe estar lo mas cerca posible de la zona de producción de silicato de sodio dado que el transporte de la misma es engorroso.
- Las oficinas deben estar alejadas de casi todos los procesos dado que en estas zonas se trabaja con ácidos y bases como así también existen equipos que trabajan a muy alta presiones y temperaturas (Caldera, digestor, etc.).

Esquema de conexión de equipos

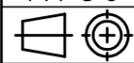
Se diagramó la afinidad de conexiones existentes entre los diferentes equipos de la planta de manera de crear una herramienta complementaria para definir el layout definitivo:

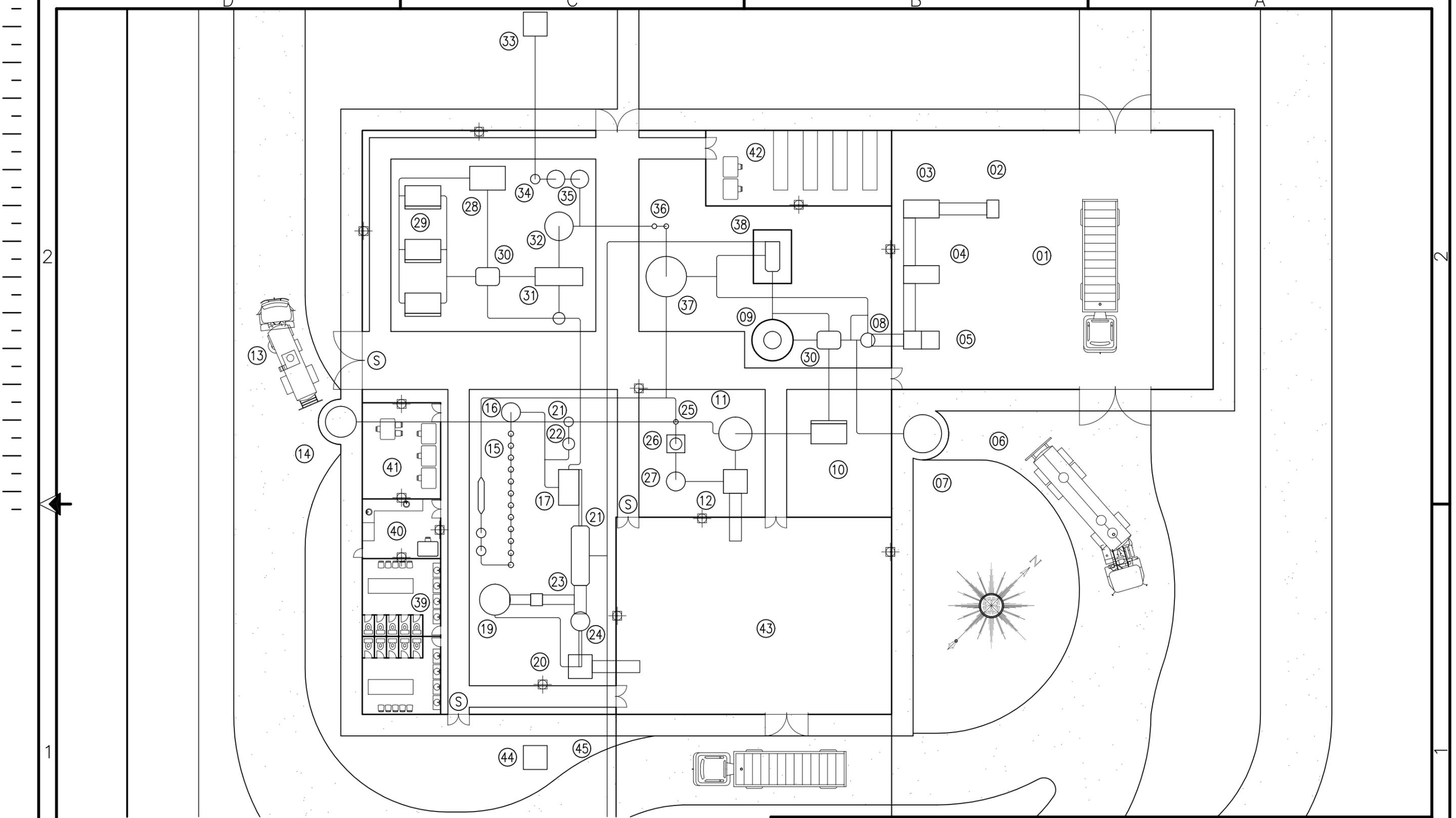


Se presentan a continuación tres planos que detallan la ubicación y tamaño de los componentes relevantes de la planta. Los mismos son de vista superior dado que la altura entre los equipos no presenta variaciones significativas como para ser detalladas, siendo la altura de la planta de 5 metros para el sector producción.



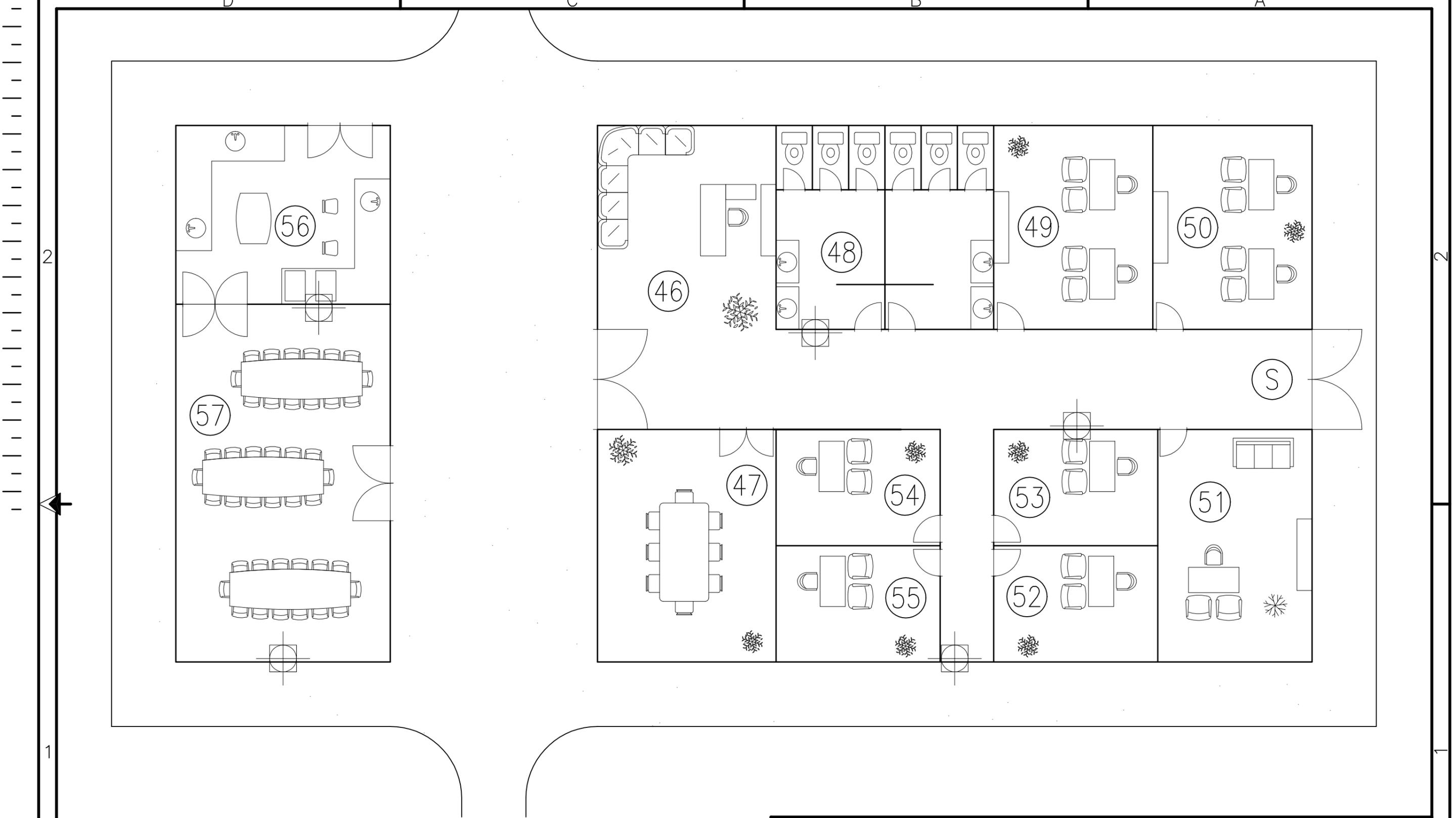
- A - Sector Producción
- B - Sector Administración
- C - Estacionamiento
- D - Comedor
- E - Guardia
- F - Báscula
- G - Estación transformadora de energía
- H - Punto de encuentro
- I - Iluminación
- ☒ - Respuesta a emergencias

Proyecto	Fecha	Nombre	Cliente FCEfyN	Planta Silex SA	
	Dibujado	04/12/06			ASB / FSC
	Revisado	04/12/06			ASB / FSC
Aprobado	04/12/06	ASB / FSC	Establecimiento Vista de planta		
Escala	1:750				N° de plano cliente 0000-0001
 Tolerancia Rugosidad Superficial $\sqrt{R_a} = \sqrt{3.2}$					N° de plano 0000-0001
				Reemplaza a -	

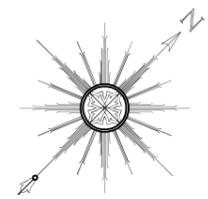


- | | | |
|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> A - Sector Producción 01 - Recepción de arena 02 - Manipulación interna 03 - Limpieza 04 - Clasificación 05 - Depósito de arena 06 - Recepción de hidróxido de sodio 07 - Depósito de hidróxido de sodio 08 - Digestión 09 - Filtrado de silicato de sodio 10 - Depósito de silicato de sodio 11 - Envasado de silicato de sodio y sílice coloidal 12 - Recepción de ácido sulfúrico 13 - Depósito de ácido sulfúrico 14 - Precipitación controlada 15 - Depósito de sílice precipitada húmeda 16 - Filtrado y lavado de sílice precipitada y gel de sílice | <ul style="list-style-type: none"> 17 - Secado y molienda de sílice precipitada 18 - Depósito de sílice precipitada 19 - Envasado de sílice precipitada y gel de sílice 20 - Nebulizado 21 - Depósito de gel de sílice húmedo 22 - Secado de gel de sílice 23 - Depósito de gel de sílice 24 - Intercambio iónico de silicato de sodio 25 - Polimerización 26 - Depósito de sílice coloidal 27 - Enfriado 28 - Filtrado 29 - Intercambiador de recuperación 30 - Ósmosis inversa 31 - Depósito de agua de reciclo 32 - Recepción de agua 33 - Depósito de agua de pozo | <ul style="list-style-type: none"> 34 - Filtrado de agua 35 - Intercambio iónico 36 - Depósito de agua desionizada 37 - Ebullición 38 - Mezclador 39 - Baños y vestuarios 40 - Laboratorio de calidad 41 - Sala de control 42 - Pañol y mantenimiento 43 - Depósito de productos terminados 44 - Planta depuradora de agua 45 - Tubería de recepción de gas <p>S - Salida de emergencia
* - Respuesta a emergencias</p> |
|---|---|---|

Proyecto	Fecha	Nombre	Cliente FCEfyN	Planta Silex SA	
	Dibujado	04/12/06			ASB / FSC
	Revisado	04/12/06			ASB / FSC
Aprobado	04/12/06	ASB / FSC			
Escala 1:300  Tolerancia Rugosidad Superficial $\sqrt{\quad} = \sqrt{\quad}^{3.2}$	<h1 style="margin: 0;">Sector Producción</h1> <h2 style="margin: 0;">Vista de planta</h2>			N° de plano cliente 0000-0002	
				N° de plano 0000-0002	
				Reemplaza a -	



- B - Sector Administración
- 46 - Recepción
- 47 - Sala de conferencias
- 48 - Baños
- 49 - Oficina de calidad, seguridad y medio ambiente
- 50 - Oficina de comercialización
- 51 - Oficina de gerencia
- 52 - Oficina de compras
- 53 - Oficinas de finanzas
- 54 - Oficinas de producción
- 55 - Oficina de recursos humanos
- 56 - Cocina
- 57 - Comedor
- S - Salida de emergencia
- * - Respuesta a emergencias



Proyecto	Dibujado	04/12/06	ASB / FSC	Cliente FCEfyN	Planta Silex SA
	Revisado	04/12/06	ASB / FSC		
	Aprobado	04/12/06	ASB / FSC		
	Escala	1:100		Sector Administración Vista de planta	Nº de plano cliente 0000-0003
	Tolerancia Rugosidad Superficial	$\sqrt{3.2} = \sqrt{\quad}$			Nº de plano 0000-0003
					Reemplaza a -

Se resume el valor de las principales áreas en la siguiente tabla:

Elemento	Área en m ²
Terreno	36019
Pavimentación	6642
Estacionamiento	540
Entrada	36
Carga de producto terminado	207
Depósito de arena	594
Nave industrial	2112
Área de oficinas	300
Comedor y cocina	90
Senderos	791
Garita de seguridad	18
Parque	28179

El factor de ocupación de superficie de la planta es de 0,11, lo que es indicador de que el área no cubierta es más que suficiente para compensar el impacto del área cubierta sobre el entorno.

Vistas en perspectiva del establecimiento

Vista de acceso a la planta:



Vista de oficinas y comedor:

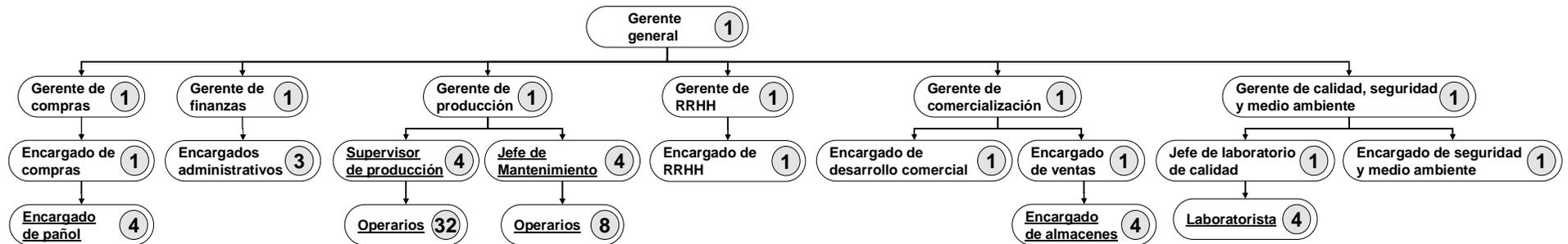


Vista panorámica de la nave industrial:



Organización de la planta

Se definió la estructura de la organización como se muestra en el siguiente organigrama:



En el mismo se muestra la cantidad de personas totales en cada puesto. Los sectores que se encuentran subrayados indican que el número de personas que se encuentran en el puesto debe ser dividido por tres turnos.

Si bien la empresa es mediana en cuanto a facturación, tal superestructura está justificada debido a que esta empresa será la única en el país y deberá satisfacer los requisitos de los clientes a la perfección con el fin de insertarse en el mercado sustituyendo las importaciones. Por estos motivos es necesario crear una estructura completa con todas las funciones necesarias definidas, de modo de reducir el riesgo de una implementación ineficiente del proyecto por problemas de incompatibilidades funcionales en la estructura de la organización, a expensas de elevar los costos indirectos de fabricación.

Funciones de los empleados por puesto

Gerente general

Esta persona, será la responsable de toda la empresa. Dentro de sus funciones se cuentan:

- Formular y supervisar la política y el sistema de calidad.
- Establecer un sistema de gestión ambiental.
- Asignar deberes y responsabilidades a los jefes de cada sector, así como respaldar las decisiones tomadas por ellos.
- Coordinar las áreas que forman parte de la empresa.
- Asignar adecuadamente los recursos.
- Fomentar el crecimiento con la puesta en marcha de nuevas alternativas.
- Comprometerse con el medio ambiente y la comunidad.

Debido a que sus funciones son tan amplias, el Gerente General cuenta con la ayuda de las demás Gerencias.

Gerente de compras

- Efectúa las compras necesarias, a efectos de minimizar costos y asegurar la operatividad de la empresa.
- Detecta nuevos productos sustitutos.
- Detecta nuevos productos potenciales.
- Contrata las compras en el exterior.
- Coordina las relaciones Administración de puertos y areneras.
- También tendrán contacto directo con los proveedores de la empresa, seleccionándolos y supervisando su desempeño, para así lograr un flujo de información que nos permita mantener siempre una buena relación a fin de contar con un respaldo eficiente de insumos en la cantidad, calidad y tiempo deseados.

Encargado de compras

- Procura activar y seguir la gestión de los proveedores, a efectos de que estos cumplan con las pautas de entrega establecidas en cuanto a calidad, cantidad y plazo de entrega.
- Contrata los medios de transporte necesarios.

Encargado de pañol

- Custodia el inventario de insumos.
- Planifica la entrega de insumos a la planta.
- Distribuye el equipo de protección personal al resto de los operarios.

Gerente de finanzas

El encargado de administración será un contador o administrador de empresas. Este desempeñara sus tareas durante un solo turno. Sus funciones serán:

- Liquidar sueldos.
- Manejar las tratativas con entidades bancarias.
- Establecer formas de financiamiento de inversiones.
- Confeccionar el sistema de estados contables.
- Realizar auditorias internas.

- Evaluar costos de la calidad y la no-calidad.

Encargados administrativos

Asisten a los demás sectores en:

- Recepción de las visitas
- Operación de pago de sueldos
- Comunicaciones externas

Gerente de producción

El gerente de producción o de planta, el cual será un ingeniero químico, tendrá las siguientes funciones:

- Planificar y ejecutar la producción.
- Control y seguimiento de procesos.
- Mantener el equipo y la maquinaria de producción.
- Supervisar las áreas de almacenamiento.
- Estudiar mejoras en el proceso para optimizarlo.
- Asegurar que el proceso se mantenga dentro de los límites que establece la política ambiental, implementando y manteniendo un programa de seguridad e higiene adecuado a la rama de producción.

Supervisor de producción

Es el nexo entre los operarios y la gerencia de producción. El mismo:

- Define y controla los parámetros de producción desde la sala de control de producción.
- Asigna tareas a efectuar.
- Coordina los procesos productivos con los de mantenimiento
- Registra las horas de operación de cada equipo así como también las cantidades producidas.

Jefe de Mantenimiento

- Planifica el mantenimiento preventivo.
- Comunica los insumos necesarios para mantenimiento a compras.
- Planifica y controla el mantenimiento rutinario de las líneas de producción, garantizando su óptimo rendimiento.
- Debe efectuar en el menor tiempo posible las reparaciones, a fin de solucionar cualquier parada de equipo.

Operarios

Ejecutan las operaciones de producción, como:

- Manejo de equipos
- Lectura de instrumentos
- Carga y descarga de materiales
- Reparaciones

Gerente de RRHH

- Integra a la persona a la cultura de la empresa.
- Determina las escalas de remuneraciones.
- Brinda apoyo al personal en cuanto a obras sociales.

- Controla la evolución de dotación contra el plan proyectado.
- Análisis del mercado ocupacional.
- Mantiene los contactos de la empresa con: cajas de previsión, cajas de subsidios, compañías de seguros, obras sociales, política de trabajo, etc.

Encargado de RRHH

- Coordinación de entrevistas, tests psicotécnicos y revisión médica de postulantes.
- Colocación de avisos.
- Planificación de carreras
- Cursos de capacitación
- Otorgamiento de becas
- Sistemas de incentivos
- Seguimientos de promociones planificadas

Gerente de comercialización

El gerente deberá ser una persona que tenga un gran conocimiento del mercado, de su evolución y con una mente innovadora, lo cual le permitirá a nuestra empresa estar siempre en ventaja frente a la competencia.

Tiene como funciones:

- Organizar y programar las compras de materias primas y reactivos de manera tal que se logre una adecuada asignación de recursos y un mayor tiempo de producción anual.
- Verificar cada pedido de los clientes de manera que se puedan comprobar los plazos de cumplimiento.
- Realizar un adecuado programa de mercadotecnia, abarcando investigación y desarrollo de nuevos mercados y productos, así como un estudio de las necesidades de los consumidores.
- Adecuar la publicidad que realiza la empresa logrando como objetivo la penetración a nuevos mercados mediante el envío de muestras y folletería, además de videos y de material gráfico (pagina Web) de la planta de producción.
- Prestar servicio de post-venta.
- Recabar datos sobre el desempeño fuera de la fábrica.

Encargado de desarrollo comercial

- Se ocupa de analizar el mercado real y potencial de la empresa.
- Evalúa el lanzamiento de nuevos productos.
- Determina la sensibilidad del mercado en cuanto a: calidad, precio, promoción y publicidad.
- En función de la información generada por investigación de mercado, propone cambios de diseño en los productos y en su presentación.
- Establece las campañas de publicidad y promoción.
- Contrata los servicios mencionados.
- Evalúa los resultados de las campañas de publicidad y promoción.

Encargado de ventas

- Coordina la fuerza de ventas, a los efectos de cumplir con los presupuestos de ventas.

- Brinda apoyo a la gestión de ventas en cuanto a: control de pedidos, archivo, evacuación consultas clientes, y distribución y seguimiento interno de pedidos de clientes y contratación de fletes.

Encargado de almacenes

- Preparación de cargas.
- Se ocupa de: almacenamiento de productos terminados, planificación de cargas, despacho físico.

Gerente de calidad, seguridad y medio ambiente

- El es encargado de la implementación de normas de seguridad e higiene.
- Verifica el cumplimiento de las normas.
- Implementa acciones para medir la satisfacción del cliente.
- Es el encargado de las auditorias internas que se realizan en la planta.

Jefe de laboratorio de calidad

- Controla que la materia prima recibida de los proveedores cumpla con los requisitos técnicos determinados.
- Realiza los controles y análisis correspondientes a los productos que se encuentran en proceso.
- Verifica que los productos terminados cumplan con las especificaciones determinadas.

Laboratorista

Ejecuta las técnicas analíticas y mediciones según normas.

Encargado de seguridad y medio ambiente

- Realizan la gestión ambiental.
- Se encargan de hacer cumplir las normas ambientales.

Programación de la producción

Para desarrollar la planificación uno de punto mas importantes a tener en cuenta es que el proceso es continuo, es decir que la planta operará durante las 24 horas.

El total de días al año a trabajar serán 345, previendo tiempo suficiente para algunos feriados, paradas anuales de mantenimiento e imprevistos, dando un total de 8280 h anuales.

La programación de la producción se hará de acuerdo a lo expuesto en el Capítulo III, en la sección Plan de producción, de modo de ajustar la producción anticipando la demanda, y teniendo en cuenta también lo expuesto en el Capítulo II, en la sección Techo de mercado, donde se detallan los diferentes factores que asocian la demanda con la producción que la fábrica debe efectuar. A continuación se expone una tabla con el plan de producción anual de cada uno de los productos:

Año	Silicato de sodio		Sílice precipitada		Sílice coloidal		Gel de sílice	
2007	777 Tn	94 Kg/h	2963 Tn	358 Kg/h	504 Tn	61 Kg/h	213 Tn	26 Kg/h
2008	812 Tn	98 Kg/h	3000 Tn	362 Kg/h	549 Tn	66 Kg/h	222 Tn	27 Kg/h

2009	844 Tn	102 Kg/h	3034 Tn	366 Kg/h	591 Tn	71 Kg/h	230 Tn	28 Kg/h
2010	872 Tn	105 Kg/h	3064 Tn	370 Kg/h	631 Tn	76 Kg/h	238 Tn	29 Kg/h
2011	897 Tn	108 Kg/h	3091 Tn	373 Kg/h	668 Tn	81 Kg/h	246 Tn	30 Kg/h
2012	918 Tn	111 Kg/h	3114 Tn	376 Kg/h	703 Tn	85 Kg/h	253 Tn	31 Kg/h
2013	935 Tn	113 Kg/h	3134 Tn	378 Kg/h	734 Tn	89 Kg/h	260 Tn	31 Kg/h
2014	950 Tn	115 Kg/h	3150 Tn	380 Kg/h	763 Tn	92 Kg/h	267 Tn	32 Kg/h
2015	960 Tn	116 Kg/h	3163 Tn	382 Kg/h	790 Tn	95 Kg/h	273 Tn	33 Kg/h
2016	967 Tn	117 Kg/h	3173 Tn	383 Kg/h	814 Tn	98 Kg/h	278 Tn	34 Kg/h

Inventarios

Para realizar el recuento de materias primas y productos que se disponen en la empresa se utilizará el método de inventarios P.E.P.S (primero entrado, primero salido).

Es importante destacar que el almacén de productos terminados tiene un área por demás suficiente para almacenarlos de manera de compensar las variaciones de demanda provocadas estacionalmente, como se vio en Capítulo II, en la sección Demanda estacional.

La calidad en el proyecto

Se prevé la implementación de un sistema de calidad (ISO 9000 e ISO 14000) luego de que la planta haya entrado en régimen y todos los sectores operen con normalidad, conociendo cada integrante de la empresa su rol.

Razones para la implantación de un sistema de calidad

- El mercado lo exige, ha evolucionado de manera que hoy la demanda es mayor que la oferta. Los clientes han aumentado sus exigencias en precios, plazos y cumplimiento de especificaciones, necesitando demostrar el fabricante, antes de cualquier pedido o contrato, que se está en condiciones de cumplir las exigencias señaladas por el cliente.
- Se reducen los fallos. El sistema ideal ha de ser inmune a los fallos.
- Se detectan errores y se mejoran los procesos.
- Se mejora la comunicación con el cliente. De esta manera se le da una mayor confianza, aumentando su satisfacción.
- Se reducen las auditorias externas. El obtener un certificado de calidad demuestra que se ha alcanzado y se mantiene un nivel de calidad. Esto da una mayor confianza al cliente, que no necesita comprobarlo por sí mismo.

Control de calidad del proceso

El sistema de control deberá recibir como variables del proceso aquellas indicadas en el Esquema de conexión de equipos, con las cuales se tomarán automáticamente las decisiones propicias para mantener el control estadístico del proceso.

Se prevé el control de laboratorio y registro de los siguientes parámetros sobre el silicato de sodio, por ser el origen del resto de los productos:

- Densidad: En la industria de silicatos la densidad ha sido expresada en términos de grados Baumé que pueden ser convertidos a gravedad específica

dividiendo 145 entre 145 menos los grados Baumé. La densidad de las soluciones de silicato de sodio, se mide generalmente con un hidrómetro. Ya que las soluciones de silicato se expanden cuando se calientan, todas las medidas deben hacerse a 20°C. El hidrómetro debe ser ajustado y bajado lentamente en la solución de silicato. No deje caer el hidrómetro en el líquido. Cuando el hidrómetro se equilibra se toma una lectura lo más cercana en precisión a 0.1°Be.

- Viscosidad: La viscosidad es una propiedad física importante de las soluciones de silicato soluble. Desde el punto estándar de aplicaciones la viscosidad de las soluciones de silicato de sodio es una función de la relación, concentración y temperatura. La comparación de viscosidades de soluciones de silicato de sodio de varias relaciones, muestra que las viscosidades de soluciones más silíceas (relación más alta) aumentan más rápidamente con un incremento en concentración que aquellas de silicatos más alcalinos.
- pH: El pH de las soluciones de silicato está íntimamente relacionado con la concentración y la relación de peso. El pH decrece cuando se incrementa el contenido de sílice. Análisis potenciométricos con ácidos muestran que el pH alto de las soluciones de silicato se mantiene hasta que el álcali es completamente neutralizado. La capacidad de amortiguamiento (la habilidad de una solución a resistir cambios en el pH) aumenta cuando se incrementan las proporciones de sílice soluble. Sin embargo, aún las soluciones de silicato diluido mantendrá un pH relativamente constante a pesar de agregar ácido.
- Análisis cuantitativo: El contenido de óxido de sodio de los silicatos de sodio es determinado por un análisis de titulación volumétrica sobre una muestra con ácido clorhídrico estándar en la que se utiliza como indicador, púrpura o anaranjado de metilo, siendo en todo caso útil una mezcla de xileno-cyanole. El contenido de SiO₂ es determinado por métodos gravimétricos. Se disuelve una muestra en agua, se acidifica con HCl y se deshidrata en un baño a vapor hasta que se seca. Se separa el precipitado, se calcina y se pesa como SiO₂, aunque también existen técnicas volumétricas adecuadas.

Respecto a los demás productos, los ensayos que se realizarán serán acordes a la naturaleza y uso de los mismos, por lo que los ensayos funcionales serán los más apropiados.

Gestión ambiental ISO 14000

Para las compañías que apuestan al futuro, cualquier planificación integral de la calidad debe contemplar no sólo los aspectos referidos a los atributos del producto, sino también la preservación del medio ambiente y la salud ocupacional de los trabajadores que participan en el proceso.

Una visión moderna de la competitividad internacional de las empresas parte de la combinación del progreso tecnológico con el desarrollo sustentable, y este último punto está íntimamente vinculado a la conservación de los recursos naturales y al medio ambiente.

Si bien es cierto que buena parte de los problemas ambientales que se pueden generar en una planta son cubiertos por los sistemas ISO 9000 (mediante la optimización general del proceso, el control de desechos y la prevención de accidentes), para avanzar de manera sostenida en sistemas de gestión ambiental, conviene desarrollar programas especialmente dirigidos a controlar los impactos de la actividad sobre el equilibrio ecológico.

Medio ambiente

Como se vio en tratamiento de efluentes, la planta no emite líquidos y sólidos perjudiciales para el ambiente, siendo el dióxido de carbono y el vapor de agua las únicas emisiones del proceso. Por este motivo no será difícil implementar un sistema de gestión medioambiental (SGMA), que permitirá a nuestra organización alcanzar y mantener un funcionamiento de acuerdo con las metas que se establezcan, y dar una respuesta eficaz a los cambios de las presiones reglamentarias, sociales, financieras y competitivas, así como a los riesgos medioambientales.

El sistema de gestión medioambiental aportará la base para encauzar, medir y evaluar el funcionamiento de la empresa, con el fin de asegurar que sus operaciones se llevan a cabo de una manera consecuente con la reglamentación aplicable y con la política medioambiental que se haya definido.

Para realizar una correcta gestión medioambiental será necesario:

- Definir una política medioambiental, por parte de la Gerencia General y difundirla tanto a nivel interno como externo.
- Fijar objetivos y metas cuantificados y establecer los medios necesarios para alcanzarlos.
- Implantar la organización adecuada y fijar responsabilidades.
- Establecer los mecanismos y procedimientos para alcanzar los objetivos.
- Adquirir un compromiso de mejora continua.
- Cumplir con toda la normativa que sea de aplicación.
- Evaluar y controlar de forma continua los efectos medioambientales existentes.
- Formar a los trabajadores, para que comprendan la importancia de realizar correctamente las actividades que tienen incidencia medioambiental.
- Establecer procedimientos de control operacional para reducir el impacto medioambiental de las actividades.
- Definir e implantar prácticas de gestión correctas.
- Registrar y documentar todos los aspectos relativos a la gestión medioambiental.
- Someter el sistema a auditorias periódicas, internas y externas.
- Informar a los trabajadores, Administración y público en general.

La implantación de un sistema de gestión ambiental supondrá beneficios a la empresa, entre los cuales se encuentran los siguientes:

- Mayor facilidad para la adaptación a las legislaciones más exigentes y a los requisitos de los clientes.
- El cumplimiento de la normativa ambiental comprende tanto los aspectos formales (licencias municipales, autorizaciones ambientales, controles reglamentarios,), como aspectos materiales (niveles de emisión, prescripciones técnicas,). También hay que considerar las normas de clientes, cuyo grado de exigencia puede ser variable.
- Un SGMA facilita el cumplimiento de las obligaciones formales y materiales exigidas por la legislación medioambiental aplicable y su adaptación a posibles cambios.
- Reducir los riesgos que se derivan de incumplimientos legales y de daños al medio ambiente.

Seguridad e higiene industrial

En nuestro país la Higiene y Seguridad en el trabajo están reguladas por la ley 19587 y los decretos, resoluciones y disposiciones que la modifican. Además de cumplir con esta reglamentación, como política interna de la empresa se realizará la implantación de un sistema de gestión de prevención de riesgos laborales. Esto implica evitar o minimizar las causas de los accidentes y enfermedades profesionales. Para conseguir esto, la empresa deberá dar el mismo nivel de importancia a la prevención que a otros aspectos fundamentales de su actividad.

Para ello será necesario adoptar un criterio estructurado para la identificación, evaluación y control de los riesgos laborales. Esto se logrará implementando un sistema de gestión de la prevención a todos los niveles de la empresa.

Para la implantación de un sistema de gestión para la prevención, se seguirán los mismos principios generales de gestión que en las normas de gestión de calidad de la serie ISO 9000 y que en la norma de Gestión Medioambiental ISO 14000. Ello supone que una vez que la empresa esté familiarizada con dichas normas, resultará relativamente sencillo desarrollar un sistema de gestión de la prevención de riesgos laborales.

Como medidas prácticas, se tuvieron en cuenta:

- La implementación de un número de salidas de emergencia adecuadas en el layout del sector producción y en el de administración acorde a la cantidad de personas que trabajan, a la probabilidad y a la severidad que poseen los riesgos que en cada sector existen.
- La adopción de un número adecuado de centros de respuesta a emergencias, indicados en los layouts, que permitan por la disponibilidad de matafuegos y botiquines de emergencia en ellos la reducción del daño causado por un accedente.
- El diseño de un layout que aleje los peligros potenciales sinérgicos, como lo son la presión del vapor, del agua y el ácido entre sí.
- La protección de las zonas de alta presión por un muro encadenado, de manera de direccional una potencial explosión hacia sectores donde no sufran daño los trabajadores.
- La correcta iluminación de los sectores exteriores de la planta donde circulan vehículos y especialmente los lugares de maniobra de descarga de químicos fuertemente reactivos.

Capítulo V

Análisis de Costos

Inversiones

Habiendo concluido el estudio de la parte técnica, nos hemos dado cuenta de que existe un mercado potencial por cubrir y que tecnológicamente no existe impedimento para llevar a cabo el proyecto.

Este análisis económico pretende determinar cual es el monto de los recursos económicos necesarios para la realización del proyecto, cuál será el costo total de la operación de la planta (que abarque las funciones de producción y administración), así como otra serie de indicadores que servirán como base para la parte final y definitiva del proyecto, que es la evaluación económica.

Conviene reiterar que todas las expresiones monetarias están dadas en dólares estadounidenses, expresado por el símbolo \$, cuyo valor a Febrero de 2007 es de 3,10 pesos argentinos.

Inversión inicial

La inversión inicial comprende la adquisición de todos los activos fijos tangibles e intangibles necesarios para iniciar las operaciones de la empresa, con excepción del capital de trabajo.

Activos fijos tangibles

Se entiende por activo tangible, los bienes propiedad de la empresa, como terreno, obras civiles, equipamiento de la planta e infraestructura de servicios de apoyo que se utilizarán en el proceso de transformación de los insumos o que sirvan de apoyo a la operación normal del proceso. Estos bienes se encuentran sujetos a depreciación ya que con el uso disminuyen su valor.

Los componentes de los activos fijos se resumen en las siguientes tablas:

Equipos

Equipo	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Reactor	1	\$ 350.000	\$ 350.000
Caldera de 400 Kg vapor / hora	1	\$ 275.000	\$ 275.000
Sistema de control	1	\$ 150.000	\$ 150.000
Equipo de osmosis inversa	1	\$ 120.000	\$ 120.000
Tuberías	1	\$ 75.000	\$ 75.000
Herramientas y accesorios	1	\$ 60.000	\$ 60.000
Equipo de laboratorio	1	\$ 50.000	\$ 50.000
Equipo de refrigeración de agua	1	\$ 50.000	\$ 50.000
Envasadoras	2	\$ 23.000	\$ 46.000
Filtros	5	\$ 6.500	\$ 32.500
Secador	1	\$ 27.500	\$ 27.500
Polimerizador	1	\$ 25.000	\$ 25.000
Cargador frontal de arena	1	\$ 23.000	\$ 23.000
Depósito de 45 m3 (Agua desionizada)	1	\$ 96.429	\$ 96.429

Producción Conjunta de Silicato de Sodio y Derivados

Desionizador de agua	2	\$ 9.000	\$ 18.000
Equipo de precipitación	1	\$ 15.790	\$ 15.790
Desionizador de silicato de sodio	1	\$ 15.500	\$ 15.500
Estación transformadora de energía	1	\$ 15.000	\$ 15.000
Depósitos de 25 m3 (Ácido sulfúrico, silicato y agua de recicló)	3	\$ 4.433	\$ 13.300
Intercambiador	2	\$ 6.000	\$ 12.000
Reactor tubular	1	\$ 10.000	\$ 10.000
Equipamiento de seguridad	1	\$ 10.000	\$ 10.000
Autoelevador	1	\$ 10.000	\$ 10.000
Bombas de 3/4 HP	36	\$ 220	\$ 7.920
Válvulas de baja presión	40	\$ 190	\$ 7.600
Depósito de 35 m3 (Hidróxido de sodio)	1	\$ 7.583	\$ 7.583
Planta de tratamiento de efluentes	1	\$ 7.000	\$ 7.000
Cintas transportadoras	8	\$ 800	\$ 6.400
Válvulas de alta presión	10	\$ 600	\$ 6.000
Nebulizador	1	\$ 6.000	\$ 6.000
Depósito de 12 m3 (Sílice coloidal)	1	\$ 3.800	\$ 3.800
Depósito de arena	1	\$ 3.000	\$ 3.000
Agitadores de 1 HP	14	\$ 200	\$ 2.800
Molino	1	\$ 2.400	\$ 2.400
Depósito de 6 m3 (Agua de pozo)	1	\$ 2.000	\$ 2.000
Bomba de alta presión	1	\$ 2.000	\$ 2.000
Filtro de arena	1	\$ 1.700	\$ 1.700
Depósitos de residuos	2	\$ 800	\$ 1.600
Compresor	1	\$ 1.500	\$ 1.500
Depósitos de 1 m3 (Gel de sílice seco y húmedo, sílice precipitada seca)	3	\$ 350	\$ 1.050
Depósitos de arena	1	\$ 1.000	\$ 1.000
Mezclador de 2 m3	1	\$ 700	\$ 700
Total			\$ 1.572.072

Inmuebles

Concepto	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Nave industrial	m2	2112,0	\$ 200	\$ 422.400
Terrenos	m2	36019,2	\$ 10	\$ 360.192
Pavimentación	m2	6641,9	\$ 30	\$ 199.256
Área de oficinas	m2	300,0	\$ 230	\$ 69.000
Depósito de arena	m2	594,0	\$ 105	\$ 62.370
Parque	m2	28178,7	\$ 2	\$ 56.357
Carga de producto terminado	m2	207,0	\$ 110	\$ 22.770
Comedor y cocina	m2	90,0	\$ 220	\$ 19.800

Producción Conjunta de Silicato de Sodio y Derivados

Senderos	m2	790,6	\$ 25	\$ 19.765
Cercos	m	771,3	\$ 25	\$ 19.283
Estacionamiento	m2	540,0	\$ 30	\$ 16.200
Perforación del pozo de agua	m	100,0	\$ 100	\$ 10.000
Cableado	m	150,0	\$ 30	\$ 4.500
Alumbrado		14,0	\$ 300	\$ 4.200
Garita de seguridad	m2	18,0	\$ 230	\$ 4.140
Tubería de servicio	m	80,0	\$ 15	\$ 1.200
Entrada	m2	36,0	\$ 30	\$ 1.080
Total				\$ 1.292.513

Mobiliarios

Concepto	Costo total
Amoblamiento físico	\$ 30.000
Equipamiento sanitario	\$ 17.000
Equipo de comunicaciones	\$ 4.000
Equipos informáticos	\$ 8.400
Total	\$ 59.400

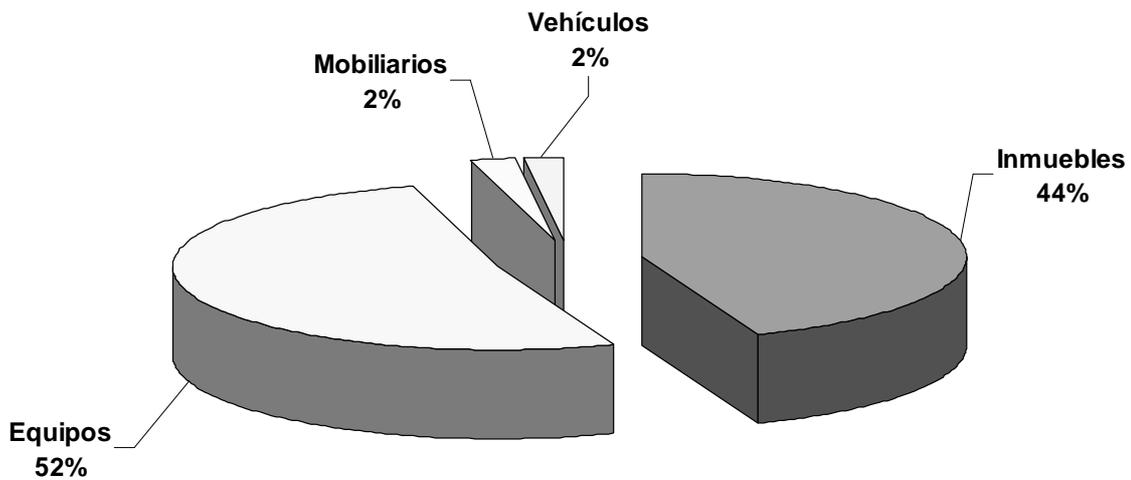
Vehículos

Cantidad	Costo unitario	Costo total
2	\$ 30.000	\$ 60.000

Los activos fijos tangibles se resumen en la siguiente tabla:

Concepto	Costo total
Inmuebles	\$ 1.292.513
Equipos	\$ 1.572.072
Mobiliarios	\$ 59.400
Vehículos	\$ 60.000
Total	\$ 2.983.985

Estructura de activos fijos tangibles



Activos fijos intangibles

Se entiende por activo intangible el conjunto de bienes de propiedad de la empresa necesarios para su funcionamiento, y que incluyen: gastos de puesta en marcha, planeamiento del proyecto, imprevistos, gastos organizacionales, desarrollo de la marca, gastos de contratos de servicios (como energía eléctrica, teléfono, agua, Internet, corriente trifásica y servicios notariales), y estudios que tiendan a mejorar en el presente o en el futuro el funcionamiento de la empresa, como capacitación del personal.

Gastos de puesta en marcha

Son todos aquellos gastos que deben realizarse al iniciar la actividad de las instalaciones y hasta que éstas alcancen un funcionamiento adecuado. Esto es debido a que algunos aspectos requerirán un desembolso previo al momento de puesta en marcha del proceso. Aquí se incluirán el pago de remuneraciones, seguros y cualquier otro gasto que se efectúe antes del inicio de las operaciones de la planta.

Se estimará que el valor de estos gastos es del 3% del valor de los activos fijos tangibles.

Planeamiento del proyecto

En esta sección se considerarán los costos vinculados con la realización del estudio de mercado, el estudio técnico y la ingeniería de proyecto. También se tienen en cuenta los gastos de elaboraciones de planos, maquetas, comunicaciones, copias, honorarios de arquitectos e ingenieros.

Se estima que el valor correspondiente a estos gastos es el 2% de los activos fijos tangibles.

Capacitación del personal

Corresponden a los gastos tendientes a la instrucción, adiestramiento y preparación del personal para el desarrollo de habilidades que deben adquirir con anticipación a la puesta en marcha de la empresa.

El valor de estos se estima en un 1% de los activos fijos tangibles.

Imprevistos

Incluyen todas aquellas inversiones que no han sido consideradas en ningún estudio y que son necesarias para solucionar posibles contingencias.

Se calcula que estos costos tendrán un valor aproximado del 1% de los activos fijos tangibles.

Gastos organizacionales

Tienen en cuenta los desembolsos originados por la dirección y coordinación de las obras de instalación y por el diseño de los sistemas administrativos de gestión y apoyo; como así también los gastos legales que implique la constitución jurídica de la empresa y los gastos referentes al asesoramiento legal en la constitución de la firma como sociedad.

Desarrollo de la marca

Consideran los costos asociados a publicidad y marketing necesarios para facilitar la inserción del producto en el mercado, para que el mismo sea conocido por los consumidores.

Gastos de contratos de servicios

Aquí se tendrán en cuenta los gastos de instalación de agua, energía eléctrica, gas, teléfono, etc. Su valor se considera que rondará los \$1000.

En la siguiente tabla se detallan los diferentes costos de los componentes de los activos intangibles:

Concepto	Porcentaje asignado	Costo total
Planeamiento e integración del proyecto	3%	\$ 89.520
Ingeniería del proyecto	2%	\$ 59.680
Capacitación del personal	1%	\$ 29.840
Gastos de puesta en marcha	3%	\$ 89.520
Gasto de contrato de servicios		\$ 1.000
Imprevistos	1%	\$ 29.840
Supervisión del proyecto	1%	\$ 29.840
Gastos organizacionales		\$ 10.000
Desarrollo de la marca		\$ 17.000
Total		\$ 356.238

Inversión inicial = Activos fijos tangibles + Activos fijos intangibles = \$ 3.340.223

Inversión total

La inversión final está constituida por la inversión inicial y el capital de trabajo.

Capital de trabajo

Desde el punto de vista contable, este capital se define como la diferencia aritmética entre el activo circulante y el pasivo circulante. Desde el punto de vista práctico, está representado por el capital adicional (distinto de la inversión en activo tangible e intangible) con que hay que contar para que empiece a funcionar una empresa; esto es, hay que financiar la primera producción antes de recibir ingresos; entonces, debe comprarse materia prima, pagar mano de obra directa que la transforme, otorgar crédito en las primeras ventas y contar con cierta cantidad de efectivo para sufragar los gastos diarios de la empresa. Todo esto constituiría el activo circulante. Pero así como hay que invertir en estos rubros, también se puede obtener crédito a corto plazo en conceptos como impuestos y algunos servicios y proveedores, y esto es el llamado pasivo circulante. De aquí se origina el concepto de capital de trabajo, es decir, el capital con que hay que contar para empezar a trabajar.

Aunque el capital de trabajo es también una inversión inicial, tiene una diferencia fundamental con respecto a la inversión en activo tangible e intangible, y tal diferencia radica en su naturaleza circulante. Esto implica que mientras la inversión en activos fijos tangibles e intangibles puede recuperarse por la vía fiscal, mediante la depreciación y la amortización, la inversión en capital de trabajo no puede recuperarse por este medio, ya que se supone que, dada su naturaleza, la empresa puede resarcirse de él en muy corto plazo.

Activo circulante

Al igual que los activos fijos, el activo circulante se divide en tangibles e intangibles.

- Tangibles (inventarios)
 - Stock de materias primas
 - Stock de producto en proceso
 - Stock de producto terminado
- Intangibles
 - Caja y bancos
 - Cuentas por cobrar

A continuación se detallan cada uno de los activos circulantes:

- Stock de materias primas

Aquí se calcula cual es la cantidad promedio de materia prima que hay que tener en stock para poder producir. Se estimará un tiempo de renovación de materias primas de una semana.

- Stock de producto en proceso

En estos inventarios se considerarán los costos directos de producción necesarios para un ciclo de proceso, en nuestro caso el proceso de fabricación tiene una duración inferior a 24 hs, por lo que se desprecian.

- Stock de producto terminado

En los inventarios de producto terminado se va a calcular cuál es el costo de tener stock de producto terminado, ya que este implica un capital ocioso pero necesario frente a cualquier eventualidad.

Se estima que el costo de estos inventarios se obtiene de los costos directos de producción, tomando un periodo de siete días que será el tiempo que permanecerán los productos en el almacén hasta que sean retirados por los distribuidores.

- Caja y bancos

Es el dinero, ya sea en efectivo o en documentos (cheques), con que debe contar la empresa para realizar sus operaciones cotidianas. Se asignará un porcentaje del 15% del monto total invertido en activo circulante tangible y cuentas por cobrar.

- Cuentas por cobrar

Este rubro se refiere a que cuando la empresa inicie sus operaciones, normalmente dará a crédito en la venta de sus primeros productos.

La fórmula contable para calcular las cuentas por cobrar es la siguiente:

$$\text{Cuentas por cobrar} = \frac{\$ventas\ anuales}{365} \times p.p.r$$

Donde p.p.r = período promedio de recuperación.

El crédito a que venderá la empresa será de 30 días. Entonces p.p.r = 30.

$$\text{Cuentas por cobrar} = \frac{\$ventas\ anuales}{365} \times 30 =$$

Pasivo circulante

Así como es necesario invertir en activo circulante, también es posible que cierta parte de esa cantidad pueda pedirse prestada, independientemente de que la empresa puede quedar debiendo ciertos servicios, proveedores o pagos.

En la práctica, un criterio apropiado para el cálculo del pasivo circulante es basarse en el valor de la tasa circulante, definida como:

$$TC = \text{tasa circulante} = \frac{\text{activo circulante}}{\text{pasivo circulante}}$$

El valor promedio en la industria es de TC = 2,5, lo que indica que por cada 2,5 unidades monetarias invertidas en activo circulante, se puede deber o financiar una, sin que esto afecte significativamente la posición económica de la empresa.

Capital de trabajo e inversión total

Activo circulante	Observaciones	Valor
Tangibles		
Stock de materia prima	Se toma el stock de 7 días	\$ 25.426

Producción Conjunta de Silicato de Sodio y Derivados

Stock de producto en proceso	Por día	\$ -
Stock de producto terminado	Se toma el stock de 7 días	\$ 24.531
Total		\$ 49.957
Intangibles		
Caja y bancos	15% del total de Activos tangibles + Cuentas por cobrar	\$ 510.504
Cuentas por cobrar	Crédito de 30 días	\$ 419.375
Total		\$ 929.879
Total activo circulante		\$ 979.836
Pasivo circulante		\$ 326.612
Capital de trabajo		\$ 653.224

Inversión total = Inversión inicial + Capital de trabajo = \$ 3.993.447

Costos de producción

El costo de producción representa el consumo de factores productivos utilizados en el proceso de fabricación y la incorporación de los mismos en los productos en proceso y terminados.

Están formados por los siguientes elementos:

- Materias primas
- Mano de obra directa
- Mano de obra indirecta
- Materiales indirectos
- Costo de los insumos
- Costo de mantenimiento
- Costo de servicios tercerizados
- Costo de seguros e impuestos de la planta
- Cargos por depreciación y amortización

Materias primas e insumos directos

Son los materiales que entran y forman parte del producto terminado. Estos costos incluyen fletes de compra, de almacenamiento y de manejo.

Cabe aclarar, que en estos costos también están incluidos los costos de insumos, estos forman parte auxiliar en la presentación del producto terminado, sin ser el producto en sí. Aquí se incluyen envases, suministros y etiquetas.

Materias primas	Costo por Tn ó Km/Tn
SiO ₂ – Dióxido de silicio	\$ 3,00
Logística del SiO ₂ – Dióxido de silicio	\$ 0,50
NaOH – Hidróxido de sodio	\$ 180,00
Logística del NaOH – Hidróxido de sodio	\$ 0,07
H ₂ O – Agua	\$ 0,01

Producción Conjunta de Silicato de Sodio y Derivados

Ácido sulfúrico	\$ 95,00
Logística del Ácido sulfúrico	\$ 0,07

Fracción (Tn/Tn) ó (Km/Tn)	Silicato de sodio	Sílice precipitada	Sílice coloidal	Gel de sílice
SiO2 – Dióxido de silicio	0,33	1,15	0,34	1,16
Logística del SiO2 – Dióxido de silicio	5,00	5,00	5,00	5,00
NaOH – Hidróxido de sodio	0,33	1,14	0,33	1,14
Logística del NaOH – Hidróxido de sodio	442,00	442,00	442,00	442,00
H2O – Agua	0,02	0,54	0,02	0,28
Ácido sulfúrico		0,56	0,02	0,74
Logística del Ácido sulfúrico		442,00	442,00	442,00

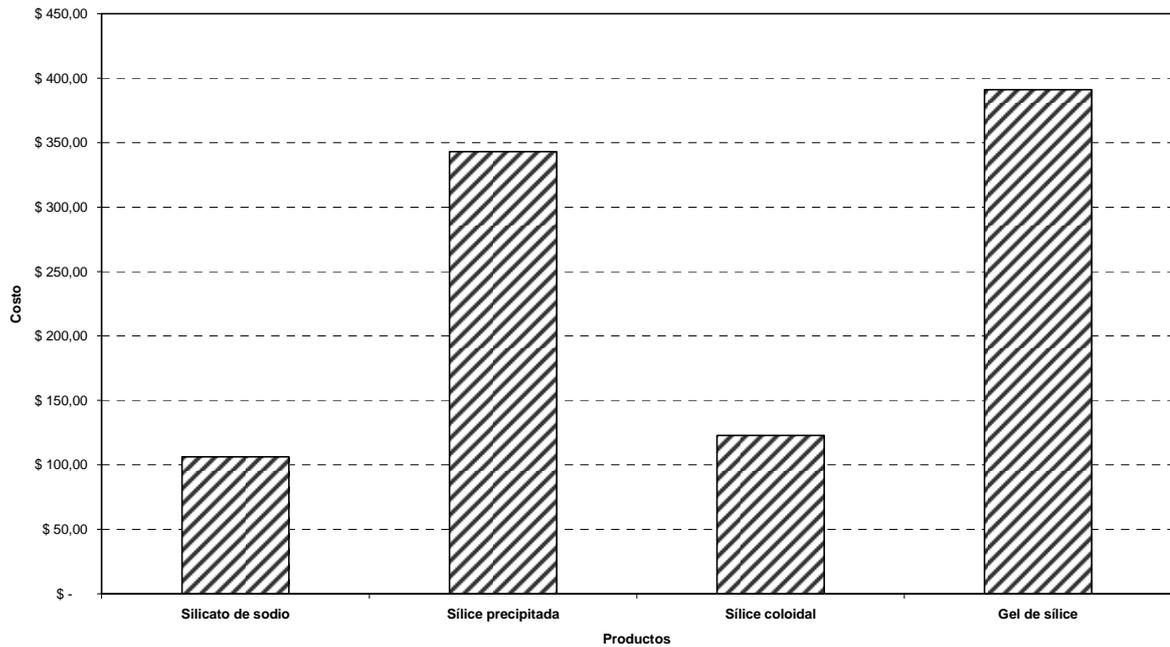
Insumos	Cantidad por Tn			
	Silicato de sodio	Sílice precipitada	Sílice coloidal	Gel de sílice
Gas (Tn)	0,012	0,035	0,033	0,039
Electricidad (KW)	128,365	359,669	340,410	401,159
Envase (Unidad)*	0,148	40,000	0,190	40,000

*La fracción es menor a 1 para productos líquidos debido a que el envase es retornable, efectos de la densidad y de la fracción de llenado.

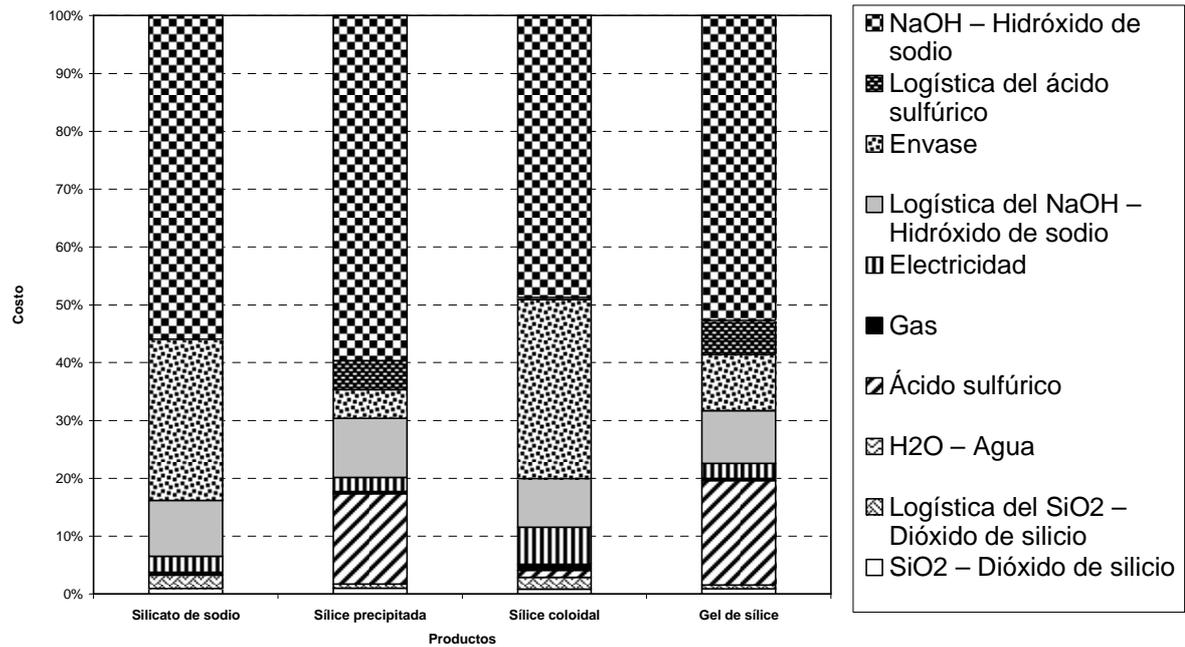
Costo por Tn	Silicato de sodio	Sílice precipitada	Sílice coloidal	Gel de sílice
SiO2 – Dióxido de silicio	\$ 1,00	\$ 3,45	\$ 1,01	\$ 3,48
Logística del SiO2 – Dióxido de silicio	\$ 2,50	\$ 2,50	\$ 2,50	\$ 2,50
NaOH – Hidróxido de sodio	\$ 59,40	\$ 204,38	\$ 59,83	\$ 206,10
Logística del NaOH – Hidróxido de sodio	\$ 10,21	\$ 35,13	\$ 10,28	\$ 35,43
H2O – Agua	\$ 0,00	\$ 0,01	\$ 0,00	\$ 0,00
Ácido sulfúrico	\$ -	\$ 53,50	\$ 1,54	\$ 70,62
Logística del ácido sulfúrico	\$ -	\$ 17,42	\$ 0,50	\$ 23,00

Insumos				
Gas	\$ 0,48	\$ 1,34	\$ 1,26	\$ 1,63
Electricidad	\$ 2,97	\$ 8,33	\$ 7,88	\$ 10,17
Envase	\$ 29,63	\$ 16,80	\$ 37,99	\$ 38,00
Total	\$ 106,19	\$ 342,85	\$ 122,79	\$ 390,93

Costo de materias primas e insumos por Tn de producto



Estructura de costos de materias primas e insumos



Costos de la mano de obra

Mano de obra indirecta

Es la necesaria en para la producción, pero que no interviene directamente en la transformación de las materias primas. En este rubro se incluyen: personal de supervisión, jefes de turno, todo el personal de control de calidad y otros.

Dentro de esta sección se consideran los salarios y los costos correspondientes a cargas sociales.

Mano de obra directa

Es la que se utiliza para transformar la materia prima en producto terminado. Se puede identificar en virtud de que su monto varía casi proporcionalmente con el número de unidades producidas.

Dentro de la remuneración mensual se consideran las cargas sociales respectivas.

Puesto	Cantidad	Sueldo mensual	Carga social	Sueldo mensual neto	Costo anual
Mano de obra directa					
Supervisor de producción	4	\$ 600	240	\$ 840	\$ 40.320
Operarios	32	\$ 400	160	\$ 560	\$ 215.040
Total	36				\$ 255.360
Mano de obra indirecta					
Jefe de Mantenimiento	4	\$ 850	340	\$ 1.190	\$ 57.120
Operarios	8	\$ 650	260	\$ 910	\$ 87.360
Gerente general	1	\$ 1.500	600	\$ 2.100	\$ 25.200
Gerente de compras	1	\$ 1.050	420	\$ 1.470	\$ 17.640
Encargado de compras	1	\$ 850	340	\$ 1.190	\$ 14.280
Gerente de finanzas	1	\$ 1.050	420	\$ 1.470	\$ 17.640
Encargados administrativos	3	\$ 850	340	\$ 1.190	\$ 42.840
Gerente de producción	1	\$ 1.050	420	\$ 1.470	\$ 17.640
Gerente de RRHH	1	\$ 1.050	420	\$ 1.470	\$ 17.640
Encargado de RRHH	1	\$ 850	340	\$ 1.190	\$ 14.280
Gerente de comercialización	1	\$ 1.050	420	\$ 1.470	\$ 17.640
Encargado de desarrollo comercial	1	\$ 850	340	\$ 1.190	\$ 14.280
Encargado de ventas	1	\$ 850	340	\$ 1.190	\$ 14.280
Gerente de calidad, seguridad y medio ambiente	1	\$ 1.050	420	\$ 1.470	\$ 17.640
Encargado de seguridad y medio ambiente	1	\$ 850	340	\$ 1.190	\$ 14.280
Encargado de pañol	4	\$ 850	340	\$ 1.190	\$ 57.120
Encargado de almacenes	4	\$ 850	340	\$ 1.190	\$ 57.120
Jefe de laboratorio de calidad	1	\$ 850	340	\$ 1.190	\$ 14.280
Laboratorista	4	\$ 750	300	\$ 1.050	\$ 50.400

Total	40	\$ 568.680
-------	----	------------

Costo de los suministros

Energía eléctrica

El consumo energético de los equipos se calculará multiplicando el consumo del equipo (KW·h) por el tiempo durante el cual está en funcionamiento. El tiempo de operación de cada uno de los equipos se tuvo en cuenta en el capítulo de Ingeniería de Proyecto y se resume en la siguiente tabla:

Equipo	Consumo nominal	Factor de funcionamiento	Gasto energético real
Enfriado	91 KW	1,0	91 KW
Filtrado	51 KW	1,0	51 KW
Ósmosis inversa	7 KW	1,0	7 KW
Recepción de Agua	4 KW	0,3	1 KW
Filtrado de agua	1 KW	0,5	0 KW
Potencia de bombeo	15 KW	0,8	12 KW
Manipulación interna	5 KW	0,9	5 KW
Limpieza	4 KW	0,9	3 KW
Clasificación	4 KW	0,9	3 KW
Depósito de arena	4 KW	1,0	4 KW
Filtrado de Silicato de sodio	17 KW	1,0	17 KW
Precipitación Controlada	16 KW	1,0	16 KW
Filtrado y Lavado de Sílice precipitada	15 KW	0,8	12 KW
Envasado de Sílice precipitada	3 KW	0,8	2 KW
Nebulizado	5 KW	1,0	5 KW
Filtrado y Lavado de Gel de sílice	17 KW	0,2	3 KW
Envasado de Gel de sílice	3 KW	0,2	1 KW
Polimerización	15 KW	1,0	15 KW
Total			248 KW

Además del costo variable que está asociado con el funcionamiento normal de los equipos, hay que adicionarle un consumo fijo de energía eléctrica correspondiente a la energía necesaria para la iluminación de la planta en general.

Gas

El equipo que demandará mayor cantidad de gas en la planta será la caldera que se utilizará para generar el vapor que se utiliza en el proceso, y el secador rotativo.

También es necesario tener en cuenta el consumo de gas en el comedor, oficinas, sanitarios, laboratorios, etc.

Agua

Aquí se considera el agua de pozo demandada en el proceso productivo (variable), así como también el agua necesaria para la limpieza de la planta, sanitarios y además usos en general (consumo fijo) que proviene potabilizada de red, por lo que su valor es mayor.

Se resume a continuación todos los costos mencionados previamente:

Costo de Suministros	Consumo por hora	Costo unitario	Costo mensual	Costo anual
Energía eléctrica				
Producción	248,5 KW	\$ 0,023*	\$ 4.168,31	\$ 47.935,60
Administración	1,1 KW	\$ 0,023	\$ 17,61	\$ 202,57
Alumbrado	2,8 KW	\$ 0,023	\$ 46,97	\$ 540,19
Imprevistos	12,6 KW	\$ 0,023	\$ 211,65	\$ 2.433,92
Total	264,9 KW		\$ 4.444,55	\$ 51.112,27
Gas				
Producción	39,8 m3	\$ 0,023*	\$ 669,14	\$ 7.695,08
Otros (Administración, cocina)	2,4 m3	\$ 0,023	\$ 39,50	\$ 454,25
Total	497,7 KW		\$ 1.417,28	\$ 8.149,33
Agua				
Producción	266,8 Kg/h	\$ 0,000	\$ 1,92	\$ 22,09
Otros (Administración, cocina)	45,0 Kg/h	\$ 0,000	\$ 4,21	\$ 48,44
Total	311,8 Kg/h		\$ 6,13	\$ 70,53

* La igualdad numérica de estos valores es mera coincidencia, pues el costo del m3 de gas es de \$ 0,023 y ese es también el valor del KWh de electricidad.

Costo de mantenimiento

Es un servicio que se contabiliza por separado, en virtud de las características especiales que puede presentar. Se puede dar mantenimiento preventivo y correctivo al equipo y a la planta. El costo de los materiales y la mano de obra que se requieran, se cargan directamente a mantenimiento, pues puede variar mucho en ambos casos. Para fines de evaluación, en general se considera un porcentaje del costo de adquisición de los equipos. En nuestro caso consideraremos que este desembolso corresponde al 2% del costo de los equipos.

Costo de seguros e impuestos de la planta

Se calculó como el 1% de la inversión inicial.

Todo lo anterior se resume en las siguientes tablas:

Concepto	Porcentaje	Costo
Mantenimiento	2%	\$ 31.441
Otros		
Impuestos y seguros	1%	\$ 33.402
Rentas	1%	\$ 15.721
Total		\$ 49.123

Costo de servicios tercerizados

El servicio de limpieza de la planta será tercerizado. La limpieza implica áreas comunes, oficinas, comedor, área externa, dado que la limpieza de los equipos estará a cargo de los operarios que los limpiarán durante el proceso y en forma mas profunda durante las paradas de planta.

Se incluyen además el servicio de control de plagas, el servicio de catering que incluye una comida por turno y el servicio de vigilancia y seguridad, que serán realizados por empresas especializadas que se contratarán para tales fines.

Costo de servicios tercerizados	Costo mensual	Costo anual
Limpieza de la planta	\$ 2.450	\$ 29.400
Vigilancia	\$ 2.240	\$ 26.880
Control de plagas	\$ 200	\$ 2.400
Servicio de catering	\$ 7.170	\$ 86.040
Total		\$ 144.720

Costos de administración y de ventas

En los costos de ventas se encuentran incluidos los costos de marketing que puede abarcar, entre muchas otras actividades, la investigación y el desarrollo de nuevos mercados o de nuevos productos adaptados a los gustos y necesidades de los consumidores; el estudio de la estratificación del mercado; las cuotas y el porcentaje de participación de la competencia en el mercado; la adecuación de la publicidad que realiza la empresa; la tendencia de las ventas, etc. La magnitud del costo de ventas dependerá tanto del tamaño de la empresa, como del tipo de actividades que los promotores del proyecto quieran que desarrolle ese departamento.

Los costos de administración están dados por todos aquellos gastos que de todas las áreas restantes de la empresa que no sean la de producción y la de ventas.

Los gastos que pudieran existir en todas las otras áreas de la empresa se cargarán a gastos generales.

En nuestro caso, se estimará que estos gastos de administración y ventas suman un total que corresponde al 4% de los ingresos netos. Y para los gastos generales se realizará una estimación del 2% de los costos variables.

Gastos administrativos y de ventas	Porcentaje	Costo
Gastos administrativos diversos	4%	\$ 204.096
Gastos generales	2%	\$ 31.239
Total		\$ 235.335

Cargos por depreciación y amortización

Estos son costos virtuales, se tratan y tienen el efecto de un costo sin serlo.

El término “depreciación” tiene exactamente la misma connotación que “amortización”, pero el primero sólo se aplica al activo fijo tangible, ya que con el uso, estos bienes valen menos; es decir, se deprecian; en cambio, la amortización sólo se aplica a los activos intangibles, ya que por ejemplo, si se ha comprado una marca comercial, ésta, con el uso del tiempo, no baja de precio o se deprecia, por lo que el término amortización significa el cargo anual que se hace para recuperar esa inversión.

En este ítem se calculará la pérdida de valor de los activos tangibles e intangibles, los cálculos se realizarán para el período de seis años para el que se realiza la evaluación del proyecto.

Existen distintos métodos a utilizar para estimar la pérdida de valor de los bienes, hemos seleccionado entre estos al método lineal, que estima que la amortización hace perder un valor que es proporcional al tiempo. La amortización a medida que transcurra el tiempo estará dada por:

$$A = \frac{I_o - I_R}{n}$$

Donde:

n = tiempo en años.

I_o = inversión inicial.

I_R = inversión residual.

La inversión residual se refiere al valor final que tiene el capital. En nuestro país, a los efectos prácticos I_R se supone igual a \$1.

En este método se considera que el tiempo, en años, en que se amortizan los activos corresponde:

- Para los terrenos: estos no se amortizan.
- Para obras civiles: 50 años.
- Para el equipamiento de la planta: 20 años.
- Para infraestructura de servicios de apoyo: 20 años.
- Para los intangibles: 5 años.

Producción Conjunta de Silicato de Sodio y Derivados

Amortizaciones	Inversión inicial	Tasa anual	Periodos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Valor de libros
				2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Activos fijos tangibles														
Equipos	\$ 1.572.072	5%	20	\$ 78.604	\$ 78.604	\$ 78.604	\$ 78.604	\$ 78.604	\$ 78.604	\$ 78.604	\$ 78.604	\$ 78.604	\$ 78.604	\$ 786.036
Obras civiles	\$ 932.321	2%	50	\$ 18.646	\$ 18.646	\$ 18.646	\$ 18.646	\$ 18.646	\$ 18.646	\$ 18.646	\$ 18.646	\$ 18.646	\$ 18.646	\$ 745.857
Terreno	\$ 360.192			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 360.192
Vehículos	\$ 60.000	20%	5	\$ 12.000	\$ 12.000	\$ 12.000	\$ 12.000	\$ 12.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Mobiliarios	\$ 59.400	20%	5	\$ 11.880	\$ 11.880	\$ 11.880	\$ 11.880	\$ 11.880	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Activos fijos intangibles														
Planeamiento e integración del proyecto	\$ 89.520	20%	5	\$ 17.904	\$ 17.904	\$ 17.904	\$ 17.904	\$ 17.904	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Ingeniería del proyecto	\$ 59.680	20%	5	\$ 11.936	\$ 11.936	\$ 11.936	\$ 11.936	\$ 11.936	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Capacitación del personal	\$ 29.840	20%	5	\$ 5.968	\$ 5.968	\$ 5.968	\$ 5.968	\$ 5.968	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Gastos de puesta en marcha	\$ 89.520	20%	5	\$ 17.904	\$ 17.904	\$ 17.904	\$ 17.904	\$ 17.904	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Gasto de contrato de servicios	\$ 1.000	20%	5	\$ 200	\$ 200	\$ 200	\$ 200	\$ 200	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Imprevistos	\$ 29.840	20%	5	\$ 5.968	\$ 5.968	\$ 5.968	\$ 5.968	\$ 5.968	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Supervisión del proyecto	\$ 29.840	20%	5	\$ 5.968	\$ 5.968	\$ 5.968	\$ 5.968	\$ 5.968	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Gastos organizacionales	\$ 10.000	20%	5	\$ 2.000	\$ 2.000	\$ 2.000	\$ 2.000	\$ 2.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Desarrollo de la marca	\$ 17.000	20%	5	\$ 3.400	\$ 3.400	\$ 3.400	\$ 3.400	\$ 3.400	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Total				\$ 192.378	\$ 97.250	\$ 1.892.085								

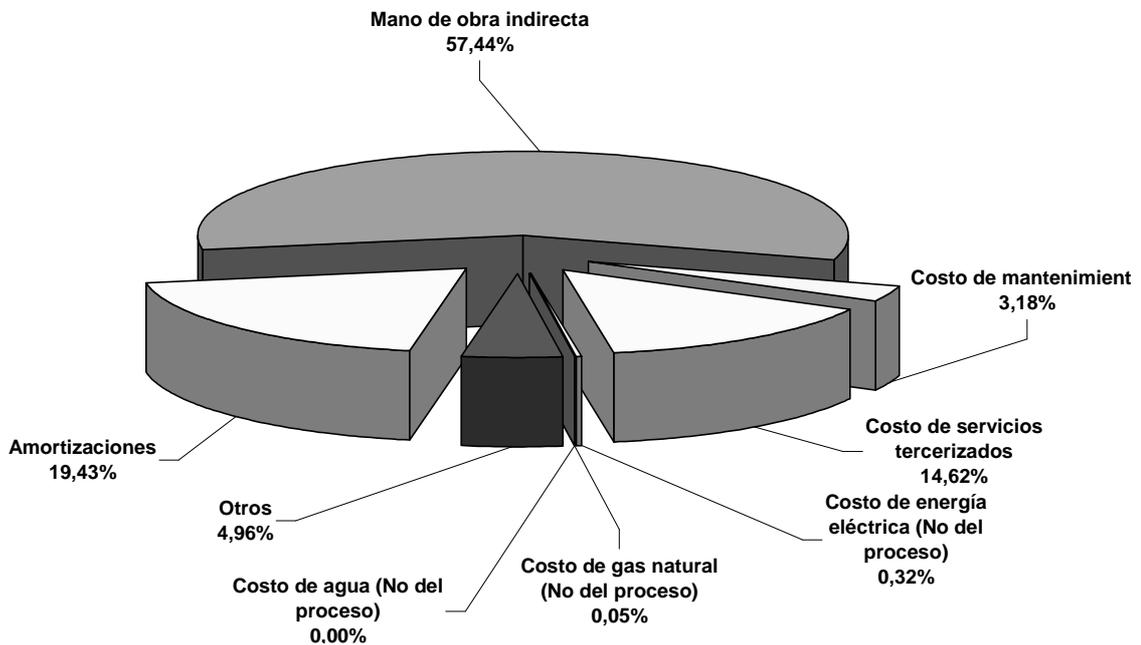
Cálculo por producción conjunta

En las tablas que se expone a continuación se calculan los costos de producción para el período completo de evaluación (diez años).

El costo total de producción está formado por dos tipos de costos, los costos variables y los fijos. Los primeros son aquellos que van cambiando a medida que aumenta el volumen de producción de la planta. Los costos fijos son todos aquellos cuyo importe no se ve influenciado por los cambios de volumen de actividad.

Se resume a continuación la composición de los costos fijos:

Estructura de costos fijos



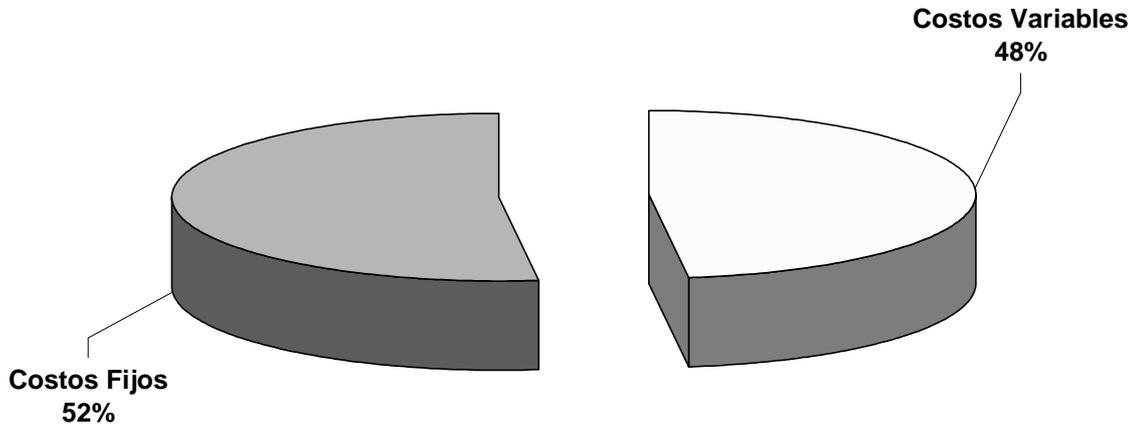
El prorrateo de los costos fijos se realizó por producción conjunta, mediante los costos directos que cada uno de los productos tiene, y la masa producida de cada producto. Se le dio el 25% del incidencia en el prorrateo a los costos directos y el otro 75% a la cantidad producida, como queda detallado en la siguiente tabla:

Años 1 al 5		Silicato de sodio	Sílice precipitada	Sílice coloidal	Gel de sílice
	Costo por Tn de producto final envasado				
Costos Variables	Materia prima e insumos	\$ 106	\$ 343	\$ 123	\$ 391
	Costo de mano de obra directa	\$ 33	\$ 39	\$ 27	\$ 100
	Gastos administrativos y de ventas	\$ 30	\$ 36	\$ 25	\$ 92
Costos Fijos	Mano de obra indirecta	\$ 91.250	\$ 329.839	\$ 69.212	\$ 78.379
	Costo de mantenimiento	\$ 5.045	\$ 18.236	\$ 3.827	\$ 4.333
	Costo de servicios tercerizados	\$ 23.222	\$ 83.939	\$ 17.613	\$ 19.946
	Costo de energía eléctrica (No del proceso)	\$ 510	\$ 1.842	\$ 387	\$ 438
	Costo de gas natural (No del proceso)	\$ 73	\$ 263	\$ 55	\$ 63
	Costo de agua (No del proceso)	\$ 8	\$ 28	\$ 6	\$ 7
	Otros	\$ 7.882	\$ 28.492	\$ 5.979	\$ 6.770
	Amortizaciones	\$ 30.869	\$ 111.581	\$ 23.414	\$ 26.515
Total Costos Variables		\$ 169	\$ 417	\$ 175	\$ 584
Total Costos Fijos		\$ 158.858	\$ 574.220	\$ 120.493	\$ 136.450
Prorrateo de CF por Tn		\$ 183	\$ 188	\$ 192	\$ 573
Total		\$ 352	\$ 605	\$ 367	\$ 1.157

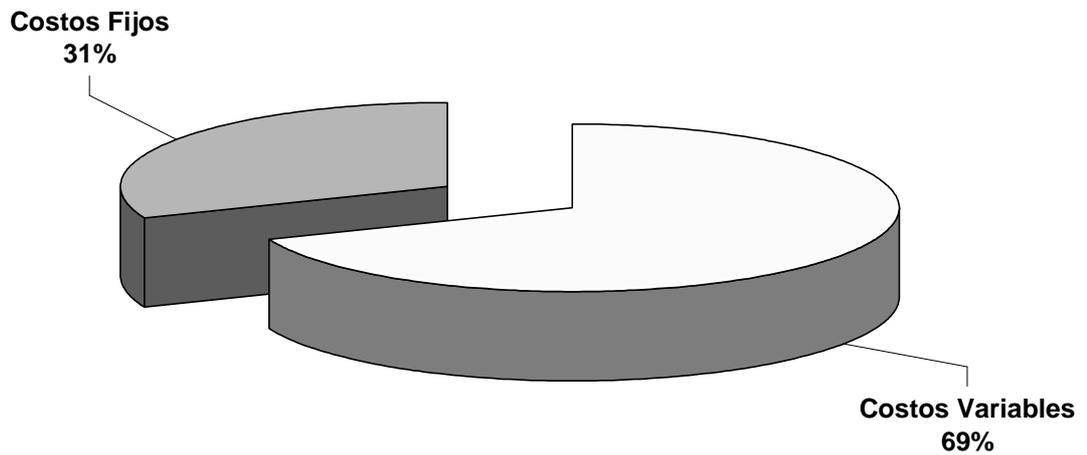
Años 6 al 10		Silicato de sodio	Sílice precipitada	Sílice coloidal	Gel de sílice
	Costo por Tn de producto final envasado				
Costos Variables	Materia prima e insumos	\$ 106	\$ 343	\$ 123	\$ 391
	Costo de mano de obra directa	\$ 33	\$ 39	\$ 27	\$ 100
	Gastos administrativos y de ventas	\$ 30	\$ 36	\$ 25	\$ 92
Costos Fijos	Mano de obra indirecta	\$ 91.250	\$ 329.839	\$ 69.212	\$ 78.379
	Costo de mantenimiento	\$ 5.045	\$ 18.236	\$ 3.827	\$ 4.333
	Costo de servicios tercerizados	\$ 23.222	\$ 83.939	\$ 17.613	\$ 19.946
	Costo de energía eléctrica (No del proceso)	\$ 510	\$ 1.842	\$ 387	\$ 438
	Costo de gas natural (No del proceso)	\$ 73	\$ 263	\$ 55	\$ 63
	Costo de agua (No del proceso)	\$ 8	\$ 28	\$ 6	\$ 7
	Otros	\$ 7.882	\$ 28.492	\$ 5.979	\$ 6.770
	Amortizaciones	\$ 6	\$ 64.394	\$ 16	\$ 21
Total Costos Variables		\$ 139	\$ 382	\$ 150	\$ 491
Total Costos Fijos		\$ 127.996	\$ 527.033	\$ 97.095	\$ 109.956
Prorrateo de CF por Tn		\$ 27	\$ 33	\$ 25	\$ 81
Total		\$ 166	\$ 415	\$ 175	\$ 572

Con este prorrateo, para el primer año de producción la composición de costos fijos y variables por producto será:

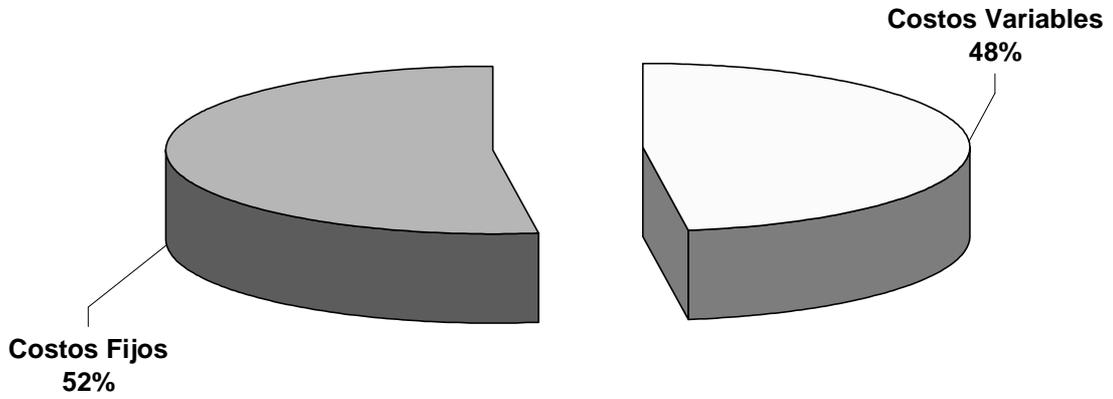
Silicato de sodio - Distribución de costos 2008



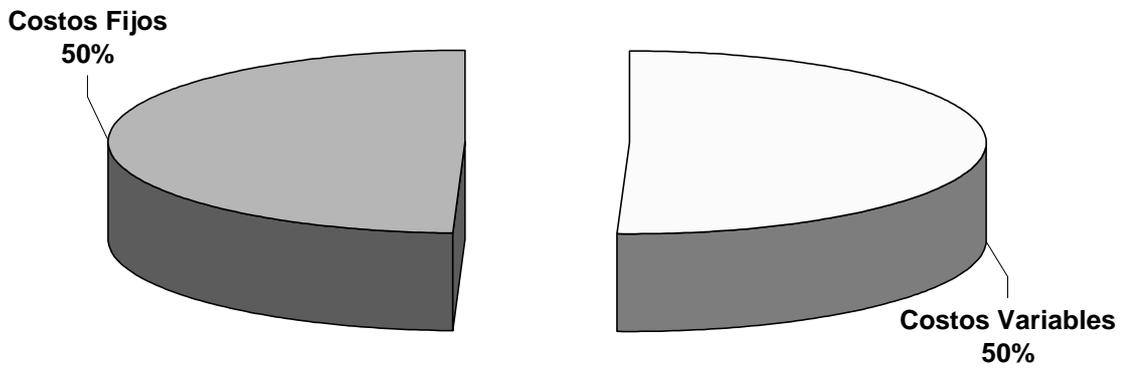
Sílice precipitada - Distribución de costos 2008



Sílice coloidal - Distribución de costos 2008



Gel de sílice - Distribución de costos 2008



Capítulo VI

Evaluación Económica

Política de precios

En la siguiente tabla se muestra cual será la política de precios a seguir. Para esto, a partir del costo de producción del año 2008, que es el mayor costo para el período proyectado, se calcula cuales serían los precios en cada una de las etapas de comercialización del producto.

Se pretende ofrecer una serie de productos que posean las mismas características que el producto comercial importado, a un precio que sea suficientemente inferior para facilitar de esta forma la inserción en el mercado nacional.

Como política de venta, el precio de nuestro producto será una fracción por debajo del precio del producto importado, así se verán beneficiados los consumidores y el productor. Este beneficio para la empresa representa un porcentaje variable para cada producto, como lo muestra la siguiente tabla:

Producto	Empresa	Costo por Tn	Margen Ganancia %	Ganancia	Precio
Silicato de sodio	Fabricante	\$ 352	38%	\$ 134	\$ 486
	Distribuidor industrial	\$ 486	18%	\$ 88	\$ 574
Sílice precipitada	Fabricante	\$ 605	86%	\$ 521	\$ 1.126
	Distribuidor industrial	\$ 1.126	18%	\$ 203	\$ 1.329
Sílice coloidal	Fabricante	\$ 367	371%	\$ 1.363	\$ 1.730
	Distribuidor industrial	\$ 1.730	18%	\$ 311	\$ 2.041
Gel de sílice	Fabricante	\$ 1.157	48%	\$ 554	\$ 1.710
	Distribuidor industrial	\$ 1.710	18%	\$ 308	\$ 2.018

Los márgenes de ganancia observados en la tabla anterior fueron calculados de tal forma de asegurar competitividad en el mercado local y no están directamente relacionados con los costos de producción, por lo que son diferentes para el fabricante y para cada producto, de la misma forma que los márgenes del precio de mercado respecto al precio FOB eran diferentes para cada producto. Ver Precios en el Capítulo II.

Ingresos estimados

A partir del precio fijado y de la producción que ha sido programada se estiman cuales serán los ingresos netos, esta información puede verse detallada en la siguiente tabla:

Año	Silicato de sodio	Sílice precipitada	Sílice coloidal	Gel de sílice	Total
2008	\$ 394.984	\$ 3.378.529	\$ 949.366	\$ 379.513	\$ 5.102.391
2009	\$ 410.449	\$ 3.416.534	\$ 1.022.849	\$ 394.056	\$ 5.243.889
2010	\$ 424.178	\$ 3.450.585	\$ 1.091.618	\$ 407.866	\$ 5.374.248

2011	\$ 436.193	\$ 3.480.733	\$ 1.155.773	\$ 420.962	\$ 5.493.661
2012	\$ 446.504	\$ 3.507.009	\$ 1.215.389	\$ 433.361	\$ 5.602.263
2013	\$ 455.095	\$ 3.529.372	\$ 1.270.379	\$ 445.045	\$ 5.699.890
2014	\$ 461.960	\$ 3.547.801	\$ 1.320.679	\$ 455.999	\$ 5.786.438
2015	\$ 467.109	\$ 3.562.327	\$ 1.366.365	\$ 466.240	\$ 5.862.041
2016	\$ 470.547	\$ 3.572.959	\$ 1.407.487	\$ 475.779	\$ 5.926.772
2017	\$ 472.264	\$ 3.579.678	\$ 1.443.983	\$ 484.603	\$ 5.980.528

Evaluación económica del proyecto

Valor actual neto (VAN)

El valor actual neto de una inversión es la diferencia entre su valor de mercado y su costo. La regla del VAN afirma que se debe emprender un proyecto si su VAN es positivo. Este indicador se estima por lo general con base en el cálculo del valor presente de los flujos de efectivo proyectados a futuro (para estimar el valor de mercado) y la resta posterior del costo. El VAN no tiene inconvenientes de importancia; es el criterio de decisión preferido.

$$VAN = -I_0 + \sum_{j=1}^n \frac{B_j - C_j}{(1+d)^j} + \frac{V_r}{(1+d)^n}$$

Donde:

I_0 : Inversión inicial total.

B_j : Beneficios.

C_j : Costos.

d : Tasa de descuento.

V_r : Valor residual o de salvataje.

Tasa interna de retorno (TIR)

La tasa interna de rendimiento es aquella tasa que hace que el VAN estimado de una inversión sea igual a cero; algunas veces recibe el nombre de rendimiento por flujo de efectivo descontado (FED). La regla TIR afirma que se debe emprender un proyecto cuando su TIR es superior al rendimiento requerido. La TIR, que se encuentra estrechamente relacionada con el VAN, conduce exactamente a las mismas decisiones que conduciría este en el caso de proyectos independientes y convencionales.

Ventajas y desventajas de la TIR

Ventajas:

- Está íntimamente relacionada con el VAN, y con frecuencia conduce a decisiones idénticas.
- Es fácil de entender y de comunicar.

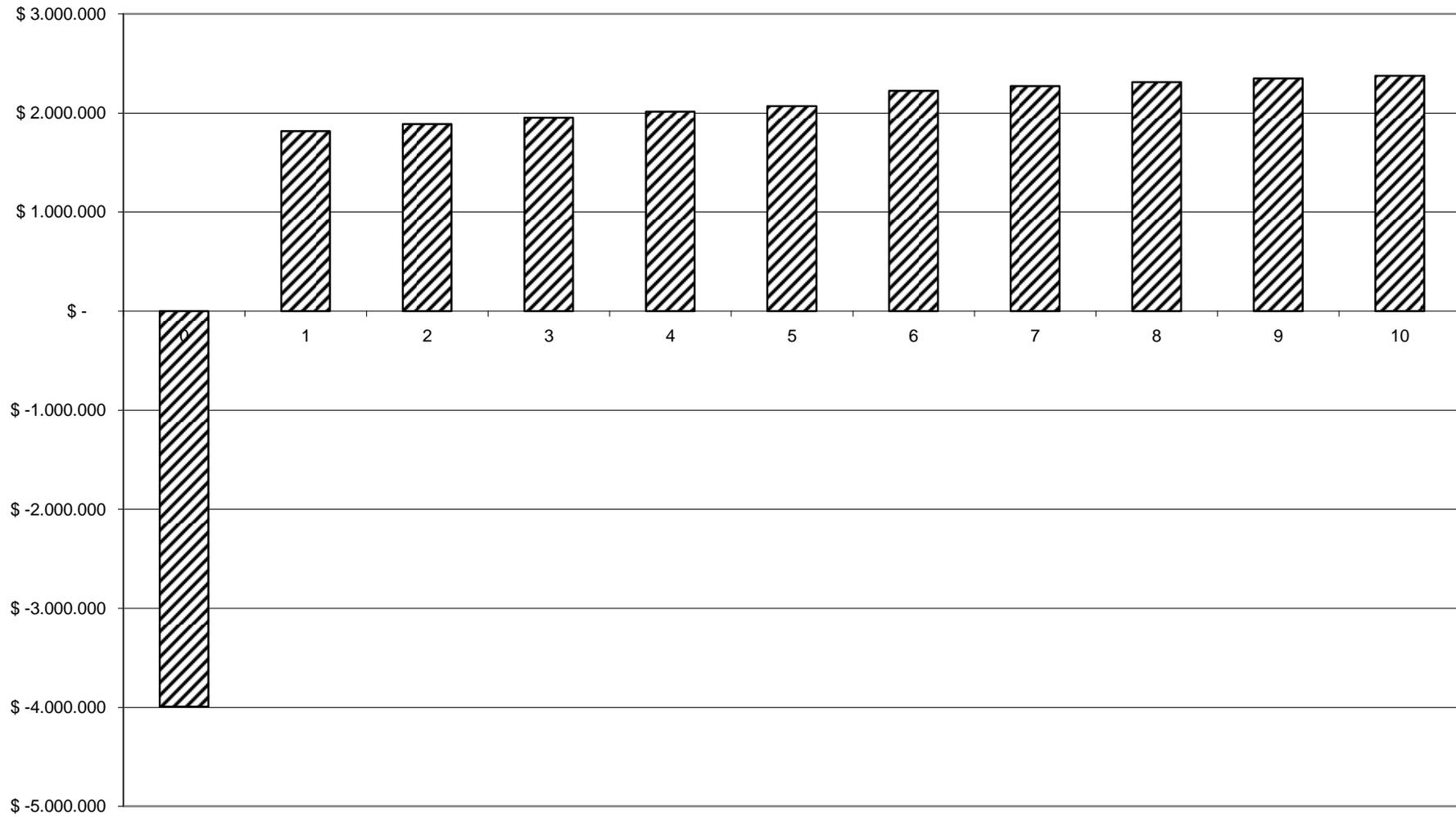
Desventajas:

- Puede dar como resultado respuestas múltiples o pasar por alto los flujos de fondos efectivo no convencionales.

- Puede conducir a decisiones incorrectas al comparar inversiones mutuamente excluyentes (situación en la cual emprender una inversión impide que se pueda emprender otra).

Flujo de fondos netos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Inversión total	\$ 3.992.989										
Ingresos		\$ 5.102.391	\$ 5.243.889	\$ 5.374.248	\$ 5.493.661	\$ 5.602.263	\$ 5.699.890	\$ 5.786.438	\$ 5.862.041	\$ 5.926.772	\$ 5.980.528
Costos de producción		\$ 2.370.674	\$ 2.396.423	\$ 2.419.861	\$ 2.441.024	\$ 2.459.934	\$ 2.166.055	\$ 2.178.052	\$ 2.188.110	\$ 2.196.236	\$ 2.202.418
Costos de administración y de ventas		\$ 234.580	\$ 240.709	\$ 246.352	\$ 251.515	\$ 256.206	\$ 260.416	\$ 264.141	\$ 267.388	\$ 270.159	\$ 272.450
Utilidad Bruta		\$ 2.497.137	\$ 2.606.757	\$ 2.708.035	\$ 2.801.123	\$ 2.886.124	\$ 3.273.420	\$ 3.344.245	\$ 3.406.543	\$ 3.460.377	\$ 3.505.660
Impuesto a las ganancias (35%)		\$ 873.998	\$ 912.365	\$ 947.812	\$ 980.393	\$ 1.010.143	\$ 1.145.697	\$ 1.170.486	\$ 1.192.290	\$ 1.211.132	\$ 1.226.981
Utilidad Neta		\$ 1.623.139	\$ 1.694.392	\$ 1.760.223	\$ 1.820.730	\$ 1.875.981	\$ 2.127.723	\$ 2.173.759	\$ 2.214.253	\$ 2.249.245	\$ 2.278.679
Amortizaciones		\$ 192.378	\$ 192.378	\$ 192.378	\$ 192.378	\$ 192.378	\$ 97.250	\$ 97.250	\$ 97.250	\$ 97.250	\$ 97.250
Valor residual											\$ 2.544.850,60
Flujo de fondos netos	\$ -3.992.989	\$ 1.815.517	\$ 1.886.770	\$ 1.952.601	\$ 2.013.107	\$ 2.068.358	\$ 2.224.973	\$ 2.271.009	\$ 2.311.503	\$ 2.346.495	\$ 2.375.929
TMRA	15%										
	\$ -3.992.989	\$ 1.578.710	\$ 1.426.669	\$ 1.283.867	\$ 1.151.001	\$ 1.028.340	\$ 961.917	\$ 853.756	\$ 755.634	\$ 667.020	\$ 1.216.342
VANe	\$ 6.930.267										
TIRe	48%										

Flujo de fondos netos



Resultado del análisis económico

Como se observa el Valor Actual Neto es positivo, esto indica que es conveniente llevar a cabo el proyecto.

La Tasa Interna de Rendimiento se compara con una tasa mínima de rendimiento aceptable del 15%, y como su valor es mayor indica que el proyecto es conveniente.

El valor de TIR del 48% es demasiado grande como para que sea alcanzable numéricamente, por la condición de reinversión del flujo de saldos, pero igualmente indica que el TIR será grande, manteniéndose la decisión económica de realizar el proyecto.

Análisis financiero del proyecto

Se analiza la posibilidad de que parte de la inversión inicial total sea financiada. Para esto se considerará un préstamo del orden del 50% de la inversión total, el plazo con el que se pagará la deuda es de cinco años y la tasa de interés que registrará será del 10% anual. Se utilizará el sistema francés para el pago de las cuotas que serán de un monto fijo todos los años.

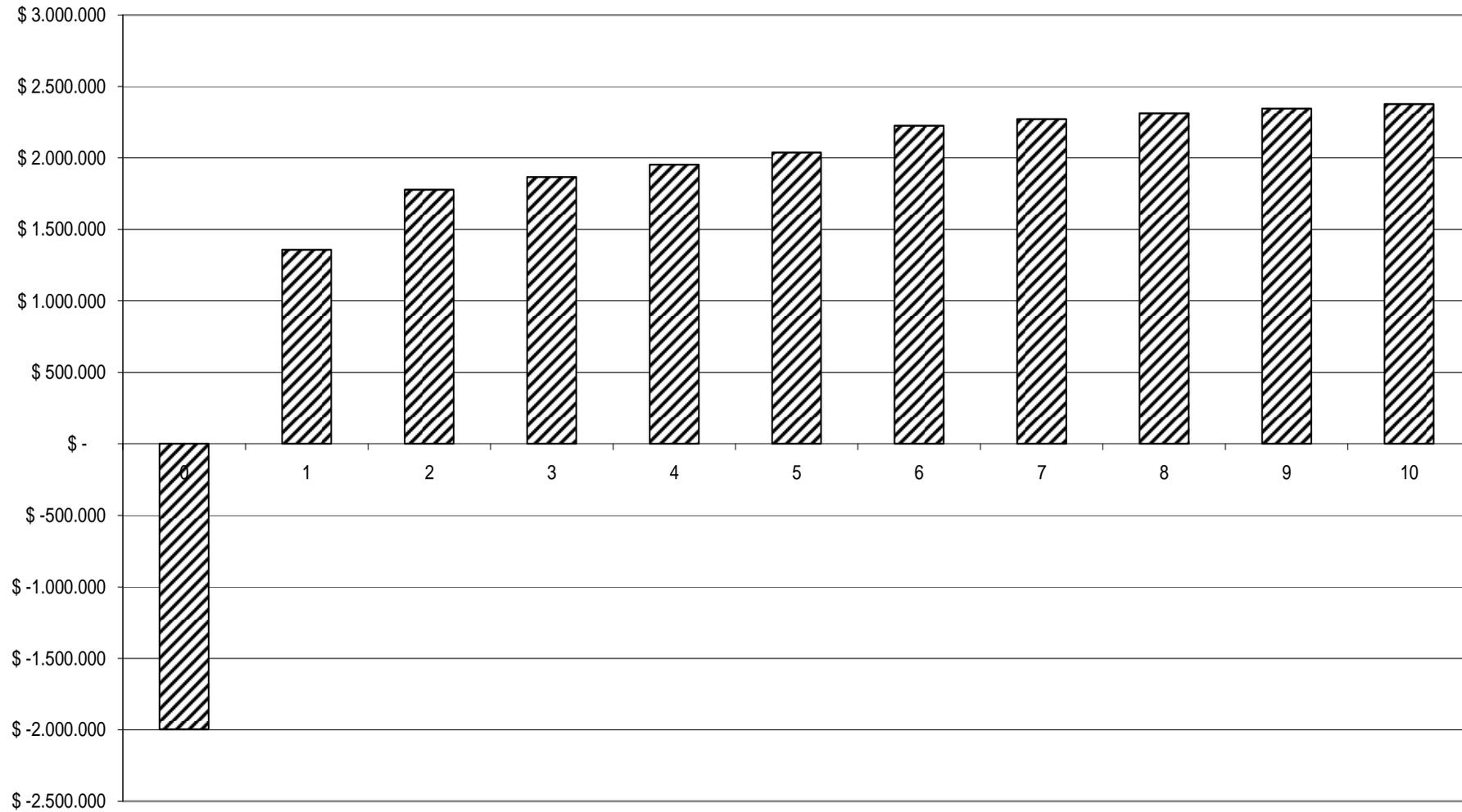
Concepto	Valor
Porcentaje de la Inversión total	50%
Monto del préstamo	\$ 1.996.495
Años	5
Interés	10%

Cronogram a de pagos	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Intereses de la deuda		\$ 199.649	\$ 166.947	\$ 130.975	\$ 91.406	\$ 47.879
Cuota		\$ 526.670	\$ 526.670	\$ 526.670	\$ 526.670	\$ 526.670
Amortización de la deuda		\$ 327.021	\$ 359.723	\$ 395.695	\$ 435.265	\$ 478.791
Deuda después del pago	\$ 1.996.495	\$ 1.669.474	\$ 1.309.751	\$ 914.056	\$ 478.791	\$ 0

Flujo de fondos financieros

Flujo de fondos financieros	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Inversión total	\$ 3.992.989										
Valor del préstamo	\$ 1.996.495										
Ingresos		\$ 5.102.391	\$ 5.243.889	\$ 5.374.248	\$ 5.493.661	\$ 5.602.263	\$ 5.699.890	\$ 5.786.438	\$ 5.862.041	\$ 5.926.772	\$ 5.980.528
Costos de producción		\$ 2.370.674	\$ 2.396.423	\$ 2.419.861	\$ 2.441.024	\$ 2.459.934	\$ 2.166.055	\$ 2.178.052	\$ 2.188.110	\$ 2.196.236	\$ 2.202.418
Costos de administración y de ventas		\$ 234.580	\$ 240.709	\$ 246.352	\$ 251.515	\$ 256.206	\$ 260.416	\$ 264.141	\$ 267.388	\$ 270.159	\$ 272.450
Interés de la deuda		\$ 199.649	\$ 166.947	\$ 130.975	\$ 91.406	\$ 47.879					
Utilidad Bruta		\$ 2.297.488	\$ 2.439.809	\$ 2.577.060	\$ 2.709.717	\$ 2.838.245	\$ 3.273.420	\$ 3.344.245	\$ 3.406.543	\$ 3.460.377	\$ 3.505.660
Impuesto a las ganancias (35%)		\$ 804.121	\$ 853.933	\$ 901.971	\$ 948.401	\$ 993.386	\$ 1.145.697	\$ 1.170.486	\$ 1.192.290	\$ 1.211.132	\$ 1.226.981
Utilidad Neta		\$ 1.493.367	\$ 1.585.876	\$ 1.675.089	\$ 1.761.316	\$ 1.844.859	\$ 2.127.723	\$ 2.173.759	\$ 2.214.253	\$ 2.249.245	\$ 2.278.679
Amortizaciones		\$ 192.378	\$ 192.378	\$ 192.378	\$ 192.378	\$ 192.378	\$ 97.250	\$ 97.250	\$ 97.250	\$ 97.250	\$ 97.250
Valor residual											\$ 2.544.850,60
Amortización de la deuda		\$ 327.021	\$ 359.723	\$ 395.695	\$ 435.265	\$ 478.791					
Flujo de fondos financiero	\$ -1.996.495	\$ 1.358.724	\$ 1.778.254	\$ 1.867.467	\$ 1.953.694	\$ 2.037.237	\$ 2.224.973	\$ 2.271.009	\$ 2.311.503	\$ 2.346.495	\$ 2.375.929
TMRA	15%										
	\$ -1.996.495	\$ 1.181.499	\$ 1.344.615	\$ 1.227.890	\$ 1.117.031	\$ 1.012.867	\$ 961.917	\$ 853.756	\$ 755.634	\$ 667.020	\$ 1.216.342
VAN _t	\$ 8.342.077										
TIR _t	82%										

Flujo de fondos financieros



Resultado del análisis financiero

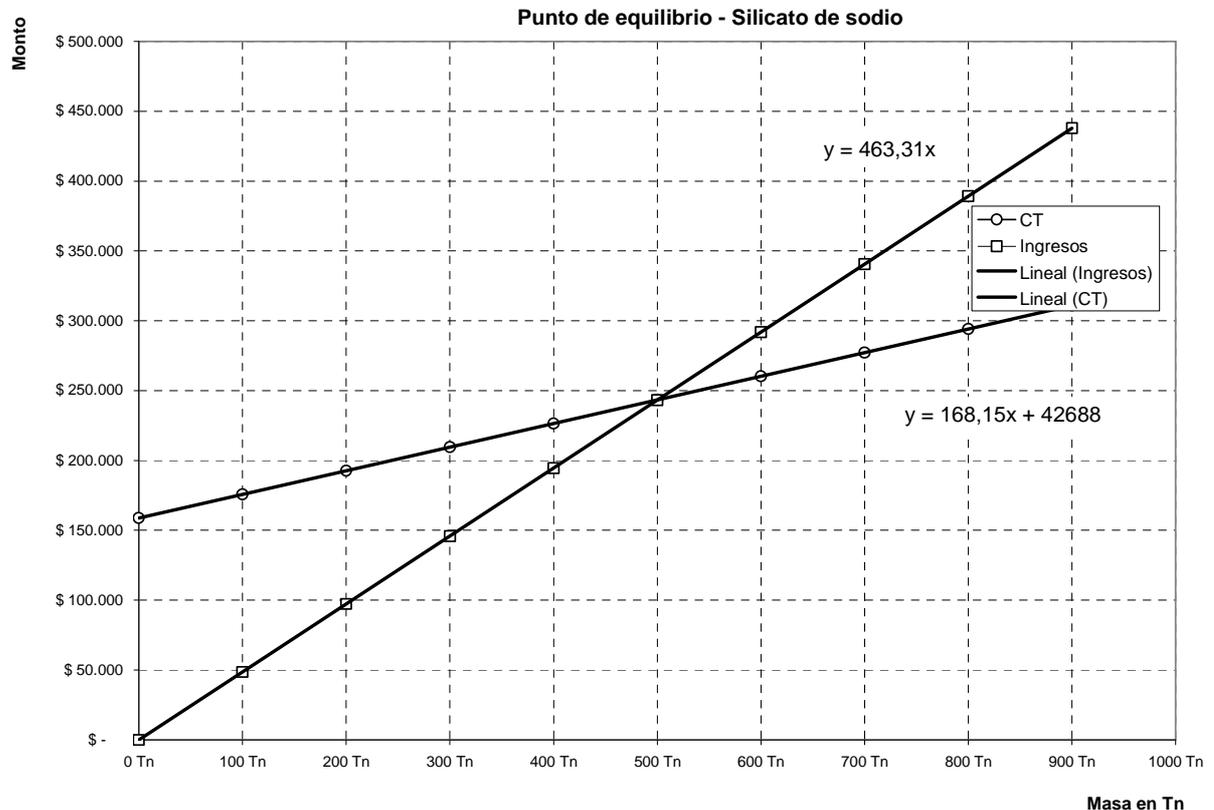
Al observar el valor del VAN que se obtiene en esta alternativa, este es mayor al que se obtiene con la inversión con capital propio, esto es así porque existe una ventaja financiera si parte del capital es prestado.

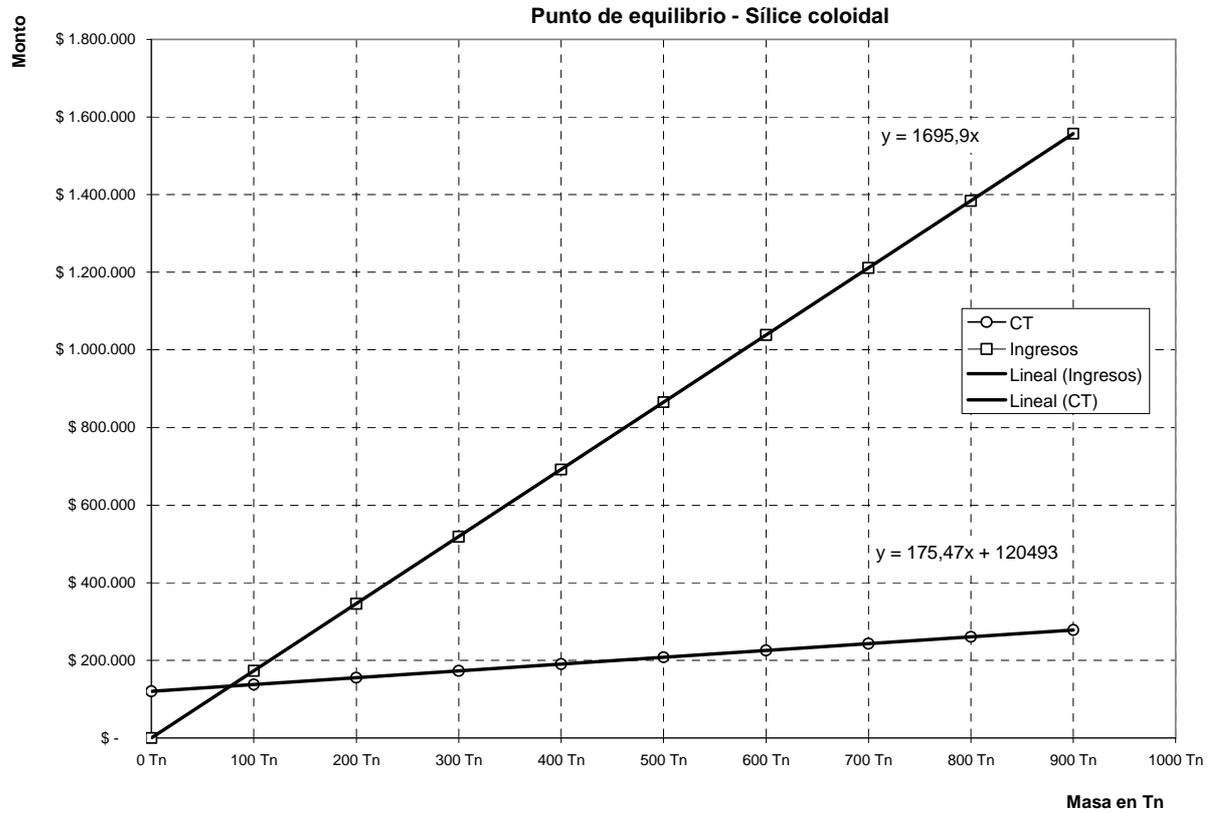
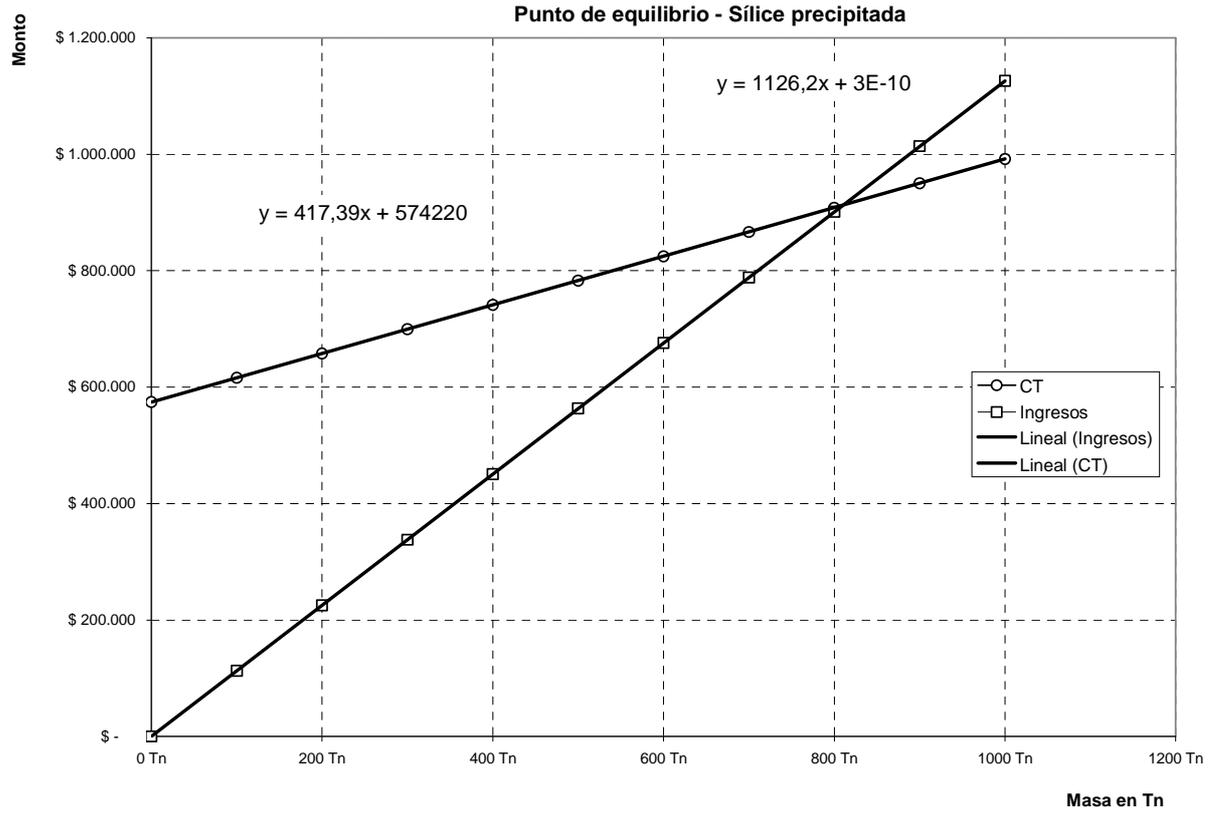
Análisis del punto de equilibrio

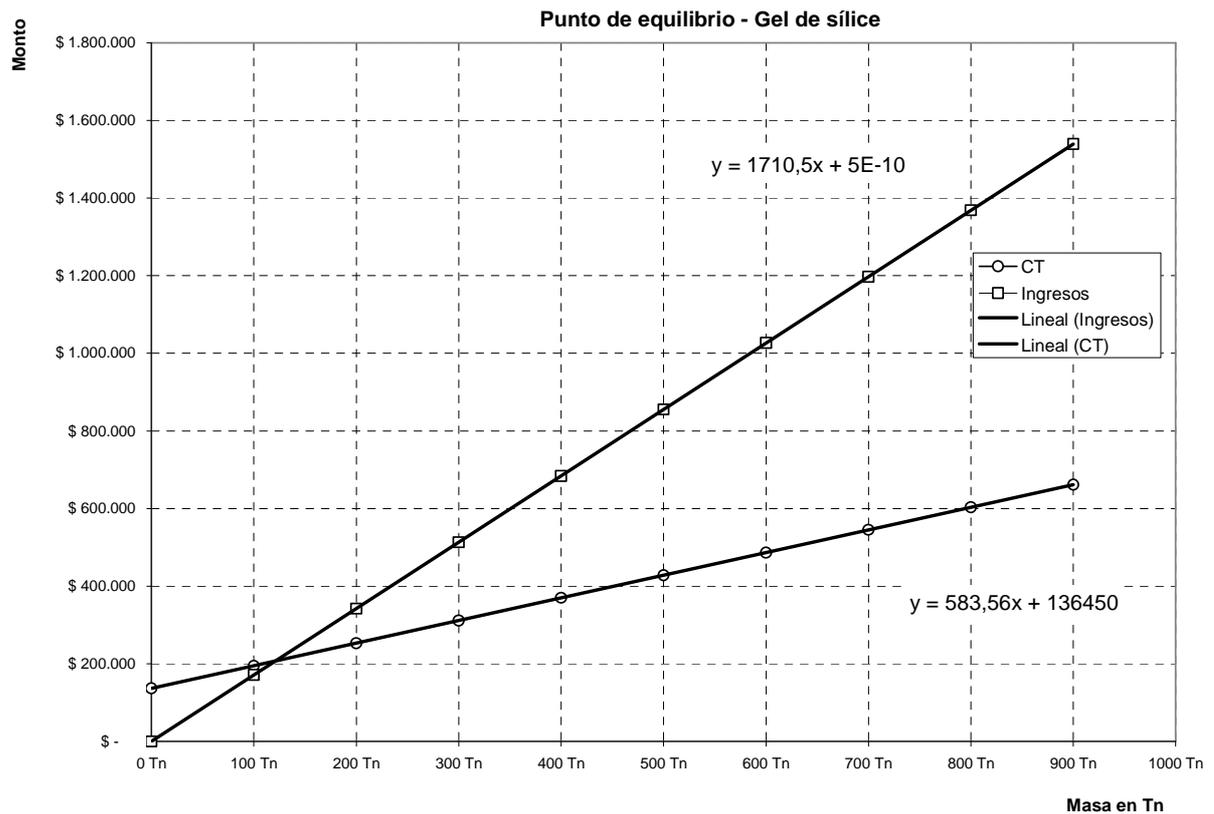
El análisis del punto de equilibrio es una herramienta muy popular comúnmente utilizada para analizar la relación que existe entre el volumen de ventas y la rentabilidad.

La medida del punto de equilibrio que se usa más comúnmente es el punto de equilibrio de equilibrio contable, el cual es el nivel de ventas que genera una utilidad neta de cero en un proyecto.

El análisis del punto de equilibrio se realizó para cada uno de los cuatro productos por separado, como se representó en los siguientes gráficos:







Los valores exactos para cada producto se detallan en la siguiente tabla:

Parámetro	Silicato de sodio	Sílice precipitada	Sílice coloidal	Gel de sílice
Punto de equilibrio	501 Tn	810 Tn	78 Tn	121 Tn
Porcentaje de la demanda*	62%	27%	14%	55%

* Estimada para el primer año

Se observa que los productos alcanzan el punto de equilibrio a valores de demanda mucho menores a la estimada, lo que resulta en un indicador de bajo riesgo de la inversión.

Período de recuperación del capital (PRC)

El período de recuperación es un cierto tipo de medida de “punto de equilibrio”. Es el período que se requiere para que una inversión genere flujos de efectivo suficientes para recuperar su costo inicial. Está dado por:

$$PCR = \frac{I_0}{B_j - C_j}$$

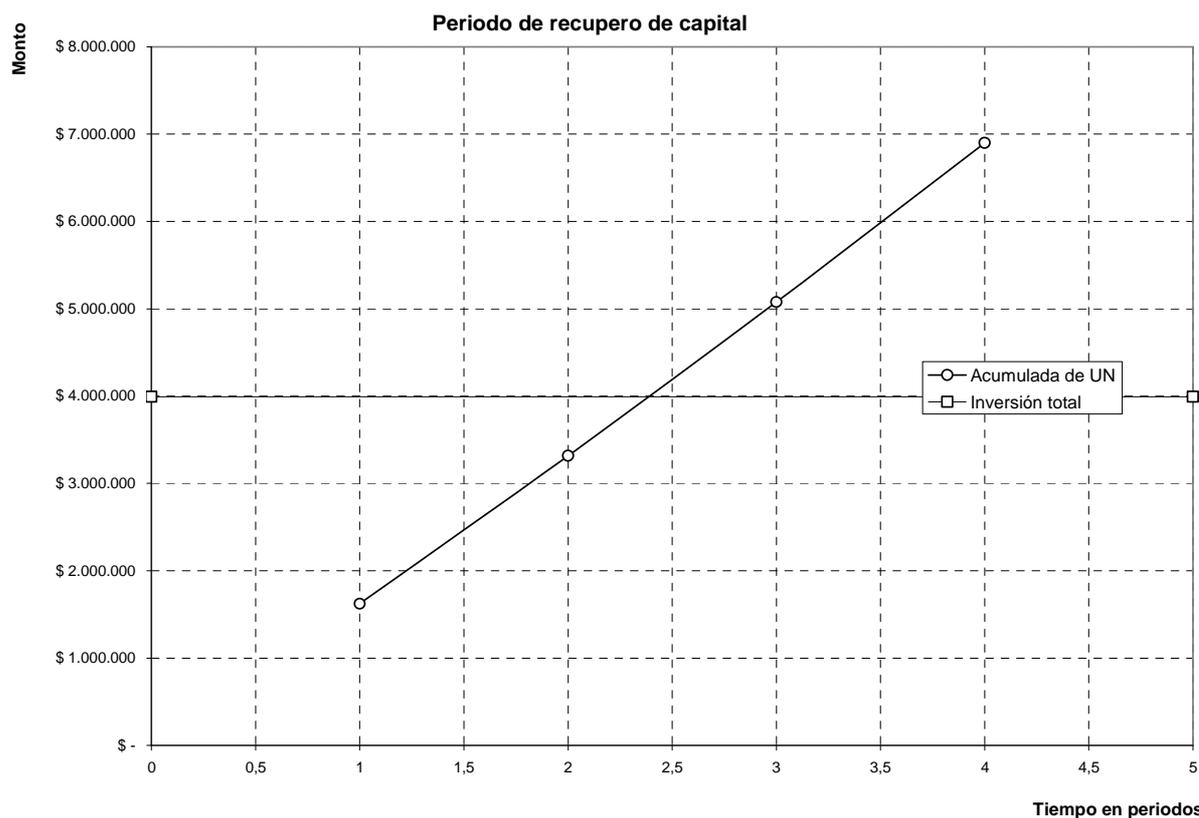
Donde:

I_0 : Inversión inicial total.

B_j : Beneficios.

C_j : Costos anuales (excluyendo las amortizaciones).

Graficando $B_j - C_j$ e I_0 , ambos en función de los periodos económicos, se obtiene:



Analíticamente, el periodo de recuperacion de capital es de 2 años y 4 meses. Este es otro claro indicador de un proyecto de bajo riesgo.

Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad, que se basa en la preparacion de pronósticos, es de gran utilidad para señalar aquellas áreas en las que el riesgo es especialmente severo. En el análisis de sensibilidad, la idea básica es congelar la mayoría de las variables excepto una o un pequeño grupo y analizar posteriormente qué tan sensibles son nuestras estimaciones del VAN ante los cambios en esa o esas variables.

Escenarios a analizar

El análisis de los distintos escenarios se realizó variando datos del escenario base que es el anteriormente presentado.

Variación en el volumen de ventas

Se estudió la variación del TIR y la VAN debido a la caída del volumen de ventas de los productos. Dicha reducción en Tn / Año se definió como:

- Gel de sílice, silicato de sodio y sílice coloidal: Caída del 20%
- Sílice precipitada: Caída del 60%

Los resultados obtenidos fueron:

Características	Silicato de sodio	Sílice precipitada	Sílice coloidal	Gel de sílice
Demanda anual 2008	650 Tn	1200 Tn	439 Tn	177 Tn

Producción Conjunta de Silicato de Sodio y Derivados

Total Costos Variables	\$ 194	\$ 462	\$ 198	\$ 609
Total Costos Fijos	\$ 222.773	\$ 448.974	\$ 164.385	\$ 153.624
Precio de mercado	\$ 486,48	\$ 1.126,23	\$ 1.729,87	\$ 1.710,50
Ingresos	\$ 315.987	\$ 1.351.411	\$ 759.493	\$ 303.611
Punto de equilibrio	762 Tn	676 Tn	107 Tn	139 Tn

Concepto	Valor
Inversión inicial	\$ 3.340.223
Inversión total	\$ 3.826.445
Mano de obra directa	\$ 255.360
Mano de obra indirecta	\$ 568.680
Gastos administrativos y de ventas	\$ 126.619
VANe	\$ 1.356.776
TIRe	20%
Periodo de recupero de capital	6 años

Se observa una caída muy importante en ambos, tanto el VAN como en el TIR, así como un aumento considerable en el PRC, sin dejar de ser rentable el proyecto, pero con más riesgo económico.

Cambio en el rendimiento del proceso de tratamiento de efluentes

En este escenario se analizará el efecto que tiene un bajo rendimiento en la etapa de depuración de agua, en el proceso de enfriado de la misma. La potencia frigorífica necesaria en esta etapa se aumentó en 4 veces su valor inicial.

Características	Silicato de sodio	Sílice precipitada	Sílice coloidal	Gel de sílice
Demanda anual 2008	812 Tn	3000 Tn	549 Tn	222 Tn
Total Costos Variables	\$ 172	\$ 427	\$ 185	\$ 594
Total Costos Fijos	\$ 161.927	\$ 584.990	\$ 124.023	\$ 138.666
Precio de mercado	\$ 486,48	\$ 1.126,23	\$ 1.729,87	\$ 1.710,50
Ingresos	\$ 394.984	\$ 3.378.529	\$ 949.366	\$ 379.513
Punto de equilibrio	516 Tn	836 Tn	80 Tn	124 Tn

Concepto	Valor
Inversión inicial	\$ 3.506.723
Inversión total	\$ 4.174.952
Mano de obra directa	\$ 255.360
Mano de obra indirecta	\$ 568.680
Gastos administrativos y de ventas	\$ 235.322
VANe	\$ 6.631.936
TIRe	45%
Periodo de recupero de capital	2 años y 6 meses

Se observa que si bien el descenso en el VAN y la TIR fueron bastante marcados aún el proyecto es rentable.

Cambio en el rendimiento del proceso de digestión

En este escenario se varió el requerimiento de hidróxido de sodio por parte del reactor, aumentándolo en un 30% y variando los residuos de la digestión de 5 kg/h a 23 kg/h. Los resultados obtenidos fueron:

Características	Silicato de sodio	Sílice precipitada	Sílice coloidal	Gel de sílice
Demanda anual 2008	812 Tn	3000 Tn	549 Tn	222 Tn
Total Costos Variables	\$ 183	\$ 461	\$ 189	\$ 627
Total Costos Fijos	\$ 159.076	\$ 574.850	\$ 120.274	\$ 135.816
Precio de mercado	\$ 486,48	\$ 1.126,23	\$ 1.729,87	\$ 1.710,50
Ingresos	\$ 394.984	\$ 3.378.529	\$ 949.366	\$ 379.513
Punto de equilibrio	524 Tn	864 Tn	78 Tn	125 Tn

Concepto	Valor
Inversión inicial	\$ 3.340.223
Inversión total	\$ 3.997.382
Mano de obra directa	\$ 255.360
Mano de obra indirecta	\$ 568.680
Gastos administrativos y de ventas	\$ 237.708
VANe	\$ 6.386.981
TIRe	45%
Periodo de recupero de capital	2 años y 6 meses

Como en el caso anterior, el proyecto es conveniente de realizar a pesar de las variaciones en el rendimiento.

Capítulo VII

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

Las conclusiones a las que se arribaron en esta etapa son:

- Se determinó que existe un mercado potencial insatisfecho de productos silíceos.
- Con el precio de comercialización de nuestros productos, se estima que será altamente probable una fácil inserción en el mercado.
- Se encontró que en la Argentina existen la totalidad de las materias primas necesarias para la obtención de los productos, y en cantidades y precios competentes.
- Se demostró que se cuenta con los elementos técnicos necesarios para la instalación y operación de la planta, además de innovar en aspectos de consumos energéticos y emisión de contaminantes.
- En vista al análisis de sensibilidad, el proyecto presenta suficiente solidez como para llevarse a cabo. Con los datos obtenidos podemos concluir que el proyecto propuesto es rentable económicamente y presenta poco riesgo respecto al mercado.

Recomendaciones

- Realizar pruebas pilotos para determinar con mayor exactitud los rendimientos y consumos.
- Realizar un estudio más profundo sobre la disponibilidad de otros proveedores de materias primas e insumos.
- Verificar otros posibles medios de separación del sulfato de sodio de los productos neutralizados.
- Analizar los posibles puntos de inserción al mercado del sulfato de sodio, de modo de aumentar los ingresos.

Bibliografía

Libros

- Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry 2004. Copyright © 2004 by Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.
- Perry's Chemical Engineering Handbook 7th. Ed. Copyright © 1999 by Mc Graw Hill Companies.
- Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology 2001. Copyright © 2001 by Wiley
- NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards. Copyright © 2003 by National Institute of Occupational Safety and Health
- Encyclopedia of Separation Science - Martí, Michael Cooke, Colin F. Poole & Ian D. Wilson Copyright © 2000 Academic Press.
- Industrial Solvents Handbook Fifth Edition - Ernest W. Flick. Copyright © 1998 Noyes Data Corporation
- Baca Urbina Gabriel, "Evaluación de Proyectos", Ed. Mc Graw Hill, 4a Ed 2001
- Chase R., Aquilano N, Jacobs F. "Administración de Producción y Operaciones", Ed Mc Graw Hill, 8a Ed. 2000
- Salvatore D. "Microeconomía" Mc Graw Hill, Ed Mc Graw Hill, 1992
- Vazquez, Juan Carlos, "Costos" 2da Ed. Editorial Aguilar, 1992

Patentes

Patentes obtenidas de la US Patents and Trademark Office.

- 4336235
- 4770866
- 4676953
- 6451862-B1
- 4243428
- 5537363

Sitios de Internet

- www.freepatentsonline.com
- www.afip.gov.ar
- www.cfired.org.ar
- www.matche.com
- www.mecon.gov.ar
- www.tecmagsrl.com
- www.parquecomirsa.com.ar
- www.sannicolasweb.com.ar
- www.icispricing.com
- www.segemar.gov.ar

Anexos

Se adjunta a continuación artículos que completan conceptos presentados en el trabajo:

- Hoja de datos del envase Ecobulk MX
- El rótulo de la NFPA: "Diamante de peligros"
- MSDS (Material safety data sheet) del silicato de sodio
- Principios teóricos de calderas

MX

SCHÜTZ INDUSTRIAL PACKAGING

The Future's Technology. Today.

www.schuetz.net

ECOBULK MX

Perfect for transport and storage.



- Approved for filling products of a maximum density of 1.9.
- Perfectly suited for high bay warehousing (specially reinforced bottom plate prevents deflection).
- Can be stacked up to 4-high.
- Reinforced, warp resistant tubular steel grid jacket.
- Additional corner guards to protect the inner container.
- Available in a variety of equipment packages.

Please do not hesitate to contact us regarding any technical concerns or questions.

MATERIAL

Inner bottle

- extrusion blow-moulded HDPE
- SMP protective barrier (optional)
- additional UV and light protection of the filling product (optional)

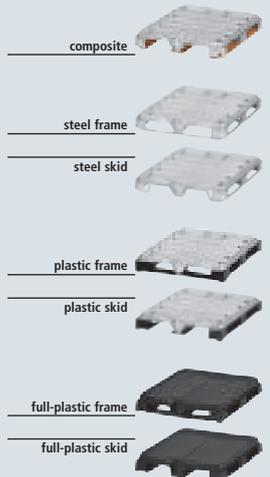
Outer container

- welded tubular steel grid, galvanized

Bottom plate

- made of steel plate to provide stability and to facilitate minimum residual contents from the inner container

PALLETS (4-way entry)



CERTIFICATIONS

UN 31 HA1/Y (optional)

- maximum density 1.9

FDA (optional)

- safe for food products

CAPACITY

MX 640

640 litres (170 gal)

MX 820

820 litres (220 gal)

MX 1000

1,000 litres (275 gal)

MX 1250

1,250 litres (330 gal)

FILLING OPENING

- DN 150 with screw cap
- DN 225 with screw cap
- DN 400 with clamp-ring lid (only for MX 1000)

OUTLET VALVES

- integrated butterfly valve DN 50
- screwable butterfly valve DN 50, DN 80, DN 150
- screwable ball valve DN 50

DIMENSIONS

MX 640

1,200 x 800 x 1,000 (L x W x H)

MX 820

1,200 x 1,000 x 1,000 (L x W x H)

MX 1000

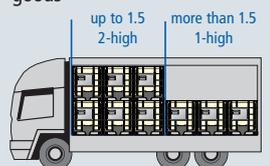
1,200 x 1,000 x 1,160 (L x W x H)

MX 1250

1,200 x 1,000 x 1,350 (L x W x H)

DYNAMIC LOAD

Filled ECOBULKS according to the specific weight of the filling goods



WEIGHT

MX 640

47 kg (steel), 51 kg (plastic)

MX 820

58 kg (composite), 55 kg (steel), 57 kg (plastic)

MX 1000

63 kg (composite), 60 kg (steel), 62 kg (plastic), 64 kg (full-plastic)

MX 1250

70 kg (composite), 67 kg (steel), 69 kg (plastic)

STATIC LOAD

max.
4-high



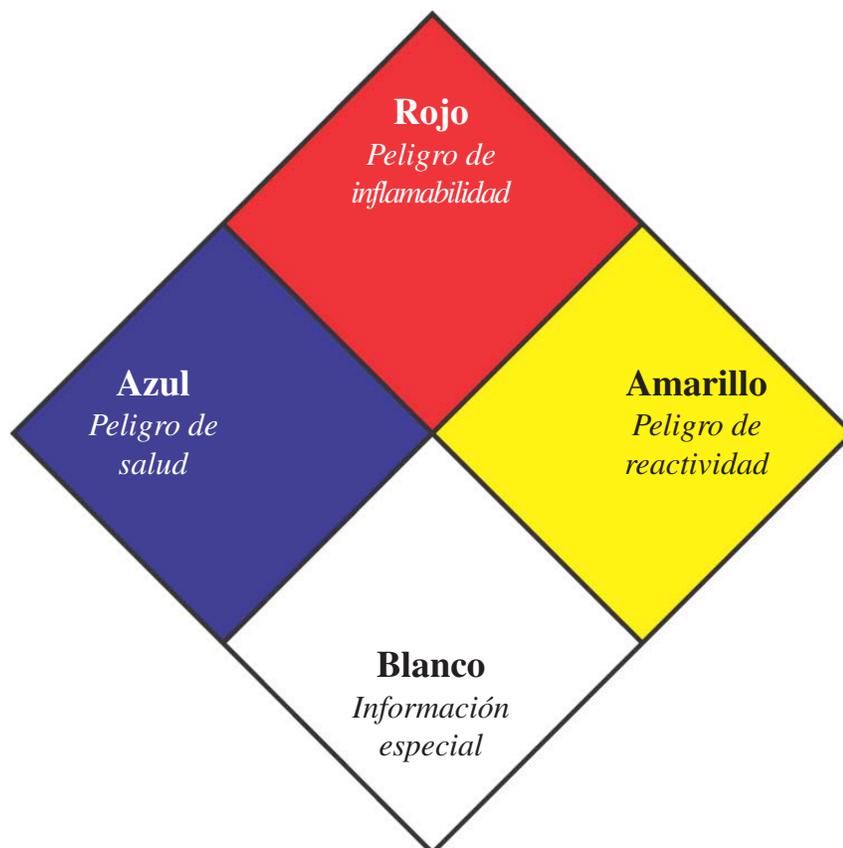
El rótulo de la NFPA: “Diamante de peligros”

El “diamante de peligros” es otro sistema que identifica químicos peligrosos. Fue desarrollado especialmente para los bomberos para emergencias como fugas o derrames de químicos peligrosos.

El diamante tiene tres categorías de peligro y cada categoría tiene un color:

- **Azul** *Peligro de salud* se encuentra al lado izquierdo del diamante
- **Rojo** *Peligro de inflamabilidad* se encuentra en la parte arriba del diamante
- **Amarillo** *Peligro de reactividad* se encuentra al lado derecho del diamante
- **Blanco** *Información especial* se encuentra en la parte abajo del diamante

El cuarto espacio al fondo del diamante se usa para comunicar otras informaciones que puedan ser útiles al bombero.



Azul

Peligro de salud

Nivel 0

materiales que solamente son peligrosos en el sentido de servir como combustible bajo condiciones de incendio

Nivel 1

materiales que causan una irritación no grave aun sin atención médica

Nivel 2

materiales que pueden causar una enfermedad a largo plazo o lesiones con un contacto frecuente

Nivel 3

materiales que pueden causar efectos inmediatos o a largo plazo con un contacto mínimo

Nivel 4

materiales que pueden causar la muerte o una enfermedad a largo plazo con un contacto mínimo

Rojo

Peligro de inflamabilidad

materiales que no se incendiarán

materiales que tienen que ser precalentados para poder incendiarse

materiales que tienen que calentarse bastante para poder incendiarse

líquidos y sólidos que pueden incendiarse a cualquier temperatura

materiales que se convierten en vapor rápidamente a la temperatura ambiental, y que se incendiarán

Amarillo

Peligro de reactividad

materiales que no estallarán aun en presencia de fuego.

materiales que no causarán una reacción química al mezclarse con agua.

materiales que no estallarán a una temperatura ambiental normal, pero que pueden estallar al ser sobre calentados.

materiales que pueden causar una reacción química al mezclarse con agua.

materiales que pueden cambiar violentamente de forma que no se estallarán.

materiales que pueden estallar al mezclarse con agua.

materiales que pueden estallar al calentarse o en presencia de una fuente fuerte de ignición (como una llama).

materiales que estallarán fácilmente a temperaturas ambientales normales.

El diamante de la Asociación Nacional de Protección contra Incendios

Los números que están dentro de cada diamante:

Cada peligro en el diamante está calificado del 0 (sin peligro) al 4 (mucho peligro).

Por ejemplo, si el diamante color azul, que indica peligro de salud, tiene:



el número 4: esta sustancia química puede ser muy peligrosa para la salud.



el número 1: esta sustancia química realmente no causa un problema grave.

Por ejemplo, si el diamante color rojo, que indica peligro de inflamabilidad, tiene:



el número 3: esta sustancia química se puede incendiar fácilmente.

El diamante blanco:

El diamante blanco sirve para comunicar información especial. Hay varios símbolos que pueden aparecer en el diamante blanco, tal como:



no mezclar con agua



peligro radioactivo



corrosivo

Sistema de información e identificación de materiales peligrosos (HMIS)

El sistema de información e identificación de materiales se usa en muchos lugares de trabajo. Provee información sobre tipos de equipo de protección personal que deben usarse en los lugares y áreas de trabajo. Debe ser complementado con entrenamiento.

Este sistema es diferente a los sistemas del Departamento de Transporte (DOT) y de la Asociación Nacional de Protección contra Incendios (NFPA). A pesar de que los colores son los mismos que la Asociación, para salud, inflamabilidad y reactividad, la clasificación de los peligros es diferente. También, las indicaciones sobre el uso de equipo de protección es diferente que los niveles de protección de la EPA.



En este sistema, cada peligro está calificado del 0 (sin peligro) al 4 (mucho peligro).

Se usa la siguiente escala:

TYPE:	
HAZARD RATING	
<input type="radio"/> 4 Extreme	4 = riesgo muy grave
<input type="radio"/> 3 Serious	3 = riesgo serio
<input type="radio"/> 2 Moderate	2 = riesgo moderado
<input type="radio"/> 1 Slight	1 = riesgo ligero
<input type="radio"/> 0 Minimal	0 = riesgo mínimo

Además, si el bloque de salud tiene un asterisco (*) junto al número, esto quiere decir que la sustancia química causa problemas de salud a largo plazo.

En el color blanco hay letras que indican el nivel de protección personal necesario.

Por ejemplo, si el color blanco dice B, se necesita lentes y guantes.

<input type="radio"/> 4 HEALTH
<input type="radio"/> 3 FLAMMABILITY
<input type="radio"/> 0 REACTIVITY
<input type="radio"/> B PROTECTIVE EQUIPMENT

Trade Name: **M[®] Sodium Silicate Solution**

Date Prepared: **06/26/06**

Page: 1 of 5

1. CHEMICAL PRODUCT AND COMPANY IDENTIFICATION

Product name: **M[®] Sodium silicate solution**
Product description: **A 2.58 weight ratio sodium silicate, 44.6% solution in water**
Manufacturer: **PQ Corporation**
P. O. Box 840
Valley Forge, PA 19482 USA
Telephone: **610-651-4200**
In case of emergency call: **610-651-4200**
For transportation emergency
Call CHEMTREC: **800-424-9300**

2. COMPOSITION/INFORMATION ON INGREDIENTS

<i>Chemical and Common Name</i>	<i>CAS Registry Number</i>	<i>Wt. %</i>	<i>OSHA PEL</i>	<i>ACGIH TLV</i>
Water	7732-18-5	55.4%	Not Established	Not Established
Silicic acid, sodium salt; Sodium silicate	1344-09-8	44.6%	Not Established	Not Established

3. HAZARDS IDENTIFICATION

Emergency Overview: **Clear to hazy, colorless, odorless, thick liquid. Causes moderate eye, skin, and digestive tract irritation. Spray mist causes irritation to respiratory tract. Due to high pH of product, release into surface water is harmful to aquatic life. Noncombustible. Spills are slippery. Reacts with acids, ammonium salts, reactive metals and some organics.**

Eye contact: **Causes moderate irritation to the eyes.**

Skin contact: **Causes moderate irritation to the skin.**

Inhalation: **Spray mist irritating to respiratory tract.**

Ingestion: **May cause irritation to mouth, esophagus, and stomach.**

Chronic hazards: **No known chronic hazards. Not listed by NTP, IARC or OSHA as a carcinogen.**

Physical hazards: **Dries to form glass film, which can easily cut skin. Spilled material is very slippery. Can etch glass if not promptly removed.**

4. FIRST AID MEASURES

Eye: **In case of contact, immediately flush eyes with plenty of water for at least 15 minutes. Get medical attention.**

Skin: **In case of contact, immediately flush skin with plenty of water. Remove contaminated clothing and shoes. Get medical attention.**

Trade Name: **M[®] Sodium Silicate Solution**

Date Prepared: **06/26/06**

Page: 2 of 5

Inhalation: Remove to fresh air. If not breathing, give artificial respiration. If breathing is difficult, give oxygen. Get medical attention.

Ingestion: If swallowed, DO NOT induce vomiting. Get medical attention immediately. If victim is fully conscious, give a cupful of water. Never give anything by mouth to an unconscious person.

5. FIRE FIGHTING MEASURES

Flammable limits: This material is noncombustible.

Extinguishing Media: This material is compatible with all extinguishing media

Hazards to fire-fighters: See Section 3 for information on hazards when this material is present in the area of a fire.

Fire-fighting equipment: The following protective equipment for fire fighters is recommended when this material is present in the area of a fire: chemical goggles, body-covering protective clothing, chemical resistant gloves, and rubber boots.

6. ACCIDENTAL RELEASE MEASURES

Personal protection: Wear chemical goggles, body-covering protective clothing, chemical resistant gloves, and rubber boots. See section 8.

Environmental Hazards: Sinks and mixes with water. High pH of this material is harmful to aquatic life, see Section 12. Only water will evaporate from a spill of this material.

Small spill cleanup: Mop up and neutralize liquid, then discharge to sewer in accordance with federal, state and local regulations or permits.

Large spill cleanup: Keep unnecessary people away; isolate hazard area and deny entry. Do not touch or walk through spilled material. Stop leak if you can do so without risk. Prevent runoff from entering into storm sewers and ditches which lead to natural waterways. Isolate, dike and store discharged material, if possible. Use sand or earth to contain spilled material. If containment is impossible, neutralize contaminated area and flush with large quantities of water.

CERCLA RQ: There is no CERCLA Reportable Quantity for this material. If a spill goes off site, notification of state and local authorities is recommended.

7. HANDLING AND STORAGE

Handling: Avoid contact with eyes, skin and clothing. Avoid breathing spray mist. Keep container closed. Promptly clean residue from closures with cloth dampened with water. Promptly clean up spills.

Storage: Keep containers closed. Store in clean steel or plastic containers. Separate from acids, reactive metals, and ammonium salts. Storage temperature 0-95° C. Loading temperature 45-95 ° C. Do not store in aluminum, fiberglass, copper, brass, zinc or galvanized containers.

Trade Name: **M[®] Sodium Silicate Solution**

Date Prepared: **06/26/06**

Page: 3 of 5

8. EXPOSURE CONTROLS/PERSONAL PROTECTION

Engineering controls: Use with adequate ventilation. Keep containers closed. Safety shower and eyewash fountain should be within direct access.

Respiratory protection: Use a NIOSH-approved dust and mist respirator where spray mist occurs. Observe OSHA regulations for respirator use (29 C.F.R. §1910.134)

Skin protection: Wear body-covering protective clothing and gloves.

Eye protection: Wear chemical goggles.

9. PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

Appearance: Thick liquid.

Color: Clear to hazy white.

Odor: Odorless or musty odor.

pH: Approximately 12.0

Specific gravity: 1.51 g/cm³ (20°C), 49.2° Bé, 12.63 lbs/gal

Solubility in water: Miscible.

10. STABILITY AND REACTIVITY

Stability: This material is stable under all conditions of use and storage.

Conditions to avoid: None.

Materials to avoid: Gels and generates heat when mixed with acid. May react with ammonium salts resulting in evolution of ammonia gas. Flammable hydrogen gas may be produced on contact with aluminum, tin, lead, and zinc.

Hazardous decomposition products: Hydrogen.

11. TOXICOLOGICAL INFORMATION

Acute Data: When tested for eye and skin irritation potential, a similar material caused moderate irritation to the eyes and moderate irritation to the skin. Human experience indicates that skin irritation occurs, particularly, when sodium silicates get on clothes at the collar, cuffs or other areas where contact and abrasion may occur. The acute oral toxicity of this product has not been tested. When sodium silicates were tested on a 100% solids basis, their single dose acute oral LD₅₀ in rats ranged from 1500 mg/kg to 3200 mg/kg. The acute oral lethality resulted from nonspecific causes. This product contains approximately 44.6% sodium silicate.

Subchronic Data: In a study of rats fed sodium silicate in drinking water for three months, at 200, 600 and 1800 ppm, changes were reported in the blood chemistry of some animals, but no specific changes to the organs of the animals due to sodium silicate administration were observed in any of the dosage groups. Another study reported adverse effects to the kidneys of dogs fed sodium silicate in their diet at 2.4g/kg/day for 4 weeks, whereas rats fed

Trade Name: **M[®] Sodium Silicate Solution**

Date Prepared: **06/26/06**

Page: 4 of 5

Special Studies: the same dosage did not develop any treatment-related effects. Decreased numbers of births and survival to weaning was reported for rats fed sodium silicate in their drinking water at 600 and 1200 ppm. Sodium silicate was not mutagenic to the bacterium E. Coli when tested in a mutagenicity bioassay. There are no known reports of carcinogenicity of sodium silicates. Frequent ingestion over extended periods of time of gram quantities of silicates is associated with the formation kidney stones and other siliceous urinary calculi in humans. Sodium silicate is not listed by IARC, NTP or OSHA as a carcinogen.

12. ECOLOGICAL INFORMATION

Eco toxicity: The following data is reported for sodium silicates on a 100% solids basis: A 96 hour median tolerance for fish (*Gambusia affinis*) of 2320 ppm; a 96 hour median tolerance for water fleas (*Daphnia magna*) of 247 ppm; a 96 hour median tolerance for snail eggs (*Lymnea*) of 632 ppm; and a 96 hour median tolerance for Amphipoda of 160 ppm. This product contains approximately 44.6% sodium silicate.

Environmental Fate: This material is not persistent in aquatic systems, but its high pH when undiluted or unneutralized is acutely harmful to aquatic life. Diluted material rapidly depolymerizes to yield dissolved silica in a form that is indistinguishable from natural dissolved silica. It does not contribute to BOD. This material does not bioaccumulate except in species that use silica as a structural material such as diatoms and siliceous sponges. Where abnormally low natural silica concentrations exist (less than 0.1 ppm), dissolved silica may be a limiting nutrient for diatoms and a few other aquatic algal species. However, the addition of excess dissolved silica over the limiting concentration will not stimulate the growth of diatom populations; their growth rate is independent of silica concentration once the limiting concentration is exceeded. Neither silica nor sodium will appreciably bioconcentrate up the food chain.

Physical/Chemical: Sinks and mixes with water. Only water will evaporate from this material.

13. DISPOSAL CONSIDERATIONS

Classification: Disposed material is not a hazardous waste.

Disposal Method: Dispose in accordance with federal, state and local regulations and permits.

14. TRANSPORT INFORMATION

DOT UN Status: This material is not regulated hazardous material for transportation.

Trade Name: **M[®] Sodium Silicate Solution**

Date Prepared: **06/26/06**

Page: 5 of 5

15. REGULATORY INFORMATION

CERCLA: No CERCLA Reportable Quantity has been established for this material.
SARA TITLE III: Not an Extremely Hazardous Substance under §302. Not a Toxic Chemical under §313. Hazard Categories under §§311/312: Acute
TSCA: All ingredients of this material are listed on the TSCA inventory.
FDA: The use of sodium silicate is authorized by FDA as a boiler water additive for the production of steam that will contact food pursuant to 21 CFR §173.310; as a component of zinc-silicon dioxide matrix coatings on food contact surfaces pursuant to 21 CFR §175.390(c); as a GRAS substance when migrating from cotton fabric used in dry food packaging pursuant to 21 CFR §182.70; and as a GRAS substance when migrating to food from paper and paperboard products pursuant to 21 CFR §182.90.

16. OTHER INFORMATION

Prepared by: **John G. Blumberg**

Supersedes revision of: **03/07/05**

THE INFORMATION ON THIS SAFETY DATA SHEET IS BELIEVED TO BE ACCURATE AND IT IS THE BEST INFORMATION AVAILABLE TO PQ CORPORATION THIS DOCUMENT IS INTENDED ONLY AS A GUIDE TO THE APPROPRIATE PRECAUTIONS FOR HANDLING A CHEMICAL BY A PERSON TRAINED IN CHEMICAL HANDLING. PQ CORPORATION MAKES NO WARRANTY OF MERCHANTABILITY OR ANY OTHER WARRANTY, EXPRESS OR IMPLIED WITH RESPECT TO SUCH INFORMATION OR THE PRODUCT TO WHICH IT RELATES, AND WE ASSUME NO LIABILITY RESULTING FROM THE USE OR HANDLING OF THE PRODUCT TO WHICH THIS SAFETY DATA SHEET RELATES. USERS AND HANDLERS OF THIS PRODUCT SHOULD MAKE THEIR OWN INVESTIGATIONS TO DETERMINE THE SUITABILITY OF THE INFORMATION PROVIDED HEREIN FOR THEIR OWN PURPOSES.

PRINCIPIOS TEÓRICOS

El vapor es ampliamente utilizado para calefacción, secar pastas, evaporar disoluciones químicas, en procesos de calentamiento, mover turbinas, máquinas y bombas; para realizar los miles y miles de procesos en todas las ramas de la industria.

El vapor es utilizado en estos casos, simplemente porque existe una necesidad de calor y energía al mismo tiempo y el vapor es la manera más adecuada y económica de transportar grandes cantidades de calor y energía.

El vapor es fácil de producir ya que se obtiene del agua y generalmente se requiere de un recipiente adecuado para producirlo industrialmente. Este recipiente que genera vapor se le conoce como CALDERA o, por supuesto, GENERADOR DE VAPOR.

Aunada con la producción de vapor, como es lógico se encuentran íntimamente ligados a una serie de principios y cambios fundamentales, los cuales se explican a continuación:

Energía

La energía es inherente en la materia. Por energía indicamos algo que aparece en muchas formas, las cuales se relacionan entre sí, por el hecho de que se puede hacer la conversión de una forma de energía a otra. El término general de energía no es fácilmente definible, pero sí pueden definirse con precisión las diversas formas en las que aparece.

La energía es una cantidad que tiene magnitud (y sentido), por lo que es una cantidad escalar. La energía de un sistema de cuerpos es simplemente la suma algebraica (dependiendo del sentido) de las energías en cada uno de ellos.

Calor

El calor es energía en transición (en movimiento) de un cuerpo o sistema a otro, solamente debida a una diferencia de temperatura entre los cuerpos o sistemas. Es una forma de energía que causa un cambio físico en la sustancia que es calentada. Los sólidos como los metales, cuando son calentados inicialmente, se expanden y aumentan su temperatura, hasta cambiar al estado líquido.

Los líquidos cuando se calientan, pueden llegar a vaporizarse y el vapor producido al entrar con una superficie a menor temperatura se condensa, entregando a dicha superficie el calor con el cual había logrado su vaporización.

Calor latente

Es la cantidad de calor requerida para lograr el cambio de estado físico de una sustancia sin que existan variaciones en su temperatura.

Calor sensible

Es el calor que produce una elevación de temperatura en un cuerpo.

Transmisión del calor

Es el flujo a través de un cuerpo de temperatura más alta hacia un cuerpo de menor temperatura. Existen tres tipos de transmisión de calor: conducción, convección o radiación o una combinación de ellas.

- Conducción

Es la transmisión del calor entre dos cuerpos o partes de cuerpos en los que existe una diferencia de temperatura.

- Convección

Es la transferencia de calor mediante un flujo. Ocurre debido a que un fluido en movimiento recoge energía de un cuerpo caliente y la cede a un cuerpo más frío.

- Radiación

Es la transmisión de calor desde un cuerpo a otro por medio de ondas de calor, las cuales viajan del cuerpo con mayor temperatura hasta el otro cuerpo con menor temperatura, sin tomar en cuenta el calentamiento del medio entre ellos.

Coefficiente de Transferencia de Calor

Es la cantidad de calor en kcal (Btu) por hora a través de una unidad de área (m^2 , pies²) por grado de diferencia de temperatura.

Kilocaloría

Es la cantidad de calor necesaria para elevar un grado centígrado la temperatura de un kilogramo de agua destilada a nivel del mar.

$$1 \text{ kcal} = 4.186 \text{ kJ}$$

BTU (British Thermal Unit)

Es la cantidad de calor necesaria para elevar un grado Fahrenheit la temperatura de una libra de agua. Es la unidad de calor en el sistema inglés.

Vapor

El vapor es una fase intermedia entre la líquida y la gaseosa. Los vapores tienen características semejantes a los gases, puesto que llenan por completo las paredes del recipiente que los contiene, pero no siguen la ley de los gases perfectos. Las propiedades o características de los vapores se encuentran registradas en las tablas y gráficas de los vapores.

En estas páginas trataremos principalmente el vapor de agua, sin embargo todos los vapores se comportan de un modo semejante, diferenciándose sólo cuantitativamente en sus características. Se acostumbra llamar fluido a toda sustancia en su fase líquida, de vapor o gaseosa.

Vaporización

Es el cambio de un cuerpo de la fase sólida o líquida a la fase de vapor.

Evaporación

Es la vaporización de un líquido que tiene lugar exclusivamente en la superficie libre del líquido.

Ejemplo: La evaporación del agua en el mar o en cualquier superficie libre de líquido. La evaporación puede tener lugar a cualquier temperatura del líquido.

Ebullición

Es la vaporización de un líquido que tiene lugar en el seno mismo del líquido. Ejemplo: la ebullición de un recipiente abierto que contenga agua; la ebullición del agua en el interior de una caldera. La ebullición de un líquido tiene lugar a una temperatura cuyo valor depende de la presión a la cual se encuentra el líquido. Mientras mayor sea la presión, mayor será la temperatura requerida para hacer ebullicir un líquido.

Condensación

Es el cambio de vapor a líquido con una transferencia de calor del vapor a la superficie de condensación. Los vapores saturados son aquellos que tienen una temperatura igual a la de ebullición (correspondiente a la presión a la cual se encuentra el vapor) y constan únicamente de la fase de vapor.

Un vapor saturado queda definido por su presión o su temperatura. Ejemplo: vapor saturado de 10 kg/cm²; vapor saturado a 170°C.

Un vapor húmedo tiene al mismo tiempo la fase líquida en alguna proporción y la fase de vapor en la proporción restante. Su temperatura es igual a la temperatura de ebullición. Para definir sus propiedades es necesario conocer la presión o su temperatura y su calidad.

Calidad

La calidad de un vapor húmedo es la relación del peso del fluido que está en la fase de vapor y el peso total del fluido. Solo se define este parámetro para vapores húmedos. Si observamos la fórmula:

$$x = m_{\text{vapor}}/m_{\text{total}}$$

La calidad para un líquido saturado es cero, y la calidad para un vapor saturado es igual a uno.

Los vapores sobrecalentados tienen una temperatura superior a la temperatura de ebullición y en ellos está presente solamente la fase de vapor. Para definir un vapor sobrecalentado hay que indicar su presión y su temperatura, o bien, su sobrecalentamiento. El sobrecalentamiento de un vapor es la diferencia entre su temperatura y la temperatura de ebullición correspondiente a su presión.

Un líquido saturado consta solamente de la fase líquida y está a su temperatura de ebullición. Basta la presión o la temperatura para definirlo. Ejemplo: Líquido saturado de 200°C; líquido saturado de 10 kg/cm².

Elementos para la operación de la caldera

Básicamente requerimos cuatro elementos para la operación de una caldera.

- Agua
- Electricidad
- Aire
- Combustible

Agua

Independientemente del uso universal del agua (consumo humano y fines sanitarios) el agua es empleada ampliamente en la industria de varias maneras:

1. Para generar vapor y usar la energía contenida en este, para aplicaciones de fuerza o calentamiento.
2. Para limpieza o proceso de productos

El agua de uso industrial es la materia prima en la generación del vapor, por lo cual tiene que ser de gran calidad; desafortunadamente el agua trae consigo gases y sales en solución, así como materia orgánica e inorgánica en sus pensión y otros elementos que producen daños en las calderas como la incrustación y la corrosión. Así, es necesario hacerle un tratamiento para reducir las impurezas que ocasionan problemas en el funcionamiento de una caldera.

Aire

El aire es un elemento primordial para la supervivencia del ser humano. En los equipos de combustión como son las calderas, el aire es empleado para las siguientes funciones:

- a) Barrido de gases
- b) Combustión (mezcla oxígeno/combustible)
- c) Atomización (sólo en combustibles líquidos)
- d) Enfriamiento de superficies calientes

Combustible

Se define como combustible a todo elemento o cuerpo capaz de combinarse químicamente con el oxígeno del aire, dando como resultado de esta reacción luz, calor y desprendimiento de gases. Los combustibles se encuentran en la naturaleza en numerosas formas físicas.

Existen 3 tipos de combustibles, los cuales son:

- a) Combustibles sólidos: carbón, madera, hulla, bagazo de caña, etc.
- b) Combustibles líquidos: aceites combustibles, gasolina, alcohol, queroseno, etc.
- c) Combustibles gaseosos: gas natural, gas de alto horno, gas L.P., etc.

Los combustibles contienen 3 elementos químicos de mayor importancia: carbono, hidrógeno y azufre. El azufre normalmente es el menos relevante como fuente de calor pero es el de mayor importancia en los problemas de corrosión y contaminación.

Entre los combustibles más comunes que se manejan en nuestro país para su empleo en calderas se tienen los siguientes:

- Combustóleo
- Gasóleo
- Diesel
- Gas Natural
- Gas L.P.

Algunas características importantes para la selección de los combustibles son: poder calorífico, densidad, viscosidad, contenido de humedad, punto de inflamación, punto de combustión, contenido de azufre y cenizas.

Combustibles sólidos

El carbón es el combustible sólido más utilizado, el cual se extrae del seno de la tierra y que se ha producido por descomposición de materias vegetales y animales, además de las altas temperaturas y presiones en el curso de los siglos.

La presencia de azufre en los carbones es perjudicial por los componentes que se forman durante la combustión.

Combustibles líquidos

El petróleo es un excelente combustible para generar calor y fuerza, siendo el más popular de los combustibles líquidos y el de mayor consumo en México. Del petróleo crudo que se extrae de la tierra se obtienen los aceites combustibles que son los que utilizamos en las calderas tales como combustóleo, gasóleo y diesel.

Combustibles gaseosos

El gas natural es el combustible con mayor eficiencia de operación. La combustión completa se puede efectuar más fácilmente con menor exceso de aire. Al estar libre de cenizas, la combustión es prácticamente sin humo y no existe acumulación de escoria ni contaminación ambiente. Sin embargo, se debe tener una mayor consideración de seguridad ya que la posibilidad de explosión es más grande que con otros combustibles.

Electricidad

Forma de energía que se puede transformar en los motores que impulsan las bombas, ventiladores, compresores o en el campo magnético que activa bobinas, arrancadores o elementos de control y seguridad del equipo.

TIRO

Es la corriente provocada por una diferencia de presiones, suministrando el aire necesario al hogar para poder establecer la combustión y a su vez poder desalojar los gases a la atmósfera.

a) Tiro natural. Efecto Sifón.

Su valor depende de factores tales como:

- Altura de la salida de gorro
- Diferencia de temperaturas entre los gases de salida y la atmosférica

Por esta razón en muchas empresas con equipos de combustión anticuados tienen chimeneas con una altura considerable a fin de poder suministrar el aire adecuado.

b) Tiro forzado

En este tipo de tiro, la función principal es suministrar aire a presión al hogar por medio de un ventilador, siendo este el de mayor uso por su fácil adaptabilidad.

c) Tiro inducido

El suministro de aire se realiza por la formación de un vacío en el hogar causado por un equipo mecánico que produce una presión negativa, de manera que los gases de combustión son "jalados" hacia el exterior.

d) Tiro mixto o compensado

Es la combinación de los tiros anteriores. Este es el tipo de tiro normalmente empleado en generadores de vapor debido a los volúmenes tan altos de gases desplazados.

Cálculo de la temperatura en la chimenea

Para este cálculo se toma en cuenta tanto la temperatura del vapor, la temperatura de los gases a la salida de la chimenea y la presión de operación y se aplica la siguiente regla:

Por diseño en calderas Cleaver Brooks, de 4 pasos, la temperatura de los gases a la salida de la chimenea deberá estar dentro de un rango, desde los 37 a los 83 °C por encima de la temperatura del vapor, que se deberá buscar en tablas según la presión de operación.

IMPORTANCIA DE LA TEMPERATURA DE LOS GASES

Esta temperatura nos puede indicar en un momento dado, si nuestra caldera está trabajando en óptimas condiciones. Si es buena nuestra combustión, si tenemos hollinamiento o incrustaciones en los fluxes. Por lo que es muy importante tenerle especial atención.

ACCESORIOS

Los accesorios difieren en características, dependiendo de marcas y modelos de calderas y son clasificados de manera general de la siguiente manera:

a) Accesorios de seguridad

Reducen los riesgos de operación del equipo y dan confianza al operador en su trabajo. Ejemplos: Válvula de seguridad, interruptores límites de presión, interruptores de nivel de agua, programadores, sistemas de protección contra falla de flama.

b) Accesorios de control

Regulan los parámetros de funcionamiento del equipo. Ejemplos: termostatos, modutrol, válvulas reguladoras de presión, block de válvulas, etc.

c) Accesorios de operación

Facilitan la operación y/o mejoran el funcionamiento del equipo. Ejemplos: arrancadores, bombas de alimentación de agua o combustible, quemador, ventilador, equipo de tratamiento de agua, tanques de alimentación, trampas de vapor, cabezales de distribución, líneas de distribución y retorno, etc.

d) Accesorios de medición

Informan el valor de los diferentes parámetros de funcionamiento del equipo, ejemplos: manómetros, termómetros, etc.