



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA QUÍMICA E  
INDUSTRIAS EXTRACTIVAS



TESIS

**EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA LA FABRICACIÓN DE LA UREA EN  
MÉXICO**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO QUÍMICO INDUSTRIAL

P R E S E N T A

**C. ERICK RAMÍREZ MONDRAGÓN**

ASESOR:  
M. EN E. ANDRÉS GUILLERMO BARROETA ARTEAGA

CIUDAD DE MÉXICO, MARZO DE 2017



T-140-16

Ciudad de México, 26 de septiembre del 2016.

Al C. Pasante:  
**ERICK RAMÍREZ MONDRAGÓN**

Boleta:  
**2011320509**

Carrera:  
**IQI**

Generación:  
**2010-2015**

Mediante el presente se hace de su conocimiento que la Subdirección Académica a través de este Departamento autoriza que el C. **M. en E. Guillermo Andrés Barroeta Arteaga**, sea asesor en el tema que propone usted desarrollar como prueba escrita en la opción **Tesis Individual**, con el título y contenido siguiente:

**"Evaluación técnica y económica para la fabricación de la urea en México".**

Resumen.  
Introducción.  
I.- Generalidades.  
II.- El origen del proyecto.  
III.- Estudio de mercado.  
IV.- Estudio técnico.  
V.- Estudio financiero.  
Conclusiones.  
Referencias.

Se concede un plazo máximo de un año, a partir de esta fecha, para presentarlo a revisión por el Jurado asignado.

M. en A. Martha Ruth Ruiz Ayerdi  
Presidente de la Academia de  
Economía Industrial.

Ing. César Rodríguez Guerrero  
Jefe del Departamento de Evaluación y  
Seguimiento Académico.

M. en E. Guillermo Andrés Barroeta Arteaga  
Director de Tesis  
Ced. Prof. 1572502

Ing. Víctor Manuel Feregrino Hernández  
Subdirector Académico



**T-140-16**

Ciudad de México, a 16 de febrero de 2017.

Al C. Pasante:  
**ERICK RAMÍREZ MONDRAGÓN**  
**PRESENTE**

Boleta: **2011320509** Carrera: **IQI** Generación: **2010-2015**

Los suscritos tenemos el agrado de informar a usted, que habiendo procedido a revisar el borrador de la modalidad de titulación correspondiente denominado:

**"Evaluación técnica y económica para la fabricación de la urea en México"**

encontramos que el citado Trabajo de **Tesis Individual**, reúne los requisitos para autorizar el Examen Profesional y **PROCEDER A SU IMPRESIÓN** según el caso, debiendo tomar en consideración las indicaciones y correcciones que al respecto se le hicieron.

Ing. Antonio Salvador Pérez Cárdenas  
**Presidente**

Atentamente  
**JURADO**

M. en A. Martha Ruth Ruiz Ayerdi  
**Secretaria**

Lic. Adelina Pérez Rosas  
**1er. Vocal**

M. en A. Héver Honorato Cervantes  
**2º Vocal**

M. en E. Andrés Guillermo Barroeta Arteaga  
**3er. Vocal**



Instituto Politécnico Nacional  
Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas  
Ingeniería Química Industrial



## Reconocimientos

Esta tesis fue posible gracias al Instituto Politécnico Nacional, que es y será mi casa, que me apoyó y formó durante tantos años y por eso me siento con gran orgullo de ser hijo del Politécnico.

A la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas, la cual me apoyó durante una generación, sólo puedo dar gracias a estas aulas donde llegue a ser un Ingeniero, en la cual adquirí increíbles conocimientos impartidos por excelentes profesores para poder ser ahora este gran profesionista.



Instituto Politécnico Nacional  
Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas  
Ingeniería Química Industrial



## **Agradecimientos**

Agradezco a mi madre y a mi padre, los cuales me procuraron de todo para que pudiera terminar esta carrera, sus palabras me motivaron, su apoyo me impulsó, su confianza medió energía y sus sacrificios son bien valorados por mi persona; ahora quiero manifestarles mi agradecimiento entregándoles este título, esperando demostrar gratitud a todo lo que me han dado.

Agradezco a la M. en C. Martha Ruth Ruiz Ayerdi y al M. en E. Andrés Guillermo Barroeta Arteaga por creer siempre en mí, porque sin su ayuda esto no sería posible; sus consejos me ayudaban y guiaban para culminar con mi carrera. Gracias.



## ÍNDICE

<b>Índice General.</b>	
<b>Resumen.</b>	11
<b>Introducción.</b>	13
<b>Justificación del Proyecto.</b>	14
<b>Objetivos.</b>	15
<b>Capítulo 1: Generalidades.</b>	16
1.1. Naturaleza de la urea.	17
1.1.1. Antecedentes de la urea.	18
1.1.2. Propiedades de la urea.	18
1.1.3. Características de la urea.	20
1.1.4. ¿De qué está compuesta la urea?	20
1.2. Problemática de la fabricación de urea en México.	21
1.3. Proceso de fabricación de urea.	22
1.3.1. Stamicarbon.	22
1.3.2. Thermo-Urea.	22
1.3.3. Patentes.	22
1.3.4. Comparación con las patentes.	24
1.4. Importancia de la urea.	25
1.5. Usos de la urea.	29
1.6. Urea como materia prima para otros productos.	31
1.7. Almacenamiento de la urea.	32
1.8. Precauciones del manejo de la urea.	33
1.9. Época de aplicación, dosis y tipo de cultivo.	32
<b>Capítulo 2: El origen del proyecto.</b>	35
2.1. Misión, visión, valores y políticas del proyecto.	36
2.1.1. Misión.	36
2.1.2. Visión.	36
2.1.3. Valores.	37
2.1.4. Políticas del proyecto.	38
2.2. Descripción del producto.	39
2.3. Ventaja competitiva.	40
<b>Capítulo 3: Estudio de mercado.</b>	42
3.1. Identificación del área de mercado de urea en México.	43
3.2. Variables de mercado: demanda, oferta y precio.	44
3.2.1. Análisis de la demanda.	44
3.2.2. Análisis de la oferta en México y en el mundo.	44
3.2.3. Precio.	45
3.3. Consumo de urea en diferentes sectores.	47
3.4. Comportamiento histórico de los mercados.	47
3.4.1. Producción nacional de la urea.	48
3.4.2. Importación y exportaciones.	49



3.4.3.	Consumo nacional aparente.	50
3.5.	Canales de distribución.	50
3.5.1.	Estrategias de comercialización.	52
<b>Capítulo 4: Estudio técnico.</b>		<b>53</b>
4.1.	Entorno de la Influencia del proyecto.	54
4.2.	Tamaño del proyecto.	55
4.2.1.	Balance de Materia.	55
4.2.2.	Capacidad y aprovechamiento de la planta.	56
4.3.	Localización de la planta.	56
4.3.1.	Macrolocalización.	58
4.3.1.1.	Aspectos geográficos.	58
4.3.1.2.	Aspectos socioeconómicos y culturales.	58
4.3.1.3.	Infraestructura.	60
4.3.1.4.	Aspectos institucionales.	61
4.3.1.5.	Mapa de macrolocalización.	61
4.3.2.	Factores para determinar la microlocalización.	62
4.3.2.1.	Análisis de los mercados de consumo.	63
4.3.2.2.	Disponibilidad y costo.	64
4.3.2.3.	Costos de transportación.	68
4.3.2.4.	Factores geográficos.	69
4.3.3.	Microlocalización.	70
4.3.3.1.	Criterios de selección.	70
4.3.3.2.	Elección.	70
4.3.3.3.	Descripción de la localidad.	70
4.3.3.4.	Características del predio de ubicación.	70
4.3.3.5.	Plano de microlocalización.	71
4.4.	Evaluación técnica.	72
4.4.1.	Área de abastecimiento de materia prima.	72
4.4.2.	Área de abastecimiento de mano de obra.	72
4.4.3.	Área de abasto en la tecnología, equipos e instrumentación y mantenimiento de equipos y accesorios.	73
4.4.4.	Área de mercado de producto terminado.	74
4.5.	Especificaciones del sistema de producción.	74
4.5.1.	Reactores.	74
4.5.2.	Separador.	76
4.5.3.	Condensador de carbamato.	77
4.5.4.	Compresor de dióxido de carbono.	77
4.5.5.	Bombas.	77
4.6.	Proceso productivo.	78
4.7.	Distribución de planta.	81
4.8.	Obra civil.	83
4.8.1.	Distribución de áreas.	83



4.8.2. Costo de Obra civil.	84
4.9. Especificaciones de higiene y seguridad.	84
4.9.1. Prevención de accidentes.	85
4.9.2. Equipos de protección.	85
4.9.3. Instalaciones.	86
4.9.4. Protección en maquinaria y equipo.	86
4.9.5. Almacenamiento y transporte.	87
4.10. Estudio complementario.	88
4.10.1. Inversión fija.	88
4.10.2. Organigrama.	92
4.10.3. Plantilla del personal.	94
4.10.3.1. Operación.	96
4.10.3.2. Ventas.	96
4.10.4. Presupuesto de ingresos.	97
4.10.5. Presupuesto de egresos.	97
<b>Capítulo 5: Estudio Financiero.</b>	<b>107</b>
5.1. Activo fijo.	108
5.2. Depreciación y amortiguación.	109
5.3. Valores e inversión.	111
5.4. Inventarios.	111
5.5. Cuentas por cobrar.	112
5.6. Pasivo circulante.	112
5.7. Financiamiento.	113
5.8. Determinación del punto de equilibrio.	113
5.9. Estados financieros.	116
5.9.1. Estado de situación financiera.	116
5.9.2. Estado resultados.	116
5.10. Análisis financiero.	117
5.10.1. Liquidez.	117
5.10.2. Apalancamiento.	118
5.11. Valor presente neto y tasa interna de retorno.	118
<b>Conclusión.</b>	<b>120</b>
<b>Bibliografía.</b>	<b>122</b>
<b>Índice de Figuras.</b>	<b>8</b>
<b>Índice de Tablas.</b>	<b>8</b>
<b>Índice de Gráficas.</b>	<b>10</b>



## Índice de Figuras

Figura 1. H.M Rouelle y F. Wöler.	18
Figura 2. Cadena productiva del amoniaco.	26
Figura 3. Demanda de amoniaco 2007.	26
Figura 4. Imagen de la urea solida (presentación granular).	40
Figura 5. Ciclo de producción de urea.	43
Figura 6. Estadística de la producción nacional de urea del 2008 al 2010, PEMEX.	48
Figura 7. Canales de distribución.	51
Figura 8. Red de distribución de los productos de PEMEX y sus principales puntos de venta local.	57
Figura 9. Macrolocalización.	62
Figura 10. Recorrido de C.E. Topolobampo a zona industrial Topolomampo, Los Mochis Sinaloa.	69
Figura 11. Muestra de localización y dimensión de los terrenos de zona Topolobampo.	71
Figura 12. Plano de microlocalizacion.	72
Figura 13. Efectos del tipo de plato o placa difusora.	75
Figura 14. Platos perforados del separador.	76
Figura 15. Planta de urea.	80
Figura 16. Distribución de la planta.	82
Figura 17. Distribución de área de oficinas.	82
Figura 18. Organigrama área de campo.	92
Figura 19. Organigrama departamental del área administrativa.	93
Figura 20. Organigrama Departamental del área de fábrica.	94

## Índice de Tablas

Tabla 1. Propiedades de la urea.	19
Tabla 2. Información ecotoxicológica.	19
Tabla 3. Información de patentes seleccionadas.	23
Tabla 4. Superficie de siembra de los cultivos, INEGI. 2011.	25
Tabla 5. Clasificación de los fertilizantes nitrogenados.	28
Tabla 6. Información de Importación y exportación de la urea (INEGI).	29
Tabla 7. Cultivo dosis y época de aplicación.	34
Tabla 8. Precio de tonelada de crea en diferentes estados de la República Mexicana.	47
Tabla 9. Datos estadísticos de urea para obtener PIB.	50
Tabla 10. Balance de materiales.	56
Tabla 11. Cantidades de dióxido de carbono y amoniaco para el proceso.	56
Tabla 12. Cierre de producción agrícola 2014 (Riego+Temporal). SIAP.	62
Tabla 13. Precio del amoniaco anhídrido por tonelada en Topolobampo.	65
Tabla 14. Precio del dióxido de carbono por tonelada en Topolobampo.	65
Tabla 15. Tarifas industriales de suministro de energía de la región noroeste.	67



Tabla 16. Tarifa Industrial de agua del estado de Sinaloa.	67
Tabla 17. Tarifa Industrial de agua del municipio Mazatlán.	68
Tabla 18. Costo de transporte.	68
Tabla 19. Especificaciones del reactor 201-D.	74
Tabla 20. Especificaciones para el separador.	76
Tabla 21. Especificaciones para el condensador.	77
Tabla 22. Descripción del sistema de producción del reactor 201-D.	79
Tabla 23. Lista de equipos.	81
Tabla 24. Metros construcción zona principal.	83
Tabla 25. Zona de exteriores.	83
Tabla 26. Pavimentado.	83
Tabla 27. Especificación y costos de la maquinaria (M.N.).	88
Tabla 28. Vehículos y transporte.	90
Tabla 29. Mobiliarios y equipos de oficina.	91
Tabla 30. Terreno y obra civil.	92
Tabla 31. Plantilla del personal y salarios.	94
Tabla 32. Programa de requerimientos y operación de la planta.	96
Tabla 33. Presupuesto de ventas.	97
Tabla 34. Presupuesto de ingresos por ventas.	97
Tabla 35. Costo de producción.	97
Tabla 36. Costo de embalaje.	98
Tabla 37. Gasto de otros materiales.	98
Tabla 38. Consumo energético de los equipos de la planta.	99
Tabla 39. Salarios de personal de mano de obra directa.	100
Tabla 40. Salarios de personal de mano de obra indirecta.	100
Tabla 41. Salario de personal de administración	101
Tabla 42. Gastos de administración.	102
Tabla 43. Salarios de personal de ventas.	103
Tabla 44. Gastos de venta.	103
Tabla 45. Salarios de personal de mantenimiento.	104
Tabla 46. Gastos de mantenimiento.	104
Tabla 47. Salarios de personal de control de calidad.	105
Tabla 48. Gastos de control de calidad.	105
Tabla 49. Presupuesto de costo de producción.	106
Tabla 50. Costo total de operación.	106
Tabla 51. Inversión total.	108
Tabla 52. Inversión en activo diferido.	108
Tabla 53. Inversión total en activo fijo y diferido.	109
Tabla 54. Depreciación y amortización de activo fijo y diferido.	110
Tabla 55. Costo de inventario de materias primas.	111
Tabla 56. Costo total de inventarios de materias primas.	112
Tabla 57. Valor del activo circulante.	112



Tabla 58. Pago de deuda (cantidades en pesos).	113
Tabla 59. Clasificación de costos variables y fijos.	114
Tabla 60. Clasificación de costos.	114
Tabla 61. Balance general inicial.	116
Tabla 62. Flujo neto de efectivo.	117

### **Índice de Gráficas**

Grafica 1. Precio mundial de la urea- World Bank.	46
Grafico 2. Comparación de cantidades de importación y exportación en México desde 1994 hasta 2008. INEGI.	49
Grafica 3. Porcentaje de inversión de países externos al estado de Sinaloa.	54
Grafica 4. Punto de equilibrio.	115



## RESUMEN

En el presente trabajo se muestra el desarrollo de la evaluación técnica y económica para una planta de urea en México.

Este trabajo está hecho por la propuesta del gobierno federal de la reforma energética, que abre las puertas a otras industrias el fabricar fertilizantes nitrogenados.

Con el objeto de tener amplio conocimiento del fertilizante, se han estudiado las propiedades físicas, químicas y ecotoxicológicas, así como sus usos que permite que se conozca el impacto que tiene al medio ambiente. Por otro lado, se presenta la historia de su fabricación con el fin conocer la problemática de su fabricación en México desde la década de los 90's.

Para el presente trabajo, es necesario tener presente de la existencia de diversos métodos de obtención de la urea, de igual forma hacer una valoración de estos métodos para elegir el adecuado para esta tesis.

Este trabajo tiene como base sólida misión, visión y valores, que permiten alcanzar objetivos en el actual mercado de fertilizantes; al mismo tiempo, determinar la ventaja competitiva del fertilizante que será ofrecido al mercado mexicano y en un futuro de forma internacional.

El estudio de mercado muestra la oferta-demanda nacional, este permite conocer la cantidad de fertilizante que no ha sido satisfecha y que debe ser importada, así como la producción que actualmente hay por parte de PEMEX, se mencionan los índices de exportación e importación que arroja la necesidad de obtener una planta en el país la cual pueda satisfacer parte de esa demanda; también se muestra el precio de venta que se establece en los diferentes estados de la República Mexicana. Se plantean los canales de distribución del fertilizante, para su venta directa o indirecta a los consumidores potenciales.

La micro y macro localización de la planta productora de urea es de vital importancia por lo que se presentan los parámetros que se toman en cuenta para su determinación óptima, garantizando una ventaja competitiva.

Se muestra la cadena de los abastecimientos de materia prima, tecnología, equipo y producto terminado, necesaria para la planta productora; de igual manera se muestra el proceso de producción de urea y los criterios de la selección del proceso. Con respecto a este último, se describe la metodología para llevar a cabo el proceso, se establece la



Instituto Politécnico Nacional  
Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas  
Ingeniería Química Industrial



distribución de la planta, la plantilla de trabajadores en la planta, así como la mano de obra directa e indirecta necesaria para la producción de urea.

Por último, el estudio financiero describe el procedimiento que se llevó a cabo para poder calcular los indicadores financieros (flujo neto de efectivo, valor presente neto y tasa interna de retorno), los cuales demuestran sí la alternativa elegida es viable económicamente.



## INTRODUCCIÓN

La urea es uno de los fertilizantes más usados en la actualidad. Se sabe que en los últimos años se ha convertido en un producto altamente importado para la producción de nutrientes vegetales, principalmente fertilizantes de uso agrícola. En 1994 la exportación nacional (417.17 mil toneladas) de la urea era mucho mayor a la importación (285.07 mil toneladas), pero actualmente la importación ha crecido a grandes niveles (1,006.49 mil toneladas); muchas plantas productoras de fertilizantes utilizan la urea como materia prima, lamentablemente las empresas establecidas en México no producen la urea necesaria para satisfacer la demanda; por lo tanto obliga a empresas productoras de fertilizantes, fincas, ranchos que se dedican a la ganadería, el cultivo y compradores a importar la producida en diversos países. Uno de los mayores factores que influye a importar la urea es el precio de fabricación, debido a que es considerablemente bajo el producido en el extranjero con respecto al que se fabrica en territorio nacional.

La utilización de los fertilizantes en la agricultura es de gran importancia debido a que son sustancias que ayudan a la mejora de suelo, beneficiando a la recuperación de fertilidad y mejora de cultivos. En México se cuenta con 22 millones de hectáreas para cultivo, la mayor parte de estas necesitan fertilizantes, esto implica que los fertilizantes de uso agrícola son sustanciales para la agricultura y economía mexicana.

Otro gran beneficio será ayudar a la mejora de la fertilidad de suelos de cultivo, de igual manera se logrará la disminución del impacto y erosión de suelo.

Este proyecto tiene la finalidad de evaluar económica y financieramente la construcción de una planta productora de urea, utilizando como materia prima dióxido de carbono y amoníaco, buscando una alternativa que pudiera aumentar la producción nacional de urea, el cual podrá cubrir gran parte de la demanda actual de empresas mexicanas, el efecto conlleva a no recurrir a la importación de múltiples empresas de distintos países de Europa y Asia.



## JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

México es un país que tiene una gran área dedicada al cultivo (más de 22 millones de hectáreas), por lo cual es necesario el uso de fertilizantes para reponer los nutrientes que va perdiendo el suelo por cada siembra.

No sólo la siembra va desgastando la tierra fértil, la deforestación, erosión y otros factores también afectan a los campos de cultivos mexicanos y son parte de la misma problemática, provocando una disminución en frutas, verduras, leguminosas etc; esto afectando directamente a millones de agricultores mexicanos y la población nacional.

La urea es uno de los fertilizantes más usados en México, también se aplica para producir fertilizantes formulados, aunque también se aplica directamente ya que aporta las cantidades de nitrógeno que la tierra necesita por lo perdido debido a la cosecha u otros factores.

Se sabe que la demanda de urea es alta en México ya que se importa en altas cantidades y en nuestro país no se produce la suficiente para satisfacer la demanda actual. En 1992, cuando empezó la modificación la Ley Orgánica de PEMEX para reestructurar la empresa transformándola en un “holding” con 4 compañías subsidiarias: PEMEX Petroquímica Secundaria; PEMEX Gas y Petroquímica; PEMEX Refinerías; y PEMEX Exploración y perforación, que es por decirlo de alguna manera privatiza el gas natural y amoniaco (entre otros) por lo cual las materias primas se podían conseguir solo con una empresa.

Con la actual reforma energética, se abre el mercado a varias empresas teniendo así una cartera más amplia para conseguir la materia prima; por lo tanto se restablece la propuesta de explotar este mercado ofreciendo un producto de calidad y a precio accesible.



## Objetivo general

Evaluar técnica y económicamente de la fabricación y comercialización de la urea en México como materia prima para múltiples nutrientes vegetales y fertilizantes dirigidos al sector agrícola.

## Objetivos específicos

- Determinar la materia prima necesaria para la producción de urea, así como realizar un estudio de mercado ubicando a los proveedores potenciales.
- Realizar análisis de oferta y demanda de la urea en México y en el mundo.
- Determinar qué tipo de industrias que utilizan la urea como materia prima para determinar los consumidores potenciales futuros, haciendo una comparación de demanda y precios actuales.
- Obtener una localización óptima de planta utilizando criterios económicos, prioridad a comprador o proveedor, utilizando como herramienta la investigación de operaciones para determinar los límites de producción.
- Establecer el método más apropiado de obtención de la urea determinando la inversión necesaria para iniciar el proyecto y poder hacer una evaluación económica con una proyección a 5 años.



# CAPÍTULO 1

## GENERALIDADES

En este capítulo se presentan las características de la urea, así como sus propiedades físicas, químicas y ecotoxicológicas.



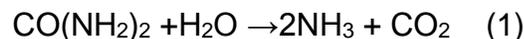
### 1.1. Naturaleza de la urea

La urea es un compuesto químico de apariencia cristalina e incolora; puede ser encontrado en la orina (aproximadamente 20 g por litro) y por día, el cuerpo humano, puede eliminar aproximadamente de 25 g a 39 g. Su fórmula molecular es  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ , con un peso molar aproximado de 60.06 g/gmol. Es uno de los pocos compuestos orgánicos que no tienen enlaces C-C o C-H.

Es el fertilizante nitrogenado sólido más concentrado y se presenta en forma de gránulos muy duros o bien disueltos, dependiendo del tipo de aplicación, además de que no contiene poros para evitar la acción de la humedad.

El nitrógeno ureico puede utilizarse tanto en sementera como en cobertera, pero fundamentalmente se utiliza en cobertera, para cualquier tipo de cultivos, usándose, preferentemente, en zonas más cálidas que aseguran un proceso más rápido de transformación. Si se emplea en sementera, la aplicación deberá llevarse a cabo con la antelación necesaria para que el nitrógeno esté disponible en el momento en que el cultivo lo requiera.

La urea debe sufrir dos transformaciones antes de que pueda ser aprovechada por el suelo o cultivos. La primera es una hidrólisis.



La segunda transformación es la nitrificación (para ser asimilable por el cultivo y este depende enormemente del suelo y las condiciones ambientales), en la cual el amoníaco es oxidado en el suelo por medios microbiológicos, primero a nitrito y después a nitrato. Esta reacción procede rápidamente en suelo húmedo y cálido pero, al contrario en suelos fríos, procede de forma lenta.<sup>1</sup>

La urea se presenta como un sólido cristalino y blanco de forma esférica o granular. Es una sustancia higroscópica, es decir, que tiene la capacidad de absorber agua de la atmósfera y presenta un ligero olor a amoníaco.

---

<sup>1</sup> Fertiberia. (2015). Gama de Fertilizantes.



Además de su utilización directa como fertilizante nitrogenado simple, se emplea muy frecuentemente como materia prima para la elaboración de abonos de mezcla o blendings junto al DAP y cloruro de potasa.

La forma de presentación más frecuente de la urea es en sacos de 50 kg. La venta de esta presentación facilita su distribución entre los compradores, ya sea directamente al agricultor o los diversos organismos que se dediquen a su venta.<sup>2</sup>

### 1.1.1. Antecedentes de la urea.

No hay mucha información sobre el descubrimiento de la urea; se sabe que Hilaire-Marie Rouelle fue su descubridor y en 1773 logró aislarla de la orina humana y animal.

Para 1828 Friedrich Wöhler logró obtener la síntesis de la urea de forma accidental, la cual se llamó la síntesis de Wöhler (1828).



Figura 1- H.M Rouelle y F. Wöhler

### 1.1.2. Propiedades de la urea.

La urea es un producto altamente nitrogenado, el primer método de análisis se llamó síntesis de Wöhler (1828), actualmente existen otros métodos de obtención de la urea, con mejor eficiencia.

---

<sup>2</sup> Corujo Rubio, María Luisa (1992) Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta de urea



Se presentan algunas propiedades de la urea, las cuales son necesarias para conocer el producto final.

Tabla1. Propiedades de la urea.

Propiedad	Valor
<b>Nombre IUPAC</b>	Diaminocetona
<b>Peso molecular (gr/mol)</b>	60.06
<b>Contenido de nitrógeno (%)</b>	46.6
<b>Color</b>	Blanco
<b>Densidad relativa (g/ml)</b>	1.335
<b>Punto de fusión (°C)</b>	132.7
<b>Solubilidad en agua a:</b>	
(Partes por cada 100 partes de agua en peso)	
<b>0°C</b>	66.7
<b>20°C</b>	108
<b>40°C</b>	167
<b>Humedad crítica relativa (%) a:</b>	
<b>20°C</b>	81
<b>30°C</b>	73
<b>Calor específico a:</b>	
<b>20°C</b>	0.32
<b>Calor de Solución en agua</b>	
<b>Endotérmico (cal/g)</b>	-57.8

Fuente: Perry & Green. Manual del Ingeniero Químico. 7ma edición.

A continuación, se proporciona información ecotoxicológica de la Urea, información necesaria para Comisión Federal para la Protección de Riesgos Sanitarios (COFEPRIS), Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Secretaria de Salud (SS) y Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).

Tabla 2- Información ecotoxicológica.

Propiedad	Valor
<b>Mamíferos- Agudos oral LD<sub>50</sub> (mg/kg)</b>	>8471
<b>Invertebrados acuáticos – Agudos 48 horas EC<sub>50</sub> (mg/l)</b>	>10000
<b>Pez - Agudo 96 horas LD<sub>50</sub> (mg/kg)</b>	>17500
<b>Algas – Agudos 72 horas EC<sub>50</sub> (mg/l)</b>	10.7

Fuente: Pesticide Properties Base Data of University of Hertfordshire – IUPAC



### 1.1.3. Características de la urea.

La urea presenta las siguientes características:

- a) Tiene un alto contenido de nitrógeno porque cuenta con dos moléculas de nitrógeno, la cual presenta un 46.6% de la urea<sup>3</sup>
- b) Pocas pérdidas de arrastre por agua.
- c) No deja material residual en el suelo: La aplicación de estos fertilizantes se induce una acidificación en el proceso de nitrificación. Las reacciones de la urea en el suelo consisten inicialmente en una hidrólisis y luego un proceso de nitrificación. Durante la nitrificación, el amonio cambia a nitrato con la liberación de iones  $H^+$ , entonces la urea se descompones en dióxido de carbono ( $CO_2$ ), iones  $H^+$ ,  $OH^-$  y  $NO_3^-$ .<sup>4</sup>
- d) Fácil aplicación: Su facilidad de aplicación se debe a que puede aplicarse directamente esparciéndose al suelo para que se absorba directamente el nitrógeno. También se puede preparar una solución, se vierte en un recipiente conteniendo la mitad de su capacidad de agua limpia, se agita y posteriormente se agrega al tanque de aplicación para después aplicarse de forma foliar.<sup>5</sup>

Estas características de la urea se hacen en comparación con cualquier otro tipo de fertilizante nitrogenado.

### 1.1.4. ¿De qué está compuesta la urea?

La urea está conformada principalmente de dos materias primas, amoniaco anhidro ( $NH_3$ ) en forma líquida y dióxido de carbono ( $CO_2$ ) en forma gaseosa.<sup>2</sup>

Si es que no hubiera proveedor directo de dióxido de carbono ( $CO_2$ ), como opción alternativa se puede obtener a partir del gas natural (libre de impurezas), mediante la reacción conocida como *reforming*. Este proceso tiene dos etapas, en la primera etapa se obtiene 8% dióxido de carbono ( $CO_2$ ) y un 12% de óxido de carbono (CO) el cual se debe de convertir, haciéndolo reaccionar catalíticamente con vapor de agua para la

---

<sup>3</sup> Robert H. Perry. (1999), Manual del Ingeniero Químico, Séptima edición, Editorial Mc. Graw Hill.

<sup>4</sup> Acidificación de los suelos, origen y mecanismos involucrados por Ricardo Campillo R. Ingeniero Agrónomo M: y Angélica Sadzawka R. Química Farmacéutica. Centro Regional de Investigaciones INIA La Platina.

<sup>5</sup> Indicaciones de Uso de fertilizante Urea-Lobi, Agroquímicos de México.



formación de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) e hidrogeno ( $\text{H}_2$ ) usando hierro y cobre como catalizadores. El gas final se separa mediante una solución de monoetanolamina.<sup>6</sup>

## 1.2. Problemática de la fabricación de urea en México

México tiene cierta problemática con la producción de urea, se describe el caso más conocido es el de Agromex, el cual relata la situación al igual que otras plantas que se dedicaron a la producción de urea.

Después de operar como iniciativa privada desde su privatización en 1992, varias empresas como Agromex (corporativo) y Agro Nitrogenados (planta industrial) producían y vendían urea en el territorio nacional y exportaban a distintos países. En 1999 cuando los precios internacionales de urea cayeron a mínimos históricos, fue que Agromex entra en problemática debido a que su costo de producción ya que estaba por encima del precio al que podía venderla. Entonces deja de pagar a PEMEX su abasto de amoniaco.

PEMEX inició juicio para cobrar dicho amoniaco, donde intervinieron las afianzadoras que tenían garantía para el cobro, no logrando ningún resultado ni por vía directa ni por vía de las fianzas. El adeudo de amoniaco en esa época, con todo y el costo financiero, se presume que asciende a más de cien millones de dólares.<sup>7</sup>

En febrero de 2014 Grupo Acero del Norte (GAN) y sus subsidiarias AHMSA (Altos Hornos de México) y, por ende, Agromex se declaran en suspensión de pagos, por lo que además de PEMEX muchos otros acreedores entre bancos y financieras internacionales quedan sin posibilidades de cobro.

Cuando PEMEX corta el suministro de amoniaco, Agromex logra un amparo por lo que se liberaron órdenes de aprehensión en contra del aquel entonces director general de PEMEX, Adrián Lajous, y el presidente del Consejo del mismo, Luis Téllez, entonces Secretario de Energía.

Todo esto provoco una baja en la producción de fertilizantes debido a que PEMEX cortó el suministro de amoniaco. En el 2012 se reactivó el abastecimiento de gas y amoniaco necesaria para impulsar tanto la producción de fertilizantes como la reducción

<sup>6</sup> <https://gspedro.wordpress.com/about/produccion-de-la-urea/> [En línea] 26 de octubre de 2015

<sup>7</sup> <http://lasa.international.pitt.edu/LASA97/alvarez.pdf> [En línea] 28 de noviembre 2015



de las importaciones de estos, contemplado en las disposiciones de la reforma energética.<sup>8</sup>

### 1.3. Proceso de fabricación de urea.

Desde que se sintetizó la urea por Fiedrich Wöler han existido 2 procesos de fabricación. No son los únicos, pero siempre han sido los más usados. Debido a su gran rendimiento y eficiencia han sido los que han predominado sobre otros.

Se describen los métodos de obtención de urea más usados en el mercado actual, los cuales son Stamicarbon y Thermo-Urea.

#### 1.3.1. Stamicarbon.

Utiliza el  $\text{CO}_2$  para recuperar el  $\text{NH}_3$  del efluente del reactor de forma continua. El carbonato se descompone a medida que el amoniaco anhídrido ( $\text{NH}_3$ ) es extraído por el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ .) La reacción se suele producir a una presión de 140 bar aproximadamente. Los gases separados avanzan hacia el reactor junto con el  $\text{NH}_3$ . La mayor parte del gas de salida del reactor se condensa y los gases inertes son purgados del sistema antes de que el condesado regrese al reactor.

#### 1.3.2. Thermo-Urea.

Se usan compresores centrífugos que recirculan el  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$  y vapor de agua a un reactor. El efluente líquido en la primera unidad de descomposición entra a la segunda unidad de descomposición de baja presión. En ella se separan las últimas trazas de  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$  y gases inertes. El amoniaco y el  $\text{CO}_2$  se absorben en agua para ser recirculados al compresor. El gas inerte se extrae por la parte superior del absorbedor. La urea en solución acuosa, se extrae de la última unidad de descomposición a baja presión.<sup>9</sup>

#### 1.3.3. Patentes.

Existen diversas patentes para la obtención de la urea, algunas pueden presentar un costo debido que se deben de pagar regalías por derechos de autor; por otra parte hay otras patentes disponibles que se puede tener acceso de forma gratuita. Se debe de

---

<sup>8</sup><http://gaceta.diputados.gob.mx/Black/Gaceta/Anteriores/62/2014/feb/20140212-III/Proposicion-9.html> [En línea] 28 de noviembre 2015

<sup>9</sup> Antonio J. Fernández, (2014). Procesos de obtención de Urea



hacer un análisis para elegir la patente más conveniente, teniendo en consideración diversos factores fundamentales como el precio, costos, tiempo, eficiencia, etc.

Se han considerado cuatro patentes que actualmente son libres, estas fueron seleccionadas para llevar a cabo este proyecto, se ha realizado un análisis para poder optar por el procedimiento más adecuado.

Se muestran las patentes elegidas con sus números de registros, fecha de publicación y los dueños de las mismas que fueron elegidas.

Tabla 3. Información de patentes seleccionadas

Número de publicación	US 5,792,889	US 5,849,952 A	US 4,036,878 A	US 4,092,358 A
Fecha de Publicación	11/agosto/1998	15/diciembre/1998	19/Julio/1977	30/Mayo/1978
Creadores	Giorgio Pagani	Giuseppe Carloni, Franco Granelli	Petrus J.C. Kaasenbrood, Petrus J.M. Van Nassau	Mario Guadalupi, Umberto Zardi

### Resúmenes de las patentes muestreadas.

- Patente: US 5, 792,889 propuesta por Giorgio Pagani.

Esta patente muestra un proceso mejorado para la producción de urea basado en el proceso Stamicarbon. Se utiliza un reactor de alto rendimiento con la eliminación parcial del calor de reacción y una sección de recuperación de urea de la solución que sale del reactor de alto rendimiento que conecta con equipos que tendrán la función de recircular el amoníaco sin reaccionar y los gases de dióxido de carbono, así como la obtención de una solución de carbamato saliente de la sección de recuperación de urea al reactor.<sup>10</sup>

- Patente US 5, 849,952 A propuesta por Giuseppe Carloni, Franco Granelli

Un proceso de producción de urea con alta eficiencia energética en la cual se obtiene solución de urea desde la etapa de síntesis, la primera etapa es de descomposición térmica de alta presión de la solución de carbamato de amonio que no fue convertida en urea junto con una auto-extracción simultánea por exceso de amoníaco,

<sup>10</sup> Giorgio Pagani (1998) Process for Urea Production involving a Carbon Dioxide Stripping State



los productos gaseosos de dicha descomposición son condensados en dos etapas a diferentes temperaturas. En la primera etapa el calor es transferido directamente a una segunda etapa de descomposición de carbamato de amonio cual es dividido en dos partes, es decir una parte de la primera descomposición térmica y una segunda parte consistente de la extracción adiabática con parte del dióxido de carbono alimentado al proceso.<sup>11</sup>

- Patente US 4, 036,878 A propuesta por Petrus J.C. Kaasenbrood, Petrus J.M. Van Nassau

Proceso libre de amoníaco y carbamato de amonio, los cuales son eliminados de una solución de síntesis de urea de manera eficiente, la primera etapa es de calentamiento de la solución de 205 ° hasta 250 ° C, en un segundo paso, se extrae la solución calentada con un gas de arrastre bajo condiciones adiabáticas a retire los materias que no han reaccionado. El proceso se aplica a una producción continua.<sup>12</sup>

- Patente US 4, 092,358 A propuesta por Mario Guadalupi, Umberto Zardi

Proceso para la producción de urea, en el que el dióxido de carbono y amoníaco en exceso se hacen reaccionar, la solución saliente de urea tiene carbamato de amonio que pasa a en un descomponedor a una presión menor que la presión en la que opera el reactor, la solución que entra en el descomponedor a fluye como una película fina sobre una superficie previamente calentada, en medida que la solución de carbamato fluye parte del carbamato de amonio se descompone en dióxido de carbono y amoníaco, los cuales salen en la parte superior del equipo y son enviados a un condensador para ser reciclados al reactor.<sup>13</sup>

#### 1.3.4. Comparación de las patentes.

Tomando en cuenta las patentes descritas con anterioridad, las cuales describen mejoras a métodos ya establecidos que optimizan el rendimiento de un proceso, por los criterios que se describen, se eligió la patente US 5,792,889 propuesta por Giorgio Pagani. A continuación se presentan los criterios que influyeron a tomar la decisión:

- La eficiencia del reactor es aproximadamente de 63%.
- El rendimiento del proceso es del 57%.

<sup>11</sup> Graneli Frano, Carloni Giuseppe (1998) Urea Production Process with high Energy Efficiency.

<sup>12</sup> J.C. Kaasenbrood Preteus, J.M. Vass Nassau Petreus (1997), Process for preparing Urea.

<sup>13</sup> Guadalupi Mario, Zardi Umberto (1978) Process for Production of urea Having a Low Carbamate Content



- Buena recuperación de amoníaco y CO<sub>2</sub>, por lo cual habrá menor pérdidas de materia prima.
- La síntesis de urea en el segundo reactor es llevada a cabo con un alto rendimiento.
- El proceso de descomposición del carbamato es presentado en dos tratamientos: La primera descomposición es llevada a cabo a alta presión (140 a 150 bar). El segundo tratamiento de la solución saliente del primer tratamiento de descomposición, es llevada a cabo a una presión preferente de 8 a 14 bar.
- Capacidad de la planta se estima de 250,000 toneladas anuales.

#### 1.4. Importancia de la urea.

México es un país con gran extensión de tierra dedicada a la siembra, por lo cual la agricultura es una de las principales actividades económicas del país. En 2011, el INEGI reportó que la superficie total sembrada a nivel nacional fue, aproximadamente, de 22'136,742 hectáreas.

También presenta la superficie reportada de algunos cultivos que se siembran en México, los cuales son los más importantes en la actualidad por lo cual presentan una gran área de siembra:<sup>14</sup>

Tabla 4. Superficie de siembra de los cultivos, INEGI 2011.

Cultivo	Hectáreas	Cultivo	Hectáreas
<b>Alfalfa verde</b>	387,800	<b>Pastos</b>	2'548,924
<b>Avena forrajera</b>	942,824	<b>Sorgo grano</b>	1'972,059
<b>Chile verde</b>	152,742	<b>Tomate rojo</b>	53,780
<b>Frijol</b>	1'506,034	<b>Tomate verde</b>	47,831
<b>Maíz</b>	7'750,301	<b>Trigo</b>	714,864

La urea es el producto que ha marcado la pauta para el crecimiento de la demanda de amoníaco. Otros mercados incluyen los nitratos, fosfatos y sulfatos de amonio, y productos industriales como la caprolactama y el acrilonitrilo (ver Figura 2).

<sup>14</sup> Cantidad área de siembra en México I.N.E.G.I 2011

### Cadena Productiva del amoniaco

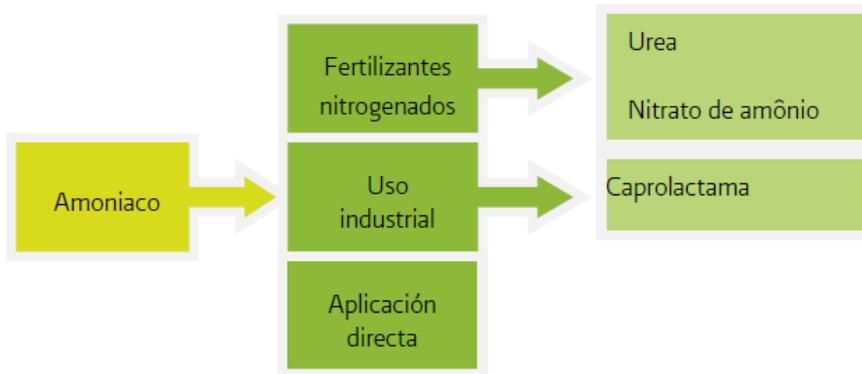


Figura 2. Cadena productiva del amoniaco.

La demanda estimada de amoniaco en 2007 fue de 155 millones de toneladas, cerca del 77% de la producción de amoniaco se utiliza para la elaboración de fertilizantes nitrogenados, el 20% es para uso industrial y el 3 % para aplicación directa (ver figura 3).

#### Total 155 millones de toneladas

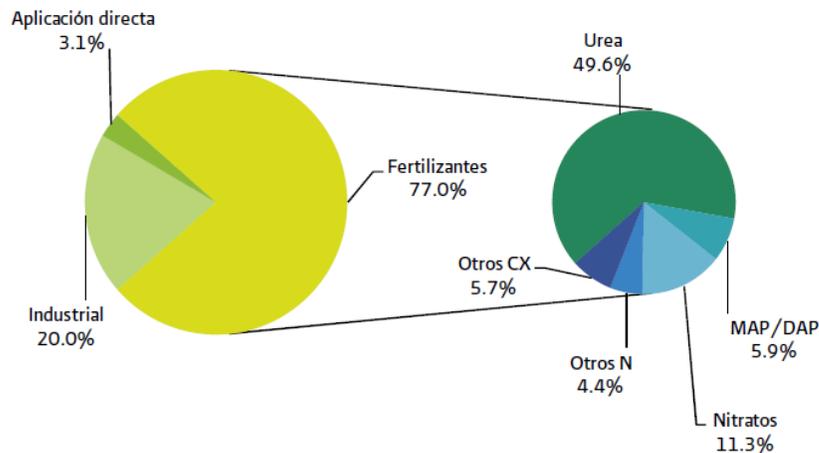


Figura 3. Demanda de amoniaco 2007.

La gran influencia que ejerce la fertilización nitrogenada en la obtención de grandes rendimientos en los cultivos agrícolas, junto a la continua demanda de alimentos que el mundo precisa como consecuencia del progresivo aumento de su población, ha hecho que la fabricación y utilización de los fertilizantes nitrogenados se esté



incrementando constantemente en todas las naciones. En estas fabricaciones, con diversas variantes, se parte de unos mismos principios para obtener amoniaco o ácido nítrico, y a partir de ellos se produce casi la totalidad de los diversos fertilizantes nitrogenados que hoy se utilizan.

La síntesis del amoniaco, lograda directamente a partir de sus elementos, se inició comercialmente en Alemania en 1913, produciéndose 350 toneladas durante el primer año. En 1922 comenzó su fabricación industrial en EE.UU. Es, por tanto, a partir de la segunda década del siglo XX cuando verdaderamente empezó la gran expansión de los fertilizantes nitrogenados sintéticos.

Este amplio grupo de fertilizantes nitrogenados puede clasificarse, para un mejor estudio y diferenciación, en: fertilizantes nitrogenados sintéticos convencionales y fertilizantes nitrogenados sintéticos de acción gradual. Los fertilizantes nitrogenados sintéticos de origen convencional pueden clasificarse, a su vez, tal como se expone en la figura 3. Junto a ellos se incluyen los inhibidores de la nitrificación y desnitrificación, no porque sean fertilizantes en sí, sino porque ayudarán a mejorar la acción de los fertilizantes.<sup>15</sup>

---

<sup>15</sup> Navarro García Ginés y Navarro García Simón Fertilizantes. (2014). Química y Acción.



Tabla 5. Clasificación de los fertilizantes nitrogenados.

<b>Fertilizantes Nitrogenados</b>			
<b>Sintéticos</b>	<b>Sólidos</b>	<b>Nítricos</b>	Nitrato de sodio
			Nitrato de potasio
			Nitrato de calcio
		<b>Amónicos</b>	Sulfato de amonio
			Cloruro de amonio
			<b>Amónico-Nítrico</b>
	Nitrato amónico cálcico		
	Nitrosulfato de amonio		
	<b>Amídicos</b>	Cianamida de cálcica	
		Urea	
<b>Líquidos</b>	<b>Amoniacales</b>	Amoniaco anhídrido	
		Amoniaco acuoso	
	<b>Amonio-nítricos</b>	Disoluciones amoniacales	
<b>Aporte lento</b>	<b>Recubiertos</b>	<b>Sólidos</b>	Urea recubierta con Azufre
	<b>No recubiertos</b>		Ureaform
		Isobutilden diurea	
		Crotonilden diurea	
		Otros	
<b>Inhibidores</b>	<b>Nitrificación</b>	2-cloro-6-(triclorometil) piridina	
		Diciandiamida	
		2-amino-4-cloro-6-metil piridina	
		3,4-dimetilpirazol fosfato	
		Otros	
	<b>Ureasa</b>	n-(n-butil) triamida tirofosfórico	

Fuente: Ginés Navarro García y Simón Navarro García. Fertilizantes: Química y Acción.

La gran cantidad de tierra cultivable en México, hace que la demanda de los fertilizantes aumente. La urea como nutriente forma parte de la clorofila, coenzimas, ácidos nucleicos y las proteínas.



En México se ha incrementado la cantidad de importación de toneladas de urea debido a su gran demanda. A continuación se presenta la tabla 5, la cual nos muestra la cantidad de importación de urea desde 1994.<sup>16</sup>

Tabla 6. Información de importación y exportación de la urea (INEGI).

Urea	Exportación (Miles de Toneladas)	Importación (Miles de Toneladas)
1994	417.17	285.07
1995	479.06	9.37
1996	649.9	221.36
1997	340.07	367.4
1998	352.41	745.39
1999	75.58	1151.11
2000	6.91	1239.5
2001	6.34	1342.83
2002	0.92	1218.25
2003	0.37	1319.14
2004	0.34	1351.6
2005	4.73	1336.25
2006	1.49	1170.5
2007	11.39	1289.1
2008	5.75	1006.46

## 1.5. Usos de la urea.

¿Cómo fue que se empezó a usar la urea?

La urea tiene las siguientes aplicaciones:

- **Fertilizante:** El 90% de la urea producida se emplea como fertilizante. Se aplica al suelo y provee nitrógeno a la planta. También se utiliza la urea con un contenido de biuret (impureza de la urea) menor al 0.03% como fertilizante de uso foliar. Se disuelve en agua y se aplica a las hojas de las plantas, sobre todo frutales cítricos.

La urea como fertilizante presenta la ventaja de proporcionar un alto contenido de nitrógeno, es esencial en el metabolismo de la planta ya que se relaciona directamente con la cantidad de tallos y hojas, las cuales absorben la luz para la

<sup>16</sup> Importación y Exportación de 1994-2008 I.N.E.G.I.



fotosíntesis. Además, el nitrógeno está presente en las vitaminas y proteínas, y se relaciona con el contenido proteico de los cereales.

La urea se adapta a diferentes tipos de cultivos. Es necesario fertilizar, ya que con la cosecha se pierde una gran cantidad de nitrógeno. El grano se aplica al suelo, el debe estar bien trabajado y ser rico en bacterias. La aplicación puede hacerse en el momento de la siembra o antes. Luego el grano se hidroliza y se descompone.

Debe tenerse mucho cuidado en la correcta aplicación de la urea al suelo. Si esta es aplicada en la superficie o si no se incorpora al suelo, ya sea por correcta aplicación, lluvia o riego, el amoníaco se vaporiza y las pérdidas son muy importantes. La carencia de nitrógeno en la planta se manifiesta en una disminución del área foliar y una caída de la actividad fotosintética.

- **Fertilización foliar:** La fertilización foliar es una antigua práctica, pero en general se aplican cantidades relativamente exiguas con relación a las de suelo, en particular de macronutrientes. Sin embargo varios antecedentes internacionales demuestran que el empleo de urea bajo de biuret permite reducir las dosis de fertilizantes aplicados al suelo sin pérdida de rendimiento, tamaño y calidad de fruta. Estudios realizados en Tucumán demuestran que las aplicaciones foliares de urea en bajas cantidades resultan tan efectivas como las aplicaciones al suelo. Esto convalida la práctica de aplicar fertilizantes junto con las aplicaciones de otros agroquímicos como complemento de un programa de fertilización eficiente.
- **Industria química y de los plásticos:** Se encuentra presente en adhesivos, plásticos, resinas, tintas, productos farmacéuticos y acabados para productos textiles, papel y metales.
- **Como suplemento alimenticio para ganado:** Se mezcla en el alimento del ganado y aporta nitrógeno, el cuál es vital en la formación de las proteínas.
- **Producción de resinas:** Como por ejemplo la resina urea-formaldehído. Estas resinas tienen varias aplicaciones en la industria, como por ejemplo la producción de madera aglomerada. También se usa en la producción de cosméticos y pinturas.<sup>17</sup>

---

<sup>17</sup><http://www.quiminet.com/articulos/la-urea-y-sus-diversas-aplicaciones-21306.htm> [En línea] 21 de septiembre 2015



## 1.6. Urea como materia prima para otros productos.

Además de los usos ya antes mencionados, la urea también se usa como materia prima para la formación de productos de uso común como resinas o adhesivos u otros casos como de los cigarrillos o drogas como la metanfetamina. Sólo se mencionan algunos ejemplos de lo versátil que puede ser la utilidad de la urea.

- **Barbitúricos:** Los barbitúricos, exhiben una amplia variedad de propiedades. Los barbitúricos pueden servir para producir sedación leve, sueño profundo o incluso la muerte.  
El primero en sintetizar el ácido barbitúrico fue Adolph von Baeyer en 1864. Este científico lo preparó a partir de urea presente en la orina, y ácido malónico.<sup>18</sup>
- **La metanfetamina,** un producto químico que es muy conocido en el mundo de las drogas es un potente psicoestimulante. Es un agente agonista adrenérgico sintético.
- **Las resinas también se incluyen dentro de lo que se puede hacer con la urea,** la más conocida es la urea-formaldehído, El formaldehído es un alérgeno muy extendido ya que se encuentra presente en múltiples productos y se incorpora a muchos otros en los procesos de fabricación incluyendo plásticos, fluidos de corte, medicamentos, telas, cosméticos y detergentes.<sup>19</sup>
- **De las resinas también se forman algunos adhesivos,** estos normalmente en forma de goma. Son producidos por medio de polimerización, normalmente entre urea y formaldehído, en un proceso que se interrumpe al alcanzarse un determinado punto. La parte final de la relación la realiza el usuario del adhesivo cuando procede al curado de la unión. No todos los adhesivos son iguales, ya que en la velocidad de reacción y por tipo de polímero que este forma, interviene la relación molecular de se haya dispuesto entre urea y formaldehído.<sup>20</sup>
- **Cigarrillos:** La urea se utiliza también en los cigarrillos de tabaco para aumentar su sabor.<sup>21 22</sup>

Con esto se conocen sus usos amplios usos, algunos ocupados para la fabricación de algunos otros compuestos y otros para usos nocivos y dañinos

---

<sup>18</sup> Química para el nuevo milenio de John William Hill, Doris K. Kolb 1999

<sup>19</sup> <http://www.uv.es/=vicalagr/PTindex/PTformol.html> [En línea], 21 de octubre 2015

<sup>20</sup> Adhesivos industriales por Francisco Liesa, Luis Bilurbina Alter, Luis Bilurbina 1990

<sup>21</sup> <http://actualidad.notizalia.com/cosmetica-belleza/urea-principales-usos-y-aplicaciones-en-productos-de/> [En línea], 12, de marzo de 2015.

<sup>22</sup> Hablemos claro Fumar. (2013). Stephanie Paris



### 1.7. Almacenamiento de la urea.

La urea es un fertilizante sensible al calor, por eso se debe almacenar en espacios grandes, secos y ventilados, frescos, lejos de focos de calor y fuentes de ignición. En caso de productos embolsados, los mismos deben permanecer cerrados hasta el momento de su uso y las bolsas preferentemente con doble empaque, el interior de polietileno y el exterior de polipropileno, sistema que permite una buena conservación.<sup>23</sup>

Por lo anterior el almacenaje de la urea debe ser en un lugar fresco, bien ventilado y seco, protegerlo del calor y frío excesivo, así como del contacto de la humedad debido a que es un fertilizante que absorbe agua muy fácilmente. A continuación se dan algunas recomendaciones para poder almacenar la urea.<sup>2</sup>

- De preferencia el almacén debe ser un local simple, construido de materiales no combustibles.
- Todos los edificios deben tener ventilación amplia para poder disipar el calor y evacuar humos en un incendio o durante descomposición.
- El piso debe estar a nivel, seco y con una superficie lisa, libre de baches.
- Limpiar la altura de las pilas. Pilas altas de fertilizante ensacado pueden volverse inestables y colapsar.
- Almacenar el fertilizante por lo menos a un metro de distancia de aleros y vigas del edificio y, por ser ensacado, debe estar alejado de las paredes.<sup>24</sup>

Como última recomendación no mezclar o depositar con nitrato de amonio. La urea y el nitrato de amonio pueden reaccionar y formar una suspensión.<sup>25</sup>

### 1.8. Precauciones en el manejo de la urea.

La urea al ser un fertilizante con alto contenido de nitrógeno, debe tener precauciones en su manejo, en seguida se describen los principales cuidados al manejar este fertilizante.

Lávase todos los instrumentos y el lugar luego de la manipulación, no lo ingiera debido a que podría llevar a una intoxicación proporcional a la cantidad ingerida, si en su caso fue ingerida deberá tomar gran cantidad de agua o leche e inducir el vómito; no lo

<sup>23</sup> [http://www.cndc.gov.ar/dictámenes/dictamenfinal\\_urea.pdf](http://www.cndc.gov.ar/dictámenes/dictamenfinal_urea.pdf) [En línea] 28 de octubre 2015

<sup>24</sup> <http://www.yara.com.co/crop-nutrition/almacenaje-y-manejo/almacenaje-de-fertilizantes/> [En línea] 28 de octubre 2015

<sup>25</sup> <http://ssfe.itorizaba.edu.mx/ntec13/webext/secure/hoja/GUSTAVO%20A%20COMPLETO/MSDS%20UR EA%20GA.pdf> [En línea] 1 de noviembre de 2015



inhale ya que su inhalación repetida o prolongada puede producir una irritación respiratoria, si se inhala el fertilizante, se debe de dejar descansar a la persona en un área bien ventilada; evite el contacto con los ojos y la ropa, el contacto con los ojos puede causar una irritación, se deberá enjuagar inmediatamente los ojos con abundante agua (por lo menos 15 minutos); la ropa es para evitar el contacto con la piel la cual causaría una irritación, para lo cual se deberá lavar la piel contaminada con agua y jabón, cubrir la parte irritada con emolientes, la ropa deberá de ser lavada después de manipular el fertilizante como precaución. Si algún problema persiste se debe de obtener atención médica.<sup>26</sup>

### **1.9. Época de aplicación, dosis y tipo de cultivo.**

Cuando se aplica la urea es recomendable lograr un mejor cubrimiento de la superficie foliar. Se sugiere hacer aplicaciones temprano en la mañana o por las tardes para evitar altas temperaturas mayores a 35°C.

Se muestra una tabla con diferentes tipos de cultivos, así como su dosis y época de aplicación.

---

<sup>26</sup><http://ssfe.itorizaba.edu.mx/ntec13/webext/secure/hoja/GUSTAVO%20A%20COMPLETO/MSDS%20UR EA%20GA.pdf> [En línea] 1 de noviembre de 2015



Tabla 7. Cultivo dosis y época de aplicación.

Cultivo	Dosis	Época de aplicación
Fresa, zarzamora, mora, manzano, durazno, peral, tejocote, membrillo, chabacano, ciruelo, cerezo y frambuesa	1-3 kg/ha	Realizar durante el ciclo vegetativo y se puede repetir según se considere Necesario.
Jitomate, chile, sandía, melón, calabacita, pepino, lechuga, col, coliflor, ajo, cebolla, acelga, papa, tabaco y ornamentales.		
Limón, naranja, mandarina, lima, toronja y cidra.		
Grosella		
Mango		
Piña		
Papaya		
Arándano		
Nogal		
Aguacate		
Algodón		
Plátano, banano		
Guayaba		
Carambolo		
Maracuyá		
Café		
Litchi		
Vid		



# CAPÍTULO 2

## ORIGEN DEL PROYECTO

En este estudio rige como base sólida teniendo la misión visión y valores. Además de determinar la ventaja competitiva del producto que se ofrece al mercado.



## 2.1. Misión, visión, valores y políticas del proyecto

Se describe la misión, visión, valores y políticas del proyecto de la futura empresa que se dedicará a la producción de urea en México, asimismo se describe la esencia de cada rubro y se declara cada una de ellas.

### 2.1.1. Misión

Se declara el concepto de misión:

Es el término que hace referencia a la razón de ser del proyecto y una futura empresa, su esencia misma, el motivo de para qué existe en el mundo.

No se puede simplificar, debido a que en un proyecto de una empresa es siempre vender y postularse como una de las mejores, por lo cual debemos hacer una misión que identifique la historia de la organización (si la tiene), la idea de negocio que tienen sus dueños o administradores, con qué recursos cuenta y qué les hace especiales para los clientes.

La misión se ha desarrollado en base a los objetivos planteados, por lo tanto, la misión identifica al proyecto y en su caso a una posible futura planta productora de urea. La misión para este plan de negocios será:

“Desarrollar un proyecto para producir urea a bajo costo y reducir su alta importación, asimismo que sea accesible para el campesino y poder obtener cultivos de alta calidad”

### 2.1.2. Visión

La visión es un escrito que tiene que definir en pocas líneas la situación futura que desea alcanzar la organización; tiene que ser una situación realmente alcanzable con el paso del tiempo y hay que luchar por conseguirla.

La visión nos debe responder la pregunta “¿Qué queremos llegar a ser?” ya que sin esta respuesta el proyecto no tendrá algún rumbo y no tendría sentido, asimismo hay que recordar que una visión debe ser sencilla pero elevada pero no imposible (alcanzable); la visión tiene el fin de lograr hacer sentir mejor a la gente que participa y hacerla sentir parte de ella, breve y fácil de captar y recordar, por lo tanto debe de inspirar y plantear los retos para su logro.

La visión del presente proyecto es:

“Ser la principal planta productora y proveedora de urea en México”



“Ofrecer al mercado mexicano una nueva opción de fertilizante de alta calidad que satisfagan las necesidades de sus campos”

“Generar responsabilidad sobre el cuidado los campos de cultivos mexicanos para promover el cuidado y evitar su erosión”

### 2.1.3. Valores

Un valor es una cualidad de un sujeto. Los valores desarrollan virtudes que desplegadas diariamente en nuestro ambiente benefician a nuestro entorno.

Los valores son los principios de conducta dentro de las empresas que guían el comportamiento y la toma de decisiones.

Dentro de una empresa resulta muy importante para determinar cuáles son los valores adoptados ya que permite definirse como empresa o proyecto y guiará los valores de aquellas personas que trabajan allí; estas son las razones por las que los negocios productivos logran llegar a un punto alto de rentabilidad, debido a las características y valores que reúne un empresario y su empresa para alcanzar el éxito.<sup>27</sup>

Los valores que se han seleccionado para este proyecto y una futura creación de planta productora de urea son los siguientes:

- **Disciplina:** Tener convicción por terminar los objetivos iniciados siempre con puntualidad y respeto.
- **Autocrítica:** Nunca olvidar: quiénes somos, de dónde venimos y qué somos humanos, ya que todos pueden cometer todo tipo de errores.
- **Calidad:** Nos importa lo que hacemos, por lo tanto tenemos que hacerlo bien por respeto y lealtad a nuestros clientes.
- **Excelencia:** Todo lo que hacemos debe de ser motivado por la pasión y por desarrollar los mejores productos del mercado
- **Personas:** Simplemente las personas son las que conforman una empresa y los vemos siempre como persona y no como un instrumento más.
- **Responsabilidad:** Uno es responsable de sus propias acciones. Queremos que nuestro personal asuma sus actos. Que lo que suceda depende de uno mismo.
- **Aprendizaje:** Disponibilidad y disposición de aprender algo nuevo cada día y ponerlo en práctica.

---

<sup>27</sup> <http://www.engenium.com.mx/los-7-valores-empresariales-mas-importantes> [En línea] 18 de noviembre 2015



#### 2.1.4. Políticas del proyecto.

Como parte fundamental de la política de este proyecto se encuentra el implementar una estructura organizacional con bases firmes y contundentes enfocada a la producción de urea, respondiendo a los estándares establecidos por un sistema de gestión de calidad y mejora continua que permita garantizar una excelente calidad en la producción de dicho producto.

Cumplir con las normas correspondiente como es la Norma Oficial Mexicana NOM-182-SSA1-2010, “Etiquetado de nutrientes vegetales”, que sirve para garantizar la calidad del fertilizante y prevenir riesgo potencial para la salud pública, salud animal y vegetal así como efectos diversos al medio ambiente; otra es la Norma Oficial Mexicana NOM-077-FITO-2000, por la que se establecen los requisitos y especificaciones para la realización de estudios de efectividad biológica de los insumos de nutrición vegetal, la cual establece los requisitos y especificaciones que deberán contemplar los estudios de efectividad biológica de los insumos de nutrición vegetal en el territorio nacional, para obtener el registro de los mismos, las cuales son un requisito indispensable para la filosofía que va de la mano con el cuidado del medio ambiente y la protección de las personas que manejaran este producto.

Cuidar la sustentabilidad del medio ambiente desarrollando una cultura de buen uso del producto.

Todo proceso antepone la seguridad de nuestros trabajadores como un factor principal para evitar posibles riesgos de trabajo. Al trabajar en un ambiente sano, responsable y eficiente, se está garantizando la integridad y sentido humano de nuestros trabajadores.

Norma Oficial Mexicana NOM-003-STPS-1999, “Actividades agrícolas-Uso de insumos fitosanitarios o plaguicidas e insumos de nutrición vegetal o fertilizantes- Condiciones de seguridad e higiene”. Esta norma establece las condiciones de seguridad e higiene para prevenir los riesgos a los que estarán expuestos los trabajadores que desarrollaran actividades agrícolas de almacenamiento, traslado y manejo de fertilizantes o nutrientes vegetales.

Norma Oficial Mexicana NOM-017-STPS-2008 “Equipo de protección personal- Selección, uso y manejo en los centros de trabajo”. La cual establece los requisitos mínimos para que el seleccione, adquiera y proporcione a sus trabajadores, el equipo de protección personal correspondiente para proteger de los agentes del medio ambiente de trabajo que puedan dañar su integridad física y su salud, varios aspectos se encuentran en el punto 1.10 de esta tesis.



Norma Oficial Mexicana NOM-030-STPS-2009 “Servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo-Funciones y actividades”. Establecer las funciones y actividades que deberán realizar los servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo para evitar accidentes y enfermedades de trabajo.

El medio ambiente es un factor considerable y debemos de realizar análisis Orsat y muestreo isocinético para saber las cantidades de Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs) que son liberados a la atmosfera.

Norma Oficial Mexicana NOM-034-SEMARNAT-1993 que establece los métodos de medición para determinar la concentración de monóxido de carbono en el aire y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición. Esta Norma Oficial Mexicana establece los métodos de medición para determinar la concentración de monóxido de carbono (CO) en el ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.

Aunque teóricamente nuestro proceso no crea CO, es posible que se produzca en escalas menores, por lo cual, por compromiso al ambiente y en cumplimiento con las exigencias de SEMARNAT se debe de realizar esta prueba.

## 2.2. Descripción del producto.

La presentación comercial más usual de la urea se da en sacos de 50 kg, aunque en algunos invernaderos y tiendas agropecuarias se vende en cajas de 450 g y 1 kg Ambas presentaciones muestran ventajas. La ventaja de la presentación de 50 kg es que facilita su distribución entre los compradores, tiendas agropecuarias, hacendarios u organismos que se dediquen a su venta en mayoreo como invernaderos o consumo de materia prima; la ventaja de las presentaciones de 1 kg y 450 g es que son económicas y accesibles a cualquier campesino.

La desventaja que tienen ambas presentaciones es que no pueden estar expuestas al calor (ni al del sol por un periodo prolongado) ni a la humedad ya que pueden echar a perder el producto. Las presentaciones de 1 kg y 450 gr deben de tener una bolsa plástica metálica por protección extra.<sup>2, 28</sup>

Ambas presentaciones deberán tener la etiqueta elaborada conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-182-SSA1-2010, “Etiquetado de nutrientes vegetales”, ya que es

---

<sup>28</sup><http://www.agropecuariaagraciada.com.uy/Unit/UREA.html> [En línea] 1 de Diciembre 2015



un requisito obligatorio por parte de la COFEPRIS, SEMARNAT, SAGARPA y SS, para que todo fertilizante o nutriente vegetal que pueda salir a la venta.<sup>29</sup>

La urea es un producto que se presenta principalmente en forma granular, aunque también ya se vende en solución. En el caso de éste trabajo se venderá como sólido granular.



Figura 4. Imagen de la urea solida (presentación granular).

### 2.3. Ventaja competitiva.

En marketing y dirección estratégica, la ventaja competitiva es la que una compañía tiene respecto a sus competidoras.

De acuerdo con el modelo de la ventaja competitiva de Porter, la estrategia competitiva toma acciones ofensivas o defensivas para crear una posición defendible en una industria, con la finalidad de hacer frente, con éxito, a las fuerzas competitivas y generar un retorno sobre la inversión. Según Michael Porter: “la base del desempeño sobre el promedio dentro de una industria es la ventaja competitiva sostenible”.<sup>30</sup>

Para ser realmente efectiva, una ventaja competitiva debe ser:

- Difícil de imitar.
- Sostenible en el tiempo.
- Netamente superior a la competencia.

<sup>29</sup> Norma Oficial Mexicana NOM-182-SSA1-2010, Etiquetado de nutrientes Vegetales

<sup>30</sup> Competitive Strategy Michael E. Porter Copyright 2007 Online Executive Education



- Aplicable a situaciones variadas.

Y es que esto se utiliza en todos los mercados, podríamos citar muchos casos que nos ayudaría a ejemplificar este tema, por ejemplo son las compañías refresqueras Big Cola, Pepsico y Coca Cola, las cuales manejan de distinta manera sus ventajas. Big Cola mantiene precios bajos e implementó una nueva presentación 3.300 litros, lo cual con el tiempo compraron sus competidores e hicieron presentaciones similares. Pepsico es una marca que trata de identificar a la juventud, por lo cual hemos visto comerciales con personajes que identifican a un público joven como Lionel Messi o Marco Fabián, aunque recientemente ha bajado el precio de sus productos debido al gran poder que mantiene su principal competidor, Coca Cola, el refresco elegido por excelencia, siempre ha gastado millones de dólares en gran publicidad y es que su gran ventaja es que su publicidad hace referencia a la familia y a la Navidad; cada año saca sus productos navideños, lo cual hace que aumente sus ventas.

Todo lo anterior puede hacer sentirnos identificados con el método que ocupa actualmente Big Cola, la estrategia de “defender”, manteniendo los precios bajos, sin dejar de por medio la calidad del producto.

México es un país consumidor de urea, por lo cual puede ser un mercado altamente lucrativo, pero también se tiene que tomar en cuenta la competencia; actualmente hay 15 empresas que son proveedores, fabricantes o distribuidores.

Lo principal es obtener sus precios y puntos de ventas, de igual forma saber qué presentación del producto usan para su venta y si es vendido con algún aditamento, de no ser así, se podría vender con un par de guantes de forma gratuita, aunque es algo pequeño, el público mexicano normalmente compra algo cuando tiene alguna promoción o cuando viene algo gratis.<sup>2</sup>



# CAPÍTULO 3

## ESTUDIO DE MERCADO

El objetivo de este capítulo es mostrar la oferta-demanda en el mercado nacional, así como su producción y su comportamiento histórico, se mencionan los índices de exportación e importación; se muestra el precio de venta y finalmente vías de distribución.



### 3.1. Identificar el área de mercado de urea en México.

Identificar el mercado es fundamental para todo proyecto, el no considerarlo sería un grave error. El mercado de los fertilizantes tiene su mercado muy identificado, no sólo es el campo, el agricultor será la principal prioridad ya que será uno de nuestros principales compradores, otro serán empresas privadas que se dedican a crear otros fertilizantes que usan la urea como una de sus materias primas, incluso el gobierno podrá ser un potencial comprador, ya que SAGARPA genera programas en el cual el gobierno entrega a campesinos de escasos recursos los materiales necesarios para poder trabajar sus tierras.

Un ciclo de producción de urea auxilia a conocer qué se necesita, cómo ocurre y que se realiza después del proceso de obtención, en la figura 6 se muestra el ciclo de producción de la urea, desde el suministro de los insumos, los pasos que se requieren, hasta el producto terminado.

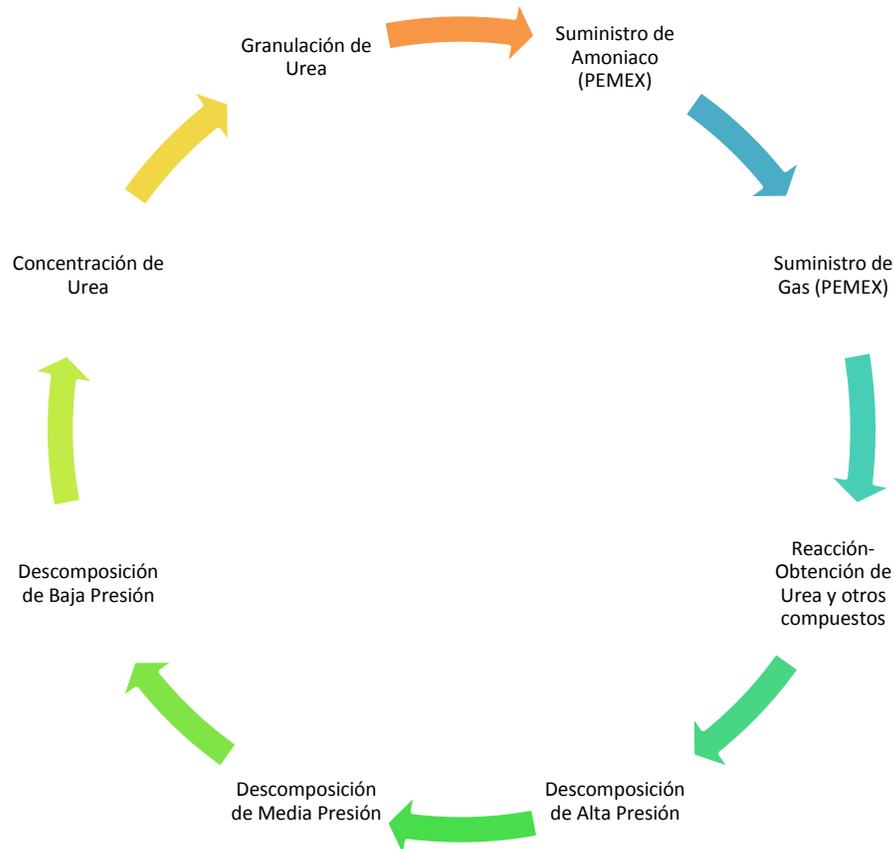


Figura 5. Ciclo de producción de urea.



El ciclo de producción de urea termina en la granulación, pero no se contempla los canales de distribución, su importancia es relevante para este proyecto ya que dice la forma en el que el producto va a ser distribuido, para que el tiempo que permanezca en almacén sea el mínimo.

### **3.2. Análisis de las variables: demanda, oferta y precio.**

#### **3.2.1. Análisis de la demanda.**

México es un país consumidor de urea, cuenta con más de 22 millones de hectáreas dedicadas al cultivo, sin tomar en cuenta los campos deportivos y consumo para jardines domésticos. Desde 1999 se importaba el 100% de la urea que se consumía en el país (más de 1.2 millones de toneladas) hasta el año 2006 cuando se reactivó la producción de fertilizantes<sup>31 32</sup>. Sin embargo, la cantidad de urea importada de países como Ucrania, E.U.A y Rusia, siendo este último el mayor importador hasta el 2012, cuando el gobierno ruso decidió suspender el suministro de gas; por ese motivo Ucrania se convirtió en su sucesor<sup>33 34</sup>. En los últimos años se ha alcanzado una importación promedio de un poco más de 1 millón de toneladas de urea anual (en 2012 se importó 1 millón 424,000 toneladas).

La demanda actual de urea en México aproxima la cantidad 1.32 millones de toneladas, de la cual más de 1 millón de toneladas es importada.<sup>35 36</sup>

#### **3.2.2. Análisis de la oferta.**

La oferta actual de urea en el mundo es extraordinaria, tanto así que países como China, Rumania, Libia y Pakistán han impactado el mercado con su producto a bajo costo, después aparecieron otros competidores que producen el mismo fertilizante a un costo menor que los países ya antes mencionados, el claro ejemplo son Qatar que puede producir 2.6 millones de toneladas por año y Argelia que puede producir 1.2 millones de toneladas por año, estos dos países se han convertido en los principales productores de

---

<sup>31</sup> Revista Agropecuaria Claridades, Edición Especial XX Aniversario 2013 pág. 45-48.

<sup>32</sup> Mercado Mexicano Fertilizantes ANACOFER, 1st FMB Americas Fertilizer Conference & Exhibition Cancún, México Mercado Mexicano de Fertilizantes: Perspectiva 2006 por Lic. José Miguel Martínez Del Peral Gerente General.

<sup>33</sup> <http://eleconomista.com.mx/industrias/2014/01/16/pemex-alista-produccion-fertilizantes-mexico> [En línea] 1 diciembre 2015

<sup>34</sup> <http://www.2000agro.com.mx/maquinaria-e-insumos-agricolas/en-2015-mexico-volvera-a-producir-fertilizantes/> [En línea] 2 de diciembre

<sup>35</sup> <http://www.forbes.com.mx/pemex-reactivara-produccion-de-fertilizantes-con-475-mdd/> [En línea] 5 Diciembre 2015

<sup>36</sup> Estadística de importación y Exportación de fertilizantes SEMARNAT 1994-2008.



urea a bajo costo a nivel mundial, por lo cual varios países han decidido abastecer su demanda con la oferta que ellos han proporcionado.<sup>37</sup>

En 1999 cuando se disparó el precio de gas natural y amoníaco, que provocó el cierre total de la producción nacional de urea, conllevó a que en el 2000 México importó el 100% de la urea que consumía;<sup>38</sup> esto cambió en 2006 cuando se reactivó la producción de urea, para el año 2011 la producción nacional de fertilizantes llegó a 1.5 millones de toneladas.<sup>32</sup>

La producción de urea en México en el 2010 se aproximó a las 125,000 toneladas información que proporcionó PEMEX en PEMEX & ANACOFER, en el foro PEMEX Petroquímica<sup>39</sup>, la reactivación de este mercado es esencial para el gobierno mexicano, para lo cual en el 2016 PEMEX tenía planeado abrir una planta en Coatzacoalcos Veracruz, donde se produciría 990,000 toneladas de urea.<sup>35</sup>

### 3.2.3. Precio.

La urea es uno de los fertilizantes más usados a nivel mundial, su precio en los últimos años ha estado cambiando debido a la que países como Ucrania, Qatar y Argelia ofrecen urea a bajo costo<sup>37</sup>, trayendo como consecuencia una caída de su precio desde el año 2012.

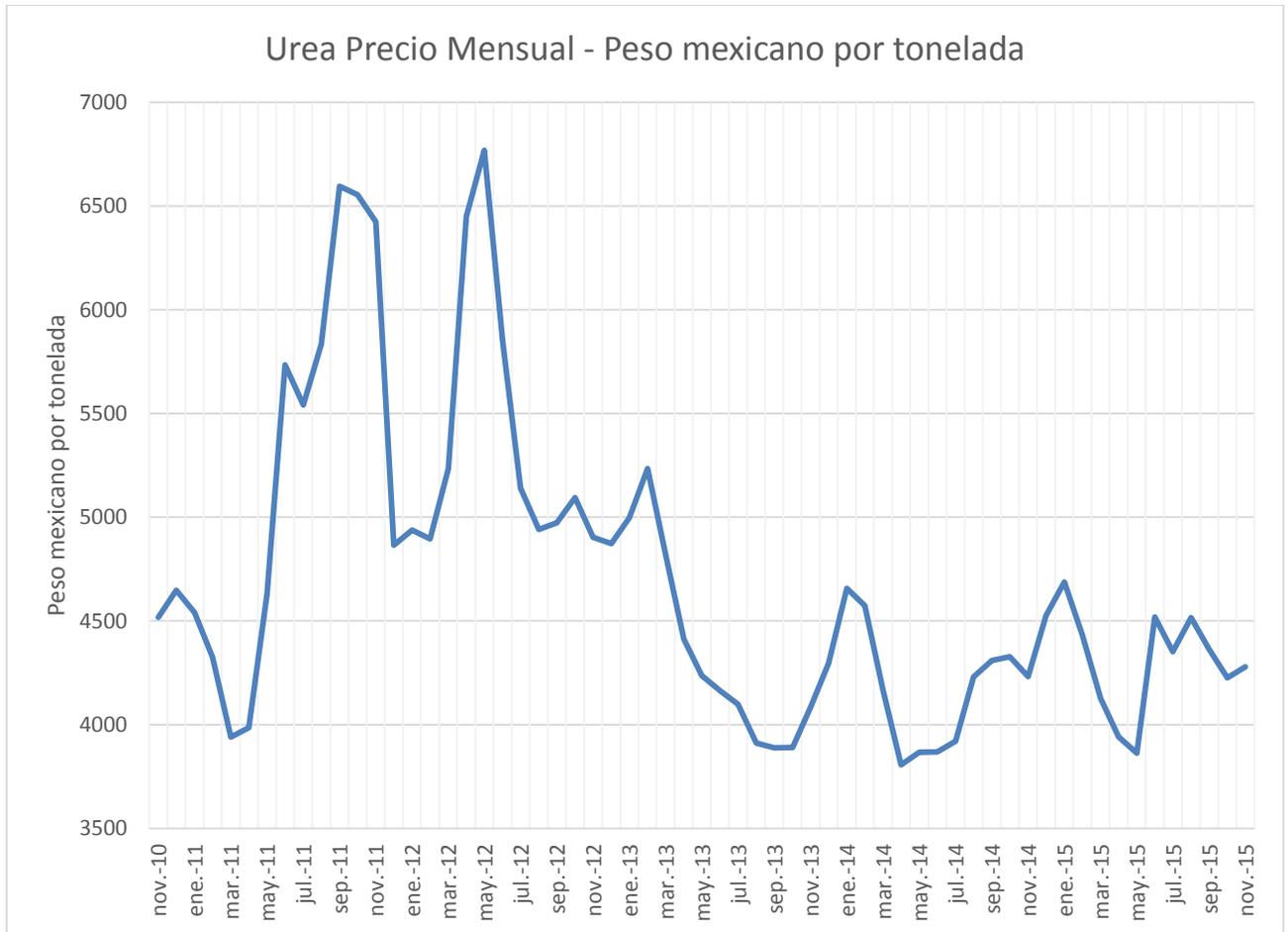
En la siguiente gráfica se muestra la variación del precio de la urea a través de cinco años.

---

<sup>37</sup> El mercado Mundial de Fertilizantes Investigación sobre mercados accionarios Mundiales del Hongkong and Shanghai Banking Corporation (HSBC). Yonah Weisz, Analista de fertilizantes y agricultura. Alia El Mehelmy, Analista de construcción e industriales de MENA.

<sup>38</sup> <http://gaceta.diputados.gob.mx/Black/Gaceta/Anteriores/62/2014/feb/20140212-III/Proposicion-9.html> [En línea] 28 de noviembre 2015

<sup>39</sup> <http://ptq.pemex.com.mx/productosyservicios/eventosdescargas/Documents/Foro%20PEMEX%20Petroqu%C3%ADmica/2011/Amoniaco%20y%20sus%20perspectivas%20por%20ANACOFER.pdf> [En línea] 2 de enero 2016



Grafica 1. Precio mundial de la urea- World Bank<sup>40</sup>

En la gráfica 1 muestra que el precio de la urea a nivel mundial ha descendido a partir del 2012, eso es debido a la oferta que ha impuesto el mercado Ucraniano, Qatarí y Argelino, ya que producen una gran cantidad de urea a bajo costo.

En México se maneja el precio arriba del que establece el banco mundial, no es un precio homologado en toda la República Mexicana; este va dependiendo de la demanda del estado.

La tabla que se presenta muestra el precio promedio de la urea que se vendía por tonelada en los diferentes estados de la República Mexicana.

<sup>40</sup>World Bank <http://www.indexmundi.com/es/precios-de-mercado/?mercancia=urea&meses=12> [En línea] 12 diciembre 2015



Tabla 8. Precio por tonelada de urea en diferentes estados de la República Mexicana.<sup>41</sup>

Estado	Precio	Estado	Precio
Aguascalientes	\$6,880.00	Oaxaca	\$6,800.00
Baja California Sur	\$10,600.00	Puebla	\$5,600.00
Campeche	\$9,000.00	Querétaro	\$7,121.70
Coahuila	\$9,000.00	Quintana Roo	\$10,900.00
Colima	\$6,100.00	San Luis Potosí	\$8,050.00
Chihuahua	\$8,200.00	Sinaloa	\$11,308.71
Durango	\$7,500.00	Sonora	\$7,000.00
Guanajuato	\$6,840.00	Tamaulipas	\$9,000.00
Guerrero	\$7,380.00	Veracruz	\$6,350.00
Jalisco	\$6,849.58	Yucatán	\$8,950.00
Edo. México	\$7,350.00	Zacatecas	\$7,800.00
Nuevo León	\$10,557.00		

### 3.3. Consumo de urea en diferentes sectores.

La urea es un producto que no sólo tiene uso agrícola, como antes ya fue explicado en el capítulo 1 sección 1.7 y 1.8; la urea puede ser usada como materia prima para obtener otros productos, por lo cual, la demanda de urea es muy grande.

Su consumo se resume en los siguientes mercados:

- Mercado agrícola: Como fertilizante directo y fertilización foliar.
- Industria tabacalera: Para aumentar el sabor de cigarrillos.
- Industria química: Para la producción de resinas, pegamentos, plásticos, etc.

En la demanda actual que es más de 1.32 millones de toneladas, ya fue considerado el consumo de la urea para estos mercados.

### 3.4. Comportamiento histórico de los mercados.

La importancia de conocer el comportamiento histórico de la urea es vital, ya que se puede tener una visión de cómo se comportará el mercado a un futuro inmediato, y así predecir la demanda en años venideros.

<sup>41</sup><http://www.economiasniim.gob.mx/2010prueba/InsumosQuinc.asp?Cons=Q&prod=329&dest=T&dqQuinc=1&dqMesQuinc=12&dqAnioQuinc=2015&ord=D&PrePor=Pres&Formato=Nor&submit=Ver+Consulta>  
[En línea] 13 diciembre 2015



### 3.4.1. Producción nacional de la urea.

La producción de urea en México fue pausada desde 1999 debido a la caída del precio del mismo fertilizante a nivel mundial, provocando que Agromex cerrara sus plantas; esto continuó hasta el año 2006, cuando PEMEX, junto con el gobierno federal, reactivaron la producción nacional de urea, pero la producción nacional no fue la suficiente para poder satisfacer la demanda actual.<sup>38</sup>

Un informe por PEMEX, en 2010, muestra cómo ha sido la producción nacional de varios fertilizantes, entre ellos se encuentra la urea. A continuación se presenta la diapositiva en la que PEMEX presenta datos estadísticos sobre la producción nacional de varios fertilizantes, entre ellos urea.

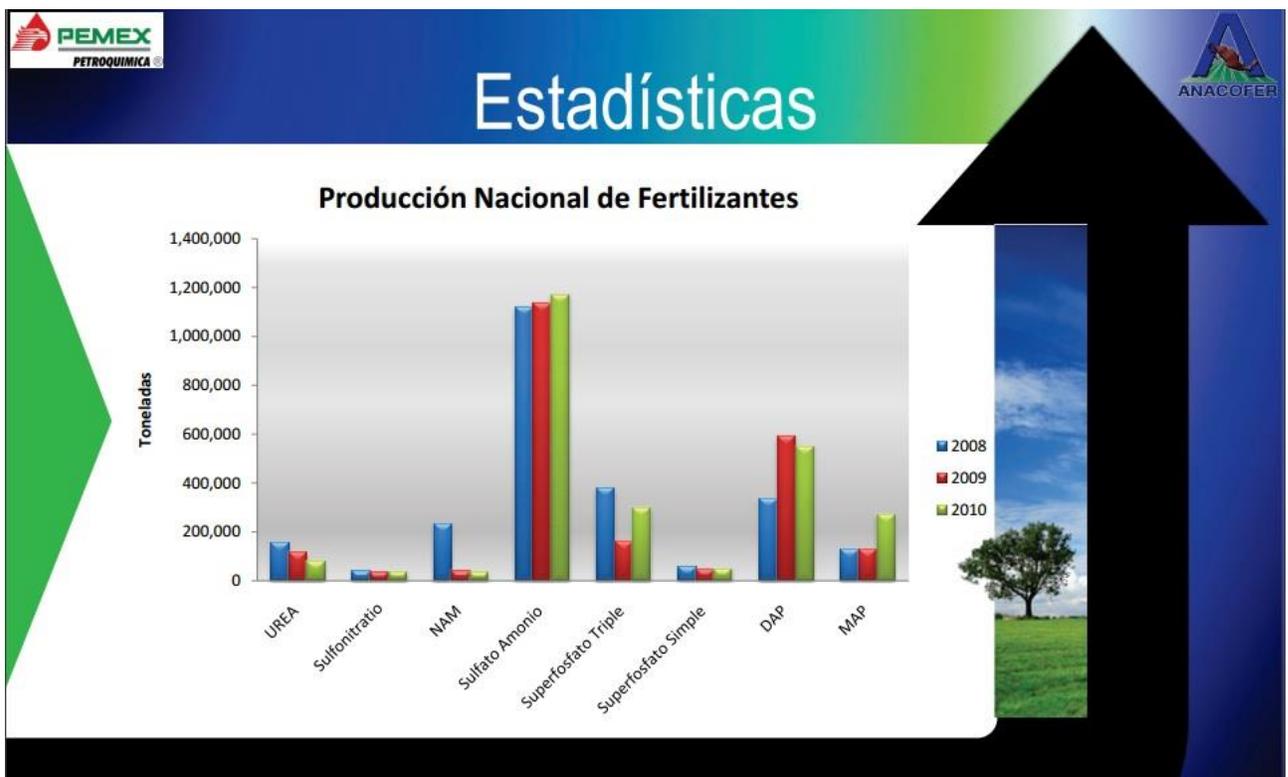


Figura 6. Estadística de la producción nacional de urea del 2008 al 2010, PEMEX

Se muestra cómo la producción de urea disminuyó considerablemente. En 2 años la producción cayó cerca de un 50%.<sup>39</sup>

En enero del 2014, PEMEX anunció que invertiría 475 millones de dólares en la adquisición y rehabilitación de la planta productora de urea, lo que permitiría sustituir una importante cantidad que se importa; PEMEX aseguraba que la planta ubicada en Pajaritos, Veracruz podría producir hasta 990,000 toneladas de este fertilizante.<sup>35</sup>



### 3.4.2. Importación y exportaciones.

Recordando el punto 1.4 “Importancia de la urea” de esta tesis, en la tabla 6, que contiene los datos de importación y exportación de urea desde 1994 hasta 2008, cuando el INEGI dejó de monitorear este fertilizante, se grafica la tabla 6, para que el lector tenga una mejor visión la cantidad de urea que se importa actualmente y como es que a partir de 1999 se rebasa el millón de toneladas de urea momento en que empieza la problemática de la producción de urea en México, teniendo como consecuencia el cierre de plantas de Agromex y la importación de este fertilizante en grandes cantidades.<sup>38</sup>

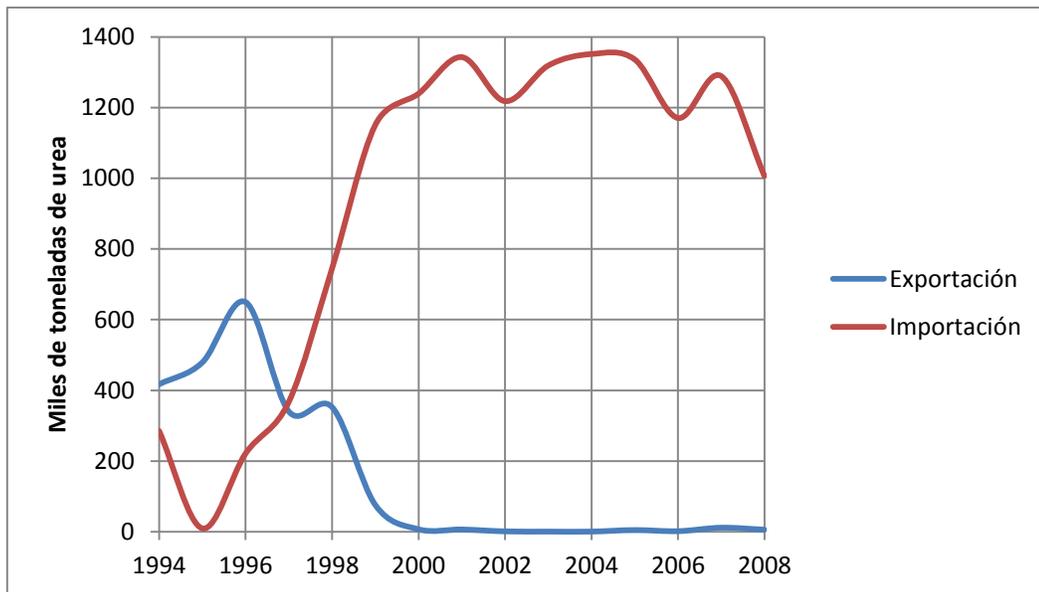


Grafico 2. Comparación de cantidades de importación y exportación en México desde 1994 hasta 2008. INEGI.

En esta gráfica se observa claramente que desde 1995 se incrementó la importación, cerca del 1999 alcanzaba un crecimiento muy marcado continuando hasta el 2001 donde variaron las cantidades, pero siguieron siendo cantidades increíblemente gigantescas comparadas con la exportación nacional.

La cantidad exportada es prácticamente sobrantes, en el 2006 se aprecia un pequeño incremento en la exportación y una disminución de la importación, esto fue debido a que en ese año se reactivó la producción de urea, por lo cual empezó a detonar este fenómeno.<sup>16</sup>



### 3.4.3. Consumo nacional aparente.

El consumo nacional aparente es un indicador que tiene como objetivo medir la cantidad de producto de que dispone un país para su consumo.

Para obtener este indicador es necesario conocer la producción nacional, la exportación y la importación de la urea, esta información debe ser de un mismo año.

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) dejó de recaudar información de todo tipo del fertilizante urea, esto fue hecho por razones desconocidas, por lo cual sólo se cuenta con información hasta el 2008, el anuario estadístico de información presenta información de exportación hasta el año 2013 pero en cantidad de pesos y PEMEX mostró en uno de sus informes la producción de urea de 2008 hasta el año 2010. Por lo cual, la información de este indicador puede ser un poco obsoleta, pero no muy alejada de la realidad.

En la siguiente tabla se muestran los datos estadísticos obtenidos de diversas fuentes de información, algunas con más de 5 años de antigüedad pero son las más actuales.

Tabla 9. Datos estadísticos de urea para obtener PIB. <sup>39 42</sup>

Año	Import. (Ton.)	Export. (Ton.)	Produc. (Ton.)	PIB (Ton.)
2005	1,336,270	4,730	0	1,331,540
2006	1,170,500	1,490	No censado	1,169,010
2007	1,289,100	11,390	No censado	No hay información
2008	1,006,460	5,750	180,000	1,180,710
2009	No hay Información	No hay información	150,000	No hay información
2010	No hay Información	No hay información	120,000	No hay información

### 3.5. Canales de distribución.

Algo que es muy importante contemplar es la vía de distribución del producto. Una buena planificación garantizará mover de manera correcta nuestro activo circulante, para eso se tienen los canales de distribución, pero ¿qué son los canales de distribución?

Los canales de distribución son el medio por el cual los fabricantes ponen sus productos a disposición de los consumidores. La separación geográfica entre compradores y vendedores y la imposibilidad de situar la fábrica frente al consumidor hacen necesaria que la distribución (transporte y comercialización) de bienes y servicios desde su lugar de producción hasta su lugar de utilización o consumo sea muy sustancial.

<sup>42</sup>[http://aplicaciones.semarnat.gob.mx/estadisticas/compendio2010/archivos/02\\_agrican/d2\\_agrican05\\_02.pdf](http://aplicaciones.semarnat.gob.mx/estadisticas/compendio2010/archivos/02_agrican/d2_agrican05_02.pdf)



La importancia de este es cuando cada producto ya está en su punto de equilibrio y está listo para ser comercializado.<sup>43</sup>

Para la distribución de urea se contará con una delegación regional que abastecerá los centros primarios de distribución donde los mayoristas podrán tener acceso a nuestro producto, para estos puntos cada centro estará integrado con bodegas con capacidad e infraestructura para poder almacenar el producto; la distribución comercial será directamente a tiendas e invernaderos donde minoristas podrán tener acceso a nuestro producto y por último se contará con venta directa a otras empresas para su uso como materia prima, en este caso el intermediario será una empresa privada de transporte o en su caso que el comprador cuente con sus propios medios de transporte.

En los dos primero medios de distribución se contarán con detallistas con cuales firmarán su red de bodegas y distribución del producto.

Se presenta un sencillo pero muy útil diagrama que explica de una forma práctica como se distribuirá el fertilizante.



Figura 7. Canales de distribución

<sup>43</sup> Stanton, William (2007). Fundamentos de Marketing



### 3.5.1. Estrategias de comercialización.

Las estrategias de comercialización para el producto del presente estudio, son las siguientes:

- Aumento de las ventas en el nivel que el mercado lo requiera, ya sea a nivel nacional o internacional.
- Propaganda en campañas de SAGARPA y SEMARNAT, en las cuales podremos anunciar nuestro producto.
- Utilización en forma mínima de las materias primas que fuesen a importarse para reducir los costos extras al mínimo.
- Disminución en forma mínima de materias primas.
- Disminución en los costos de distribución, administración y operación.
- Fijación de un precio justo para el fertilizante, con el objetivo de que nuestros clientes nos prefieran a nosotros que a la competencia.



# CAPÍTULO 4

## ESTUDIO TÉCNICO

Este capítulo delimita la micro y macro localización de la planta productora de urea, por lo cual se exhiben los parámetros que se tomaron en cuenta para su determinación.

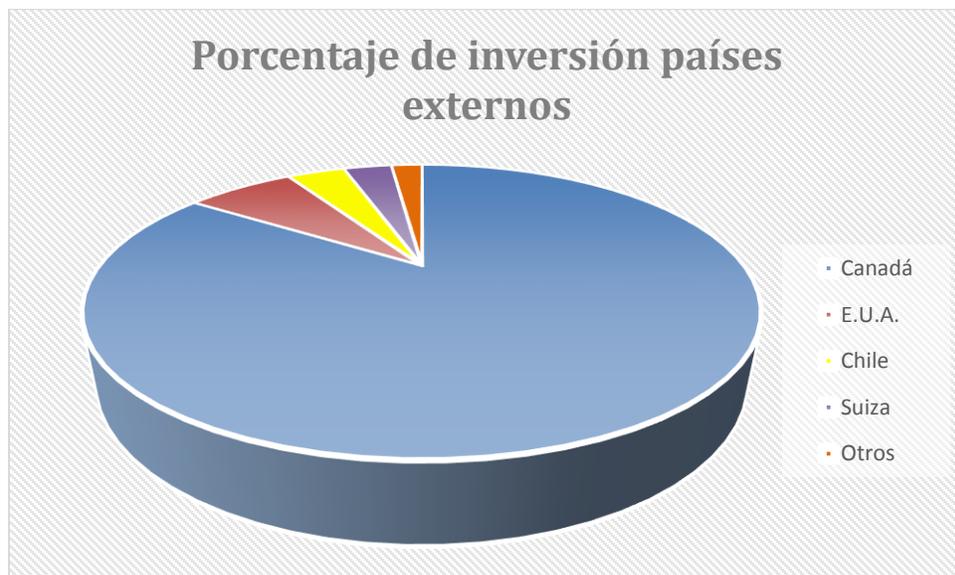
Se muestra la cadena de los abastecimientos de materia prima, mano de obra, tecnología, equipo y producto terminado. De igual manera se presenta el estudio de proceso de producción de urea y las características de la selección del proceso, con respecto a este último se describe la metodología para llevarlo a cabo y se establece la distribución de la planta.



#### 4.1. Entorno de la influencia del proyecto

Sinaloa es un estado joven donde más del 50% de la población es menor de 29 años, el 50.3% son mujeres y el 49.7% son hombres. En negocios, Sinaloa es considerado por el Banco Mundial como el 8vo estado con más facilidad para hacer negocios en México y 10mo estado del país en el Índice Mexicano de Competitividad.

En Sinaloa hay inversiones extranjeras, en el 2013 los países que más invirtieron fueron Canadá 84.4%, Estados Unidos de América 6.8%, Chile 3.7% y Suiza 3.1%.



Gráfica 3. Porcentaje de inversión de países externos en el estado de Sinaloa.

Los sectores económicos de inversión son destinados a la agroindustria, minería, textil y confección, comercio y servicios, autopartes, energías renovables, agropecuario, economía digital, logística, turismo, industria naval y manufacturera.

Un factor a destacar del estado de Sinaloa es que tiene el primer lugar en producción de maíz, tomate, hortalizas, papa, pesca de atún, camarón y valor de producción pesquera además de ser el cuarto lugar en proyectos mineros activos en México.

El turismo es parte primordial de este estado, el cual genera más de 250,000 empleos y ocupa el 9% de la población económicamente activa del estado. Su destino principal es Mazatlán, el cual es considerado como el mejor destino de playa familiar en el país.

En el estado de Sinaloa hay tres parques industriales de FOINFRA, en Guasave, Costa Rica y Mazatlán, también hay parques industriales por parte de la iniciativa privada:



El trébol, La primavera, Agroindustrias, Topolobampo, Punta Verde, Dissa y Bonfil, todos los parques industriales cuentan con todos los servicios.<sup>44</sup>

## 4.2. Tamaño del proyecto.

Al analizar los factores determinantes del tamaño de la planta se ha decidido fijar como base para la evaluación del proyecto, una capacidad inicial de 250,000 toneladas al año, para poder cubrir un 22% de la demanda actual.

### 4.2.1. Balance de materia.

El objetivo de realizar un balance de materia es conocer las cantidades de materia prima que serán necesarias para cumplir con la producción pronosticada, por lo cual, el realizar un balance de materia podrá proporcionar cantidades estimadas con un margen de error mínimo ( $\pm 1.5\%$ ).

En el punto anterior se ha establecido una producción anual de 250,000 toneladas anuales, recordando el punto 1.1 hay dos reacciones para poder producir la urea, se han tomado ciertos criterios que varios autores recomiendan para que las reacciones se lleven con eficacia.

- La alimentación de amoníaco con respecto del dióxido de carbono deberá ser de 3.6:1 (cantidad en moles).
- Se recomienda alimentar un excedente de dióxido de carbono por posibles impurezas, se recomienda un 5% de exceso.
- El rendimiento del proceso es del 75%

Estos factores son necesarios para poder realizar un balance de materia adecuado y sin duda, un balance de energía.

Con las siguientes consideraciones se realizó el balance de masa, obteniendo los siguientes valores de materia prima necesaria para poder obtener la cantidad que se ha planteado, se aclara que en estos cálculos se han utilizado los criterios ya antes mencionados, estos fueron tomados de la patente elegida y algunos autores que describen el procedimiento de obtención de urea. En la siguiente tabla se muestra los valores obtenidos por el balance de masa.

---

<sup>44</sup> Presentación: Desarrollo Económico Sinaloa, CIT Sinaloa, Center for Investment and Trade.



Tabla 10. Balance de materiales.

Alimentación	Ton/Año	Salida	Ton/Año
<b>Dióxido de carbono</b>	183,000	<b>Urea</b>	250,000.00
<b>Amoniaco</b>	141,750	<b>Biuret</b>	125.62
<b>Inertes</b>	1711.94	<b>Agua</b>	74,924.46

Cálculos estimados.

Tabla 11. Cantidades de dióxido de carbono y amoniaco para el proceso.

Alimentación	Ton/Año (Calculadas)	Ton/Año (Para compra)
<b>Dióxido de carbono</b>	183,000	183,200
<b>Amoniaco</b>	141,750	141,900

Cálculos estimados.

#### 4.2.2. Capacidad y aprovechamiento de la planta.

La planta proyecto tendrá una capacidad instalada de 250,000 toneladas al año; la producción diaria será de 833.33 toneladas diarias, esto se ha establecido porque la planta trabajará 300 días al año ya que se ha previsto temporadas de vacaciones, días feriados y tiempo en que la planta estará en paro por mantenimiento correctivo y preventivo.

#### 4.3. Localización de la planta.

Con objeto de determinar la localización de planta, se ha considerado como posibles alternativas algunos estados del norte del país.

En esta zona es donde existe mayor demanda de urea ya que es donde operaron las antiguas plantas del grupo Fertimex y Agromex (sin contemplar la planta de Pajaritos en Coatzacoalcos, Veracruz).

Las antiguas plantas estaban ubicadas en:

- Unidad Industrial Camargo (Cd. Camargo, Chihuahua) contaba con un volumen de producción de 83,000 T.M.A.
- Unidad Industrial Minatitlán Planta 1 (Minatitlán, Veracruz) contaba con un volumen de producción de 45,000 T.M.A.
- Unidad Industrial Minatitlán Planta 2 (Minatitlán, Veracruz) contaba con un volumen de producción de 153,800 T.M.A.
- Unidad Industrial Bajío (Salamanca, Guanajuato) contaba con un volumen de producción de 200,000 T.M.A.





#### 4.3.1. Macrolocalización.

##### 4.3.1.1. Aspectos geográficos.

El estado de Sinaloa se encuentra en la región noroeste del país, limitando al norte con Sonora y Chihuahua, al sur con Nayarit, al este con Durango y al oeste con el Océano Pacífico.

- **Topografía:** El estado de Sinaloa es el décimo séptimo estado de la República Mexicana más grande, ubicado en 25° 00' 10' norte y 107° 30' 10" oeste del meridiano de Greenwich.  
La altura máxima es de 2,800 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m) ubicado en Cerro Agua Azul, la altura promedio del estado es de los 10 a 100 m.s.n.m.
- **Extensión:** El estado está dividido políticamente en 18 municipios con una superficie total de 58,200 km<sup>2</sup>, ocupando el 3.038% del territorio nacional.
- **Clima:** El 48% del estado presenta clima cálido subhúmedo localizado en la zona noroeste y sureste desde Choix hasta los límites con Nayarit, el 40% clima seco y semiseco, se presenta desde El Fuerte hasta Mazatlán, el 10% es muy seco el cual está en la zona de Los Mochis, el 2% restante es clima templado subhúmedo localizado en las partes altas de la Sierra Madre Occidental.  
La temperatura promedio es de 25°C, con máxima de 36°C y mínima de 10 °C, los meses más calurosos son mayo, junio y julio y el mes más frío es el de enero. La lluvia es un factor que afecta en los meses de julio, agosto y septiembre.
- **Hidrografía:** El estado de Sinaloa cuenta con 11 ríos, el más importante es Río Fuerte el cual pasa por los municipios de Choix, El Fuerte y Ahome, su longitud es de 670 km, es el décimo río más importante de toda la nación, también presenta 12 presas y 3 en construcción, entre ellas más importantes son El Verejónal (con la capacidad de 3,086 millones de m<sup>3</sup> de agua), El Mahone (Capacidad de 2,921 millones de m<sup>3</sup> de agua) y Huitles (2,908 millones de m<sup>3</sup> de agua), la primera es alimentada del río Humaya y las otras dos de Río Fuerte.
- **Biodiversidad:** En el estado de Sinaloa existe una gran diversidad de flora y fauna, además de que es un estado que cuenta con 2 reservas naturales.<sup>45</sup>

##### 4.3.1.2. Aspectos socioeconómicos y culturales.

Se describen los aspectos más importantes del estado:

- **Población total:** La población total del estado de Sinaloa, basada en el estudio del INEGI en el año 2015, alcanzó la cifra de 2'987,845 habitantes, su densidad

<sup>45</sup> <https://es.wikipedia.org/wiki/Sinaloa> [En línea] 2 de enero 2016



es de 48.2 habitantes por cada kilómetro cuadrado del estado, es por lo cual es el décimo sexto estado más poblado del país.

- **Centro poblacionales más importantes:** la zona más poblada del estado corresponde al centro, principalmente a la capital Culiacán, con más de 858,638 habitantes, seguida de Mazatlán y Ahome, entre estos municipios se alcanzan una población de más de 1.7 millones de habitantes, el 58% de la población total del estado.
- **Población económicamente activa:** El censo fue realizado a personas de 15 años en adelante, 1'330,650 habitantes tienen un trabajo con remuneración económica (46.54%), 84,020 son empleadores, 230,282 son trabajadores por su propia cuenta y 901,544 son asalariados, solo 48,319 no reciben pago entran en otra rama.
- **Ramas de actividad:** El comercio y las actividades agropecuarias son las principales actividades económicas del estado, la industria manufacturera es la tercera.<sup>46</sup>
- **Sueldos y salarios:** El salario mínimo aprobado al inicio del 2016 es de \$73.04 diarios. Sinaloa tiene uno de los salarios más bajos de la República Mexicana ya que el salario promedio que recibe un trabajador es de \$226.42 diarios (aproximadamente 3.1 salarios mínimo).<sup>47</sup>
- **Educación:** Sinaloa es un estado que presenta analfabetismo en la población mayor a 15 años, ya que en el 2010 se registraron 1'632,314 analfabetas. Es un estado en el que la educación no es uno de sus mayores fuertes, ya que sólo 34,486 personas tienen educación media superior y registran 5,251 egresados de nivel superior.<sup>48</sup>
- **Salud pública:** La población derechohabiente y usuaria de los servicios de salud en Sinaloa están adscritos principalmente en el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), Seguro Popular, IMSS Oportunidades, PEMEX, SEDENA, instituciones privadas y la población abierta a la Secretaría de Salud y Hospital Civil de Culiacán. El IMSS registra una población derechohabiente del 50% con 1'078,538 personas.<sup>49</sup>

<sup>46</sup> <http://www.stps.gob.mx/gobmx/estadisticas/pdf/perfiles/perfil%20sinaloa.pdf> [En línea] 20 de enero 2016

<sup>47</sup> <http://www.mexicanbusinessweb.mx/negocios-rentables-en-mexico/oportunidades-de-negocio-en-sinaloa/sinaloa-tiene-los-menores-salarios-de-todo-el-pais/> [En línea] 20 de enero 2016

<sup>48</sup> [http://www.inegi.org.mx/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/pais/aepef/2014/702825063986.pdf](http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/pais/aepef/2014/702825063986.pdf) [En línea] 27 de enero de 2016

<sup>49</sup> [http://www.cames.gob.mx/cames/exposiciones/SALUD\\_EN\\_SINALOA.pdf](http://www.cames.gob.mx/cames/exposiciones/SALUD_EN_SINALOA.pdf) [En línea] 10 de enero 2016



- **Estructura del poder vigente:** El estado de Sinaloa cuenta con los tres poderes de la unión: Poder Ejecutivo, Poder Legislativo y Poder Judicial. El Poder Ejecutivo está bajo el cargo del C. Quirino Ordaz López actual gobernador del estado de Sinaloa, el Poder Legislativo es integrado por 40 diputados y el Poder Judicial conformado por el Supremo Tribunal de Justicia del Estado integrado principalmente por Magistrado Presidente Enrique Inzunza Cázarez, la Secretaria Particular de Presidencia Guadalupe Chávez Reyes y el Secretario Técnico de la Presidencia Gerardo Alfonso García.<sup>50 51</sup>

#### 4.3.1.3. Infraestructura.

La infraestructura es uno de los puntos más importantes para poder establecer la localización de la planta.

- **Vías de comunicación:** El estado de Sinaloa, dispone de tres aeropuertos localizados en Culiacán, Los Mochis y Mazatlán, sólo el aeropuerto de Culiacán y Mazatlán prestan servicios internacionales (E.U.A. y Canadá). Cuenta con una red ferroviaria que tiene una longitud de 1,195 km a través de todo el estado, la red de carretera cuenta con 16, 708 km a lo largo de todo el estado, se incluyen carreteras federales (1,190 km), estatales (3,229 km) ambas pavimentadas en su totalidad y caminos rurales con 5,581 km de caminos revestidos y 6,707 km en caminos de terracería. La longitud de obras portuarias del estado de Sinaloa es de 13,071 metros, 1,858 metros de rompeolas, 1,512 metros de escolleras y 9,500 metros a protecciones marginales. Obras de atraque son 14,975 metros, 2,216 metros comerciales, 3,517 metros a pesqueras, 7,137 metros a zona turística, 714 metros a PEMEX, 131 a la Armada y 1,260 metros a otras áreas. En almacenamiento tiene un área de 428,166 metros cuadrados, 389,300 m<sup>2</sup> a patios, 948 m<sup>2</sup> a cobertizos y 37,918 m<sup>2</sup> destinado a bodegas.
- **Electrificación:** El estado cuenta con 9 generadoras eléctricas, 6 hidroeléctricas y 3 termoeléctricas (1 de turbogas y 2 de vapor), las generadoras entregan 5,759 gigawatts-hora. En el 2011 se estimó que existían 943,505 usuarios de energía, el cual 844,570 es para uso doméstico, 3,852 destinado a alumbrado público, 3,122

<sup>50</sup>[http://www.laipsinaloa.gob.mx/index.php?option=com\\_flexicontent&view=items&cid=102:gabinete-del-ejecutivo&id=3839:gabinete-del-ejecutivo&Itemid=137](http://www.laipsinaloa.gob.mx/index.php?option=com_flexicontent&view=items&cid=102:gabinete-del-ejecutivo&id=3839:gabinete-del-ejecutivo&Itemid=137) [En línea] 1 de febrero del 2016

<sup>51</sup> <http://www.stj-sin.gob.mx/front/transparencia/directorio> [En línea] 1 febrero del 2016



al sector agrícola y a la industria 90,692, cabe mencionar en el ingenio azucarero EIDorado S.A. de C.V. provee energía durante tiempo de zafra.

- **Red de agua potable:** El estado cuenta con 143 plantas potabilizadoras de agua en operación, logrando un gasto de agua de 9,603 litros de agua por segundo, también el estado cuenta con 271 sistemas de drenaje y alcantarillado.
- **Telecomunicaciones y correo:** El I.N.E.G.I. registró 694 oficinas postales en todo el estado, solo el municipio de Choix tiene menos de 10 oficinas postales (7 en total), y Culiacán tiene 118 oficinas postales ya que es la capital y uno de los municipios más habitados. En telecomunicaciones se registraron 343,829 suscriptores a televisión de paga (Dish, SKY y Megacable) y en telefonía fija se registraron 439,390 líneas telefónicas, 272,511 residenciales y el resto para otros usos, se registró una densidad de líneas telefónicas fijas 15.9 habitantes por cada 100 habitantes.<sup>48</sup>

#### 4.3.1.4. Aspectos institucionales.

- **Instituciones crediticias:** El estado de Sinaloa cuenta con toda la gama de instituciones crediticias que existen en el país. Desde la banca comercial (BANAMEX, BBVA, HSBC, etc.), hasta la banca desarrollo, la cual brinda apoyos crediticios tanto a industriales y comerciantes como a agricultores.

#### 4.3.1.5. Mapa de macrolocalización.

Se presenta un mapa correspondiente a la región que albergará la posible planta de urea.



Figura 9. Macrolocalización (obtenido en Google Maps).

#### 4.3.2. Factores para determinar la microlocalización.

La selección de una buena localización de planta es fundamental para el funcionamiento del proyecto. Se han establecido como posibles alternativas de localización las ciudades de Mazatlán, Culiacán. Los Mochis y Guamúchil, se compararon tomando en cuenta los factores principales que influyen en la determinación de la ubicación de la planta. Los factores que se tomaron en cuenta son:

- Análisis de los mercados de consumo.
- Disponibilidad y costo de insumos.



- Costo de transportación.
- Factores geográficos.

Se desarrollan los factores de localización para este proyecto.

#### 4.3.2.1. Análisis de los mercados de consumo.

El estado de Sinaloa sembró en el año 2014 un total de 1'247,384.05 hectáreas, en el mismo año la superficie total sembrada a nivel nacional fue de 22'202,784.03 hectáreas, Sinaloa tiene el 5.61% de la siembra a nivel nacional, (información de SIAP), por lo tanto, la información proporcionada nos señala que Sinaloa es el sexto estado con mayor área dedicada a la siembra.<sup>52</sup>

La importancia que tiene el estado de Sinaloa la siembra es muy importante, ya que el monitoreo agroeconómico más reciente por SAGARPA, hecho en el año 2011, muestra que Sinaloa en 2009 tenía los municipios líderes de producción nacional de maíz (Guasave), jitomate (Navolato), chile verde (Escuinapa), papa (Ahome), frijol (Guasave), cacahuate (Mocorito) y pepino (Navolato) y número 2 en sorgo (Ahome), lo cual indica que la demanda de fertilizantes en este estado es esencial.<sup>53</sup>

Se muestra una tabla con la superficie sembrada por cada municipio del estado de Sinaloa.

---

<sup>52</sup> <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/> [En línea] 9 de febrero 2016

<sup>53</sup> Monitoreo Agroeconómico del Estado de Sinaloa 2011, SAGARPA.



Tabla 12. Cierre de producción agrícola 2014 (Riego+Temporal). SIAP.

	Ubicación	Sup. Sembrada	Sup. Cosechada	Valor Producción
		(Ha)	(Ha)	(Miles de Pesos)
1	Ahome	188,428.03	187,722.03	6,004,990.71
2	Angostura	82,647.00	82,647.00	1,841,415.35
3	Badiraguato	17,135.00	15,935.00	58,800.50
4	Choix	25,557.00	25,557.00	236,750.50
5	Concordia	15,216.90	14,773.75	139,734.29
6	Cosalá	11,623.00	11,563.00	57,934.77
7	Culiacán (R)	58,008.16	54,581.16	1,358,303.74
8	Culiacán (T)	138,094.81	125,581.81	4,964,113.07
9	El Fuerte	40,476.25	40,275.25	984,535.54
10	Elota	43,937.55	43,794.55	1,366,552.91
11	Escuinapa	32,801.00	31,742.00	1,453,201.64
12	Guasave (R)	11,702.00	11,702.00	211,979.44
13	Guasave(T)	40,573.32	40,573.32	1,745,582.11
14	Guasave (R+T)	122,235.49	122,170.49	3,474,870.25
15	Mazatlán	23,115.07	21,655.67	337,810.19
16	Mocorito (R)	36,537.50	34,730.00	524,447.72
17	Mocorito (T)	41,874.24	41,733.24	433,063.74
18	Navolato (R)	2,521.00	2,521.00	61,692.91
19	Navolato (T)	92,229.38	82,190.10	5,092,878.90
20	Rosario	34,116.57	27,949.70	395,486.23
21	Salvador Alvarado	48,763.02	48,395.02	524,676.16
22	San Ignacio	14,320.00	14,320.00	159,369.12
23	Sinaloa (R)	14,041.17	14,041.17	518,056.11
24	Sinaloa (T)	111,430.59	105,722.21	1,761,948.67
		<b>1,247,384.05</b>	<b>1,201,876.47</b>	

Desde el punto de vista de consumo, los municipios de Sinaloa, Guasave, Ahome, Culiacan y Navolato presentan una ventaja en contra de los demás municipios.

#### 4.3.2.2. Disponibilidad y costo.

##### ➤ Materias primas:

Las materias primas básicas utilizadas en la producción de urea son bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y amonio (NH<sub>3</sub>), por lo tanto, es necesario analizar la disponibilidad de



ambas materias primas si están disponibles en la República Mexicana o deberá ser por importación.

Petróleos Mexicanos (PEMEX) actualmente produce amoniaco en determinados centros del país, el cual está a la venta.

Tabla 13. Precio del amoniaco anhídrido por tonelada en Topolobampo.

Mes	Precio (Pesos Mexicanos)
Septiembre 2015	9,329
Octubre 2015	9,294
Noviembre 2015	9,008
Diciembre 2015	8,712

Datos proporcionados por PEMEX, SubGerencia de Coordinación Operativa Comercial, PEMEX Coatzacoalcos.

Petróleos Mexicanos (PEMEX) también produce dióxido de carbono en determinados centros del país, el cual está a la venta, el precio de venta reportado por PEMEX, es:

Tabla 14. Precio del dióxido de carbono por tonelada en Topolobampo.

Mes	Sector Fertilizantes (M.N.)	Sector Industrial (M.N.)
Septiembre 2015	17.59	446.89
Octubre 2015	17.91	439.52
Noviembre 2015	17.44	434.17
Diciembre 2015	17.39	452.50
Enero 2016	18.19	474.45
Febrero 2016	19.19	501.01

Datos proporcionados por PEMEX, SubGerencia de Coordinación Operativa Comercial, PEMEX Coatzacoalcos.

➤ **Insumos auxiliares:**

Se considera como insumo auxiliar el material de empaque, en este caso, sacos con capacidad de 50 kilogramos, estos sacos deberán estar hechos de polipropileno. Existen varias empresas dedicadas a la producción de sacos de polipropileno.

Arpysa del Noreste, S.A. de C.V. ubicada en Ahome Sinaloa, el cual hace costales de 60X92 centímetros con capacidad de 50 kg con un costo total de \$3.37 M.N. con la impresión del diseño de la marca a 4 tintas, asegurando una alta calidad.



➤ **Combustible.**

El combustóleo presenta mayor ahorro, en comparación con otros combustibles. Pemex produce el combustóleo y lo vende a un precio de con un precio de \$2,838.85 pesos por metro cúbico (precio actual enero de 2016), como punto de venta en el puerto de Topolobampo<sup>54</sup>, de ahí será transportando en auto tanques a una distancia menor de 30 km.

➤ **Mano de obra.**

La mano de obra requerida se puede ofrecer en cualquier localidad con buena capacitación.

El cuanto al costo de mano de obra, el salario mínimo establecido en el 2016 por la Comisión Nacional de los Salarios Mínimo mediante resolución publicada en el Diario Oficial de la Federación del 18 de diciembre de 2015, vigentes a partir del 1 de enero 2016, estableció el salario mínimo de \$73.04 pesos M.N.<sup>55</sup>

➤ **Asistencia técnica.**

La asistencia técnica será prestada por ingenieros agrónomos de las universidades de Sinaloa y Chapingo, por lo cual se creará un departamento de asistencia técnica conformada por ingenieros agrónomos.

La asistencia será enseñar y adiestrar a los trabajadores en el uso y manejo de herramientas y equipos industriales utilizados en el proceso de producción de urea para que hagan buen uso de sus herramientas de trabajo, asimismo evitar siniestros, daños o algún problema que se pudiera suscitar.

➤ **Energía eléctrica.**

Las ciudades antes mencionadas cuentan con la electrificación correcta y el suministro de la Comisión Federal de Electricidad, los parques industriales que se encuentran en el estado de Sinaloa cuentan con todos los servicios y cuentan con sus subestaciones particulares.

Se tiene disponible la tarifa industrial H-M, (de acuerdo a la región) la cual se muestra en la siguiente tabla:

---

<sup>54</sup>PEMEX TRANSFORMACION INDUSTRIAL Dirección de Comercialización: Precios de venta de productos Precios al Público

<sup>55</sup> [http://www.sat.gob.mx/informacion\\_fiscal/tablas\\_indicadores/Paginas/salarios\\_minimos.aspx](http://www.sat.gob.mx/informacion_fiscal/tablas_indicadores/Paginas/salarios_minimos.aspx) [En línea] 12 de febrero 2016



Tabla 15. Tarifas Industriales de suministro de energía de la región noroeste.

Cargo por Kilowatt de facturable	Cargo por Kilowatt- demanda Punta	Cargo por Kilowatt- Hora de Energía Intermedia	Cargo por Kilowatt- Hora de Energía Base
\$179.63	\$1.6911	\$0.7665	\$0.6280

Fuente: Comisión Federal de Electricidad.

La cuota es la misma en todo el estado, para el tipo de servicio solicitado y está altamente energizadas y tienen la misma disponibilidad.

➤ **Agua.**

El servicio de agua potable en la zona urbana y rural será cobrado mensualmente, en base a medidor de acuerdo del volumen total de metros cúbicos que se registren. La junta municipal de agua potable y alcantarillado de Sinaloa tiene diferentes tarifas dependiendo el uso, la siguiente tabla muestra la tarifa industrial del estado de Sinaloa.

Tabla 16. Tarifa industrial de agua del estado de Sinaloa.

Rango Mínimo (m <sup>3</sup> )	Rango Máximo (m <sup>3</sup> )	Tarifa (\$)
0	25	\$137.82
26	50	6.33
51	100	6.81
101	150	7.24
151	250	7.70
251	350	8.18
351	500	8.69
501	700	9.15
701	1000	9.62
1001	1500	10.10
1501	2000	10.53
2001	3000	10.81
3001	En adelante	11.48

Fuente: Decreto Número 785, Régimen Tarifario de la Junta Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Sinaloa.

Los municipios de Mazatlán, Navolato y Salvador Alvarado manejan tarifas distintas, considerando que Mazatlán es una opción a elegir, se muestra la tabla de tarifa de este municipio.



Tabla 17. Tarifa industrial de agua del municipio de Mazatlán.

Grupo	Volumen Diario Mínimo (m <sup>3</sup> )	Cuota Base Mensual (m <sup>3</sup> )	Cuota por m <sup>3</sup> adicional
1	0	115.25	0.00
2	11	115.15	10.52
3	30	316.44	10.76
4	100	1,078.02	16.56
5	500	3,284.98	17.47
6	700	12,240.98	17.64
7	1000	17,648.38	19.41

Fuente: Decreto Número 788, Régimen Tarifario de la Junta Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Sinaloa.

Por lo cual se observa que el servicio de agua en Mazatlán es más elevado.

#### 4.3.2.3. Costos de transportación.

##### ➤ Materia prima.

Para los costos de transporte de las materias primas desde centro embarcadero de Topolobampo o hasta las posibles ubicaciones donde será instalada la planta de urea, se tomó en cuenta que se transportará la misma cantidad a todas las ubicaciones, se consideraron los siguientes aspectos:

- Peaje.
- Distancia.
- Tiempo.
- Costo de transporte.

Se analizarán las opciones:

Tabla 18. Costo de transporte.

Destino Variables	Los Mochis	Guamúchil	Culiacán	Mazatlán
<b>Tiempo</b>	43 min	1 h 27 min	2 h 31 min	4 h 48 min
<b>Distancia</b>	29.7 km	127 km	243 km	437 km
<b>Peaje</b>	\$0	\$0	\$372	\$891
<b>Costo de transp. NH<sub>3</sub></b>	\$26,136	\$104,544	\$209,088	\$374,616
<b>Costo de trasnp. CO<sub>2</sub></b>	\$1,503	\$6,513	\$12,024	\$21,543
<b>Costo Total</b>	\$27,639	\$111,057	\$221,484	\$397,050



Para el costo de transporte se está considerando un 5% de la materia transportada, por lo cual, se consideró una base de 20 toneladas, por cada 10 km.

La información fue obtenida usando la aplicación “Traza tu ruta”, de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (STC), la cual provee información de todos los peajes de un punto a otro.<sup>56</sup>

El costo de las casetas fueron tomadas en cuenta en base a camión de 6 ejes, debido al peso de la materia prima.

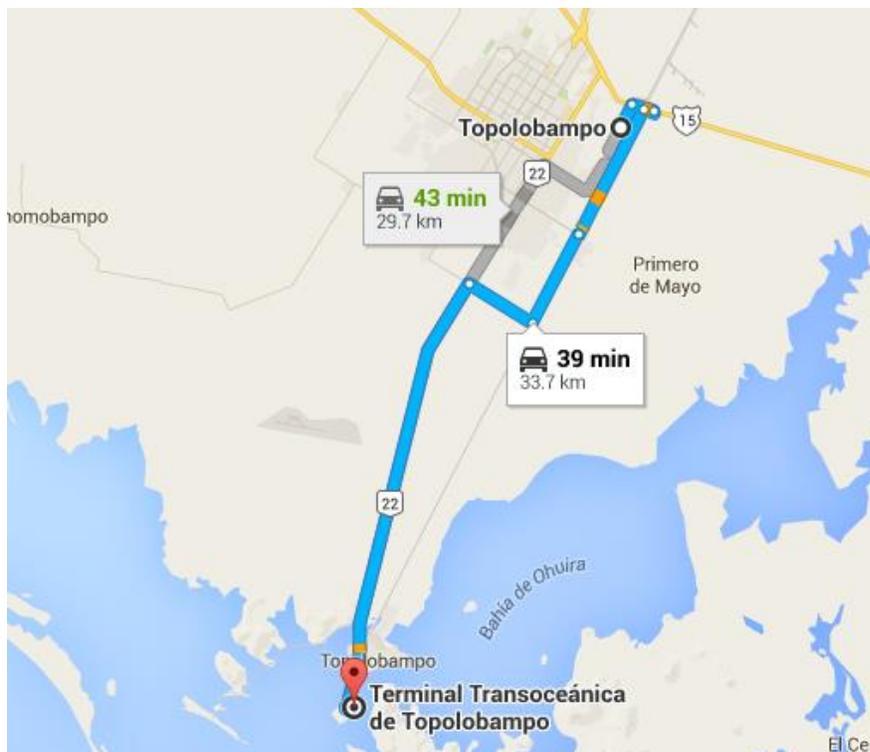


Figura 10. Recorrido de C.E. Topolobampo a zona industrial Topolobampo, Ahome Sinaloa, obtenida por Google Maps.

Elección de ruta 2 (color gris), el tiempo de 4 minutos no es relevante, y la distancia es menor que la ruta 1 (color azul).

#### 4.3.2.4. Factores geográficos.

Las alternativas ya seleccionadas no marcan mucha diferencia en cuanto a su infraestructura excluyendo a Guamúchil, ya que no tiene un desarrollo industrial.

<sup>56</sup> [http://app.sct.gob.mx/sibuac\\_internet/ControllerUI?action=cmdEscogeRuta](http://app.sct.gob.mx/sibuac_internet/ControllerUI?action=cmdEscogeRuta)



### **4.3.3. Microlocalización.**

#### **4.3.3.1. Criterios de selección.**

En este proyecto, se ha considerado la localidad que presente mejores facilidades de transporte, materia prima y producto terminado, así como asegurar y garantizar todos los servicios y mano de obra.

#### **4.3.3.2. Elección.**

Analizando los factores ya antes descritos para poder determinar la localización más conveniente para el presente proyecto, se ha llegado a la conclusión de ubicar la planta en la ciudad de Los Mochis, ubicada en el municipio de Ahome, Sinaloa.

A continuación se justifica la elección:

- La ventaja de costos de transportación de materia prima en comparación con las otras ubicaciones, implica un muy significativo ahorro (ver tabla 18).
- Tiene acceso a la principal carretera del estado.
- El proveedor de sacos está ubicado en el mismo municipio, por lo cual en caso de haber un cobro por envío de los sacos sería menor a las otras ubicaciones.
- Es uno de los municipios en el que los servicios necesarios son más económicos.
- En caso posible de exportación a otros países, tiene un fácil acceso al Centro Embarcadero de Topolobampo.

#### **4.3.3.3. Descripción de la localidad.**

La ciudad de Los Mochis, ubicada en el municipio de Ahome está ubicada en la parte norte del estado de Sinaloa, sobre la zona costera del océano pacífico. La altura del nivel del mar promedio es de 12 m.s.n.m.

La humedad relativa anual promedio es de 64.6%, con una temperatura máxima de 48°C y una mínima de 32.7°C.

#### **4.3.3.4. Características del predio de ubicación.**

Los terrenos se ubican sobre la carretera Los Mochis- Topolobampo contiguo al pueblo de Rosendo G. Castro. Estos terrenos se encuentran en breña.

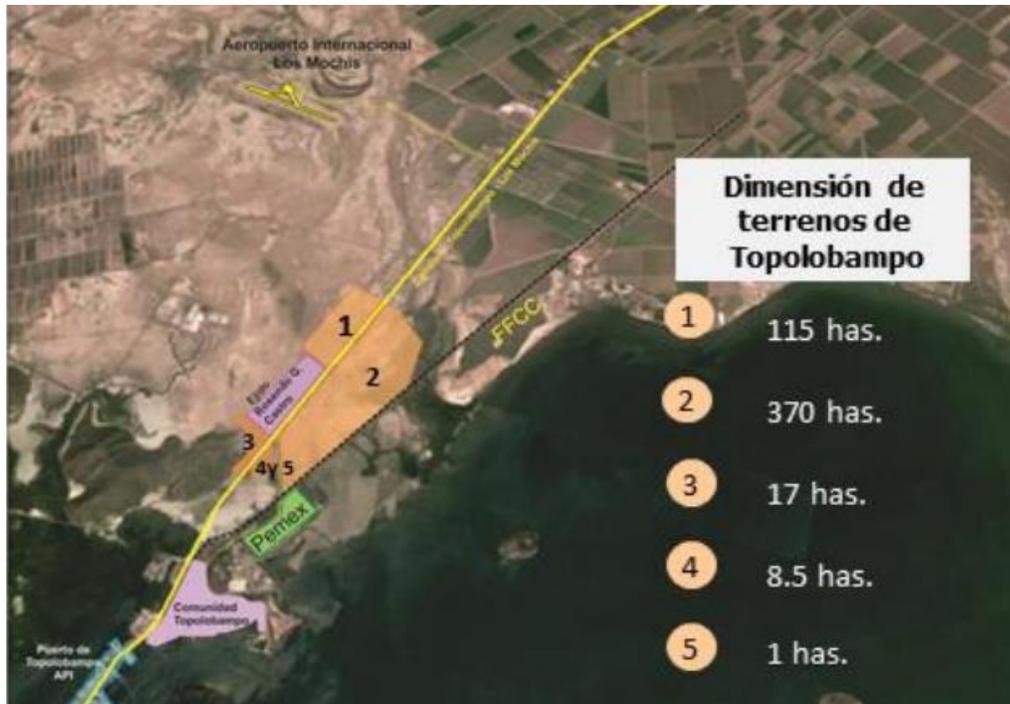


Figura 11. Muestra de localización y dimensión de los terrenos de zona Topolobampo.

Se realizó una mecánica de suelos que determinó que las características de suelo que presenta los predios es necesario construir una base para soportar la carga de los equipos, por lo tanto dicha base debe ser de 0.8 metro (preferentemente), por otra parte para la zona de oficinas será una base de 30 centímetros, esta mecánica de suelos tuvo un costo total de \$350,000 pesos.<sup>57</sup>

#### 4.3.3.5. Plano de microlocalización.

Se muestra el plano de la microlocalización.

<sup>57</sup> Estudio de mecánica de suelos para el Proyecto de Bodega para Granel Agrícola y Mineral, en Topolobampo, Sinaloa. Méx.



Figura 12. Plano de microlocalización \*(Obtenido por Google Maps).

#### 4.4. Evaluación técnica.

##### 4.4.1. Área de abastecimiento de materia prima.

Petróleos Mexicanos suministrará el amoniaco y dióxido de carbono necesarios para este proyecto, el cual se produce en su planta ubicada en Coatzacoalcos, Veracruz. Ambas serán llevadas al puerto de Topolobampo en Sinaloa y transportadas a la planta de urea, por lo cual no existirá algún problema con el abastecimiento de materia prima.

##### 4.4.2. Área de abastecimiento de mano de obra.

El estado de Sinaloa, tiene gente que se ha dedicado a la industria, por lo cual como se describió anteriormente, se le adiestrará para que los operadores trabajen con eficiencia y eficacia.

La selección de personal se hará en la zona de Topolobampo y la Ciudad de Los Mochis, debido a la cercanía con la futura planta productora de urea.



#### 4.4.3. Área de abasto en la tecnología, equipos e instrumentación y mantenimiento de equipos y accesorios.

Se realizaron los cálculos de los equipos siguiendo las normas de diseño, hay que aclarar que los cálculos fueron llevados a cabo bajo los lineamientos del fabricante, también se tomaron en cuenta consideraciones de artículos que hablan acerca de la construcción y diseño de equipos destinados para las plantas de urea.

Para la fabricación de los recipientes sujetos a presión, se sabe que existe una gran variedad de normas, la más reconocida y de uso más común es la Secc. VII Div. 1 “Pressure Vessels” del código ASME. Esta Norma cubre diseño, selección de material, fabricación, inspección, pruebas, criterios de aprobación y documentación resultante de las distintas etapas a cumplir.

La Secc. VII Div. 1 y Div. 2 del código, son parte denominados como códigos de construcción de ASME. La Div.2: reglas alternativas; esta norma permite el diseño por análisis de tensiones, resultado muy necesario para el cálculo de grandes recipientes, espesores gruesos de pared, condiciones severas etc.

Los cálculos se llevaron a cabo igual que los fabricantes, siguiendo las normatividad de la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME, por sus siglas en inglés).

Norma UG-25 b, maneja que para equipos expuestos a corrosión cuales no pueden determinarse un espesor para la protección (recubrimiento), este margen será determinado por el diseñador para la vida útil de los equipos. Los equipos principales se diseñan generalmente para una vida larga de servicio (15 a 20 años), mientras que los secundarios para periodos más cortos (8 a 10 años), no es necesario aplicarse el mismo margen por corrosión a todas las partes de un equipo, si es que se espera diferentes grados de ataques para un mismo equipo (norma UG-25 c).

Los equipos sujetos a corrosión deberán tener una abertura de purga (norma UG-25 f). Todos los equipos y recipientes a presión sujetos a corrosión, erosión o abrasión mecánica interiores deben de ser provistos con abertura de inspección (norma UG-46).<sup>58</sup>

---

<sup>58</sup> Diseño II Apuntes de: Elementos de diseño Unidad II Recipientes Sujetos a Presión Séptimo Semestre, por Ing. Rodolfo Gonzales Báez, ESIQIE IPN.



#### 4.4.4. Área de mercado de producto terminado.

Principalmente la urea se distribuirá al estado de Sinaloa, debido a que es uno de los estados donde el cultivo es una de sus principales actividades, además como ya se había descrito, la comercialización será en las zonas norte, noroeste y noroeste del país.

También se seguirá el programa propuesto en el punto 3.5 cadenas de distribución.

#### 4.5. Especificaciones del sistema de producción.

##### 4.5.1. Reactores.

La planta cuenta con dos reactores, lo cuales tienen distintas especificaciones, ambos producen urea y están en el mismo tren de producción, a continuación se especifica ambos reactores.

Tabla 19. Especificaciones del reactor 201-D.

REACTOR 201-D			
Capacidad	1750 TMD	Presión	145 bar abs
Producción	833.33 TMD	Temperatura	185 °C
Relación NH <sub>3</sub> /CO <sub>2</sub> mol	3.6	Número de platos	#9
Relación H <sub>2</sub> O/CO <sub>2</sub> mol	0	Número de platos	8
Rendimiento	75%	Diámetro	2.7 m
Relación L/D	10.4	Altura	28 m

Los materiales de construcción de los reactores serán acero al carbón A-36, con un espesor de 10 pulgadas, debido a que el material resiste altas presiones, se requiere una capa protectora a las placas de acero al carbón para evitar la corrosión, el espesor del recubrimiento será de 5 a 10 mm.<sup>59</sup>

El peso aproximado del reactor es de 270 toneladas, diseñado bajo el código AD Merkblatter.<sup>60</sup>

El reactor es el equipo más largo y pesado en la planta de urea. Como la fabricación del reactor influirá en su desempeño. Se deberán de seguir los siguientes lineamientos para llevar acabo su correcta fabricación del reactor de urea:

<sup>59</sup> Fabrication of Construction Materials in Urea Manufacturing Plants, International Journal of Enhanced Research in Science Technology & Engineering, ISSN: 2319-7463 Vol. 2 Issue 9, September-2013, pp: (56-59)

<sup>60</sup> Mega-capacity Urea Plants – TEC's Approach H. MORIKAWA, E. SAKATA, Y. KOJIMA, G. NISHIKAWA Toyo Engineering Corporation 2-8-1 Akanehama, Narashino-shi, Chiba 275-0024, Japan.



- 1- Diseño de proceso: Tiempo de retención (volumen de retención), proporción altura y diámetro (L/D) y número y tipo de placa difusora.
- 2- Diseño mecánico y fabricación: Tamaño y peso y, por otro lado, herrería o varias capas de la carcasa.

Para mantener alta la conversión de  $\text{CO}_2$ , el reactor requiere cierto volumen para la reacción (tiempo de residencia o retención). Por lo tanto, el reactor aumenta su escala dependiendo de la proporción del volumen y la capacidad de producción. Si el volumen del reactor se incrementa manteniendo la constante de relación L/D, hará que la dinámica de fluidos, en el reactor se mantenga así mismo como la conversión de  $\text{CO}_2$ . La relación sugerida para la construcción y cambio de escala de los reactores es  $L/D = 10.4$ , cuando haya un incremento de la capacidad con el mismo tipo de plato habrá un aumento del 26% a la tangente de longitud, pero si el plato aumenta, cambia la relación de L/D, para este tipo de cambios se sugiere usar un software de computadora basado en multifase para un reactor CSTR. Se muestran los efectos de la placa difusora.

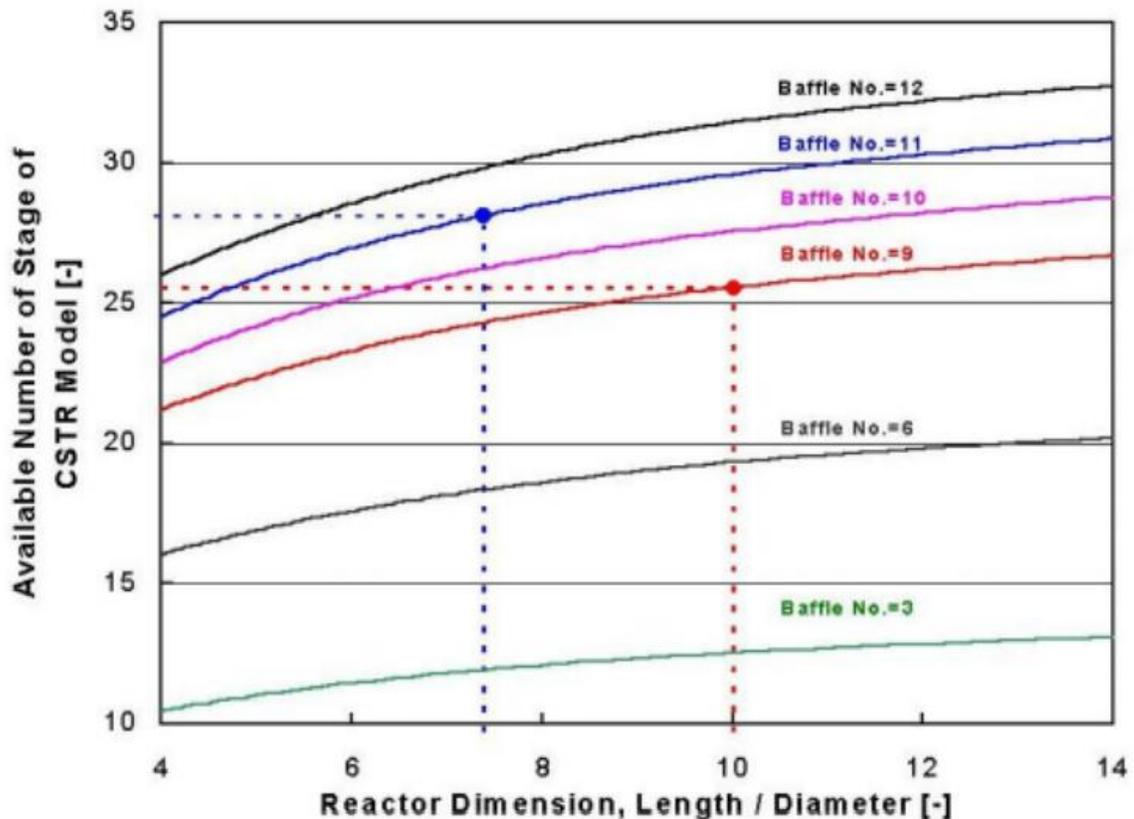


Figura 13. Efectos del tipo de plato o placa difusora en el reactor 201-D.



#### 4.5.2. Separador.

El separador, otro de los equipos cruciales para su fabricación, operación y mantenimiento. Se deberán tomar los siguientes lineamientos para su diseño:

- 1- Proceso de diseño: Diseño de plato, tubo de carga y longitud de tubo, distribución gas/líquido y material de construcción.
- 2- Diseño mecánico y fabricación: tamaño de tubo, verticalidad de haces de tubos y peso.

Para poder mantener una alta eficiencia en el separador, el exceso de amoniaco en la solución de síntesis de urea es la primera en separarse a través de 3 platos perforados y después el carbamato es descompuesto y separado por una corriente de vapor y el dióxido de carbono separado en el agotamiento de una película caliente descendiente.

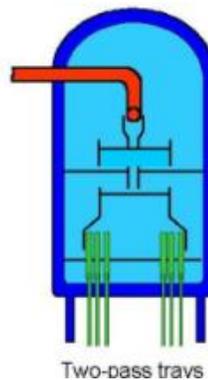


Figura 14. Platos perforados del separador.

Se darán a conocer las especificaciones para el diseño y construcción del separador que está dispuesto para este proyecto.<sup>60</sup>

Tabla 20. Especificaciones para el separador.

DISEÑO DEL SEPARADOR	
<b>Código de Diseño</b>	ASME SEC. VII DIV.2
<b>Shell ID</b>	2.45 m
<b>Channel ID</b>	2.55 m
<b>Numero de tubos</b>	2,800
<b>Placa de tubos THK</b>	0.42 m
<b>Peso</b>	170 toneladas



#### 4.5.3. Condensador de carbamato.

El condensador de carbamato llevará películas descendentes semejantes como el condensador, sin embargo, tiene una gran importancia, ya que lleva una corriente de generación de solución de urea caliente. Algunos autores recomiendan tener dos condensadores uno para corrientes de baja presión y el otro para la corriente de urea. Los factores para el diseño de los condensadores son:

- 1- Diseño de proceso: Diseño de transferencia de calor y distribución del líquido en tubos.
- 2- Diseño mecánico y fabricación: Tamaño de tubo, verticalidad de haces de tubos y peso.

La transferencia de calor es llevada a cabo probando rangos térmicos soportados actualmente por condensadores que actualmente operan en plantas.

Se darán las especificaciones para el diseño y construcción del condensador de carbamato que está dispuesto para este proyecto.<sup>59</sup>

Tabla 21. Especificaciones para el condensador.

DISEÑO DEL CONDENSADOR	
<b>Código de Diseño</b>	ASME SEC. VII DIV.1
<b>Shell ID</b>	1.1 m
<b>Channel ID</b>	1.2 m
<b>Placa de tubos THK</b>	0.26 m
<b>Peso</b>	48 toneladas

#### 4.5.4. Compresor de dióxido de carbono.

La capacidad máxima disponible de un compresor de CO<sub>2</sub> maneja un flujo de 56,000 Nm<sup>3</sup>/h, este compresor tiene un soporte para una planta productora de 3,500 TMD.<sup>60</sup>

#### 4.5.5. Bombas.

Las bombas que se utilizarán en este proyecto serán de amoniaco con un flujo de 152 m<sup>3</sup>/h (10% de margen) y la de carbamato o solución de urea serán de 138 m<sup>3</sup>/h (un margen del 20%).<sup>60</sup>



#### 4.6. Proceso productivo.

De acuerdo al estudio de arte de los distintos procesos de producción que existen en el mercado se encontró que el presente proyecto se basará en la patente US 5,792,889 propuesta por Giorgio Pagani, este trabajo fue fundamental para el diseño de la planta. Se le añadió un tren de evaporación para la máxima separación de amoniaco, así como una torre de prilado para obtener la urea en forma de perlas. También se ha considerado técnicas usadas por la corporación de ingeniería Toyo proveniente de Japón. Ahora se describe el proceso de obtención de urea.

La planta productora de urea comprende un reactor de síntesis de urea **201-D**, en la cual anhídrido de amonio puro ( $\text{NH}_3$ ) y dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) son alimentados por una bomba dosificadora **B-101** y por un compresor convencional **102-J**, respectivamente.

El anhídrido de amonio es el primer compuesto alimentado a un condensador de carbamato **202-C**, mientras el dióxido de carbono es alimentado a un separador **201-C**, después se ingresa al condensador de carbamato **202-C** antes de entrar al reactor de síntesis de urea **201-D**.

El separador **201-C** es también alimentado por la mezcla de reacción saliente del reactor de síntesis de urea **201-D**.

En la operación, una gran parte de carbamato y parte del contenido de anhídrido de amonio contenido en la solución de urea saliente del reactor **201-D** son extraídos del **201-C** y reciclados al reactor, mientras una solución de urea saliente del extractor **201-C** es obtenido teniendo un bajo contenido de  $\text{CO}_2$  (7-9 % peso) y  $\text{NH}_3$  (5-8% peso) de residuos.

Del fondo del separador **201-C** la urea formada será transportada y alimentada a una sección de recuperación de urea, donde se separa parte del amoniaco, que comprende un destilador a baja-presión (3-4 bar abs) **301-C**, con un relevante separador **301-E**, los vapores obtenidos son enviados al condensador **303-C** produciendo una solución de carbamato, la cual se recicla al reactor de síntesis de urea **201-D**. La masa de urea es transportada a un filtro **302-F** donde residuos de amoniaco serán separados por propiedad física, en seguida la masa de urea es transportada al tanque **302-F**.

Un tren de evaporación conformado por tres torres de vacío **401-C**, **402-C** y **403-C** con relevantes separadores **401-F**, **402-F** y **403-F**, además de una sección de concentración de anhídrido de amonio al vacío.

Las principales características del proceso isobárico strip-ping con  $\text{CO}_2$  puede ser resumido de la siguiente manera:



Tabla 22. Descripción del sistema de producción del reactor 201-D.

Unidad de Medida	Valor
<b>Presión de la síntesis.</b>	Aproximadamente 242 bar abs.
<b>NH<sub>3</sub>/CO<sub>2</sub> mol en el reactor.</b>	Cerca de 3.6
<b>H<sub>2</sub>O/CO<sub>2</sub> mol en el reactor.</b>	0
<b>Temperatura del reactor.</b>	Aproximadamente 193°C
<b>Eficiencia.</b>	Aproximadamente 75-76%
<b>Consumo de vapor.</b>	Aproximadamente 900–1000 kg/TM urea

La solución será enviada través de tres evaporadores de vacío **401-C**, **402-C** y **403-C** con relevantes separadores **401-F**, **402-F** y **403-F**, estos tendrán la tarea de separar el amoniaco sobrante que no pudo ser separado en los equipos anteriores y serán enviados a una sección de recuperación de anhídrido de amonio al vacío. Al final del tren de evaporación, la masa de urea es enviada a una torre de pilado.

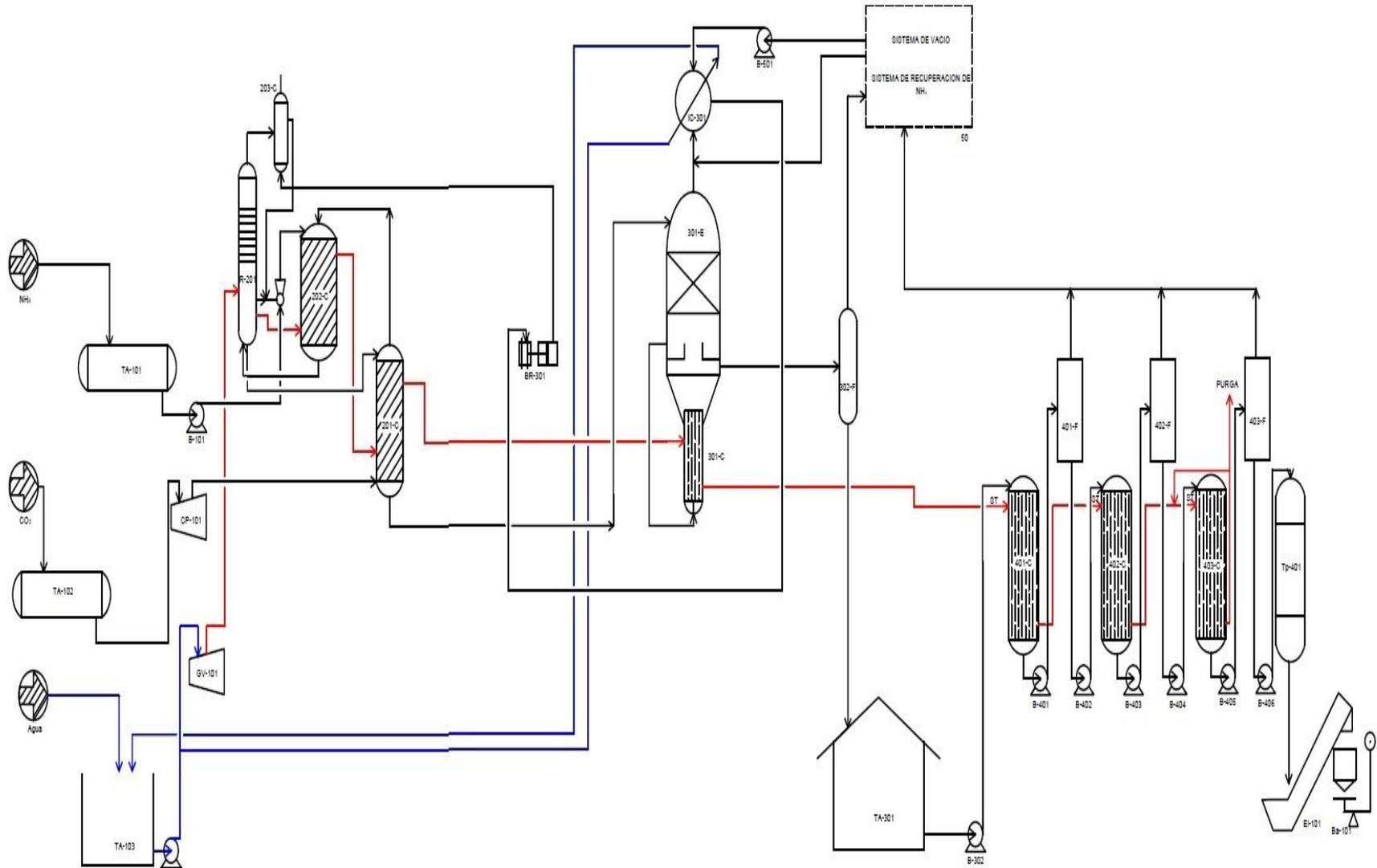


Figura 15. Planta de urea.



Tabla 23. Lista de equipos.

Código	Nombre	Código	Nombre
TA-101	Tanque de almacenamiento.	201-C	Separador.
TA-102	Tanque de almacenamiento.	202-C	Compresor de carbamato.
TA-301	Tanque de almacenamiento.	203-C	Depurador.
B-101	Bomba centrífuga.	301-C	Destilador B. presión.
B-301	Bomba centrífuga.	201-D	Reactor.
B-302	Bomba centrífuga.	IC-301	Intercambiador de calor.
B-401	Bomba centrífuga.	301-F	Separador de gases.
B-402	Bomba centrífuga.	401-C	Torre vacío alta presión.
B-403	Bomba centrífuga.	402-C	Torre vacío media presión.
B-404	Bomba centrífuga.	403-C	Torre vacío baja presión.
B-405	Bomba centrífuga.	401-F	Separador de amoniaco.
B-406	Bomba centrífuga.	402-F	Separador de amoniaco.
B-501	Bomba centrífuga.	403-F	Separador de amoniaco.
BR-301	Bomba reciprocante.	Tp-401	Torre de pilado.
CP-101	Compresor conv.	EL-101	Elevador.
E-1	Condensador.	Ba-101	Bacula.
301-E	Separador.		

#### 4.7. Distribución de planta.

Se presenta la distribución de planta para el presente proyecto, se tomaron a consideración los conocimientos adquiridos en la carrera.

Las zonas de mayores riesgos se han colocado en la dirección de vientos reinantes, y las zonas de menor riesgo al contrario de la dirección de vientos reinantes, la zona de proceso se ha colocado en medio del predio.

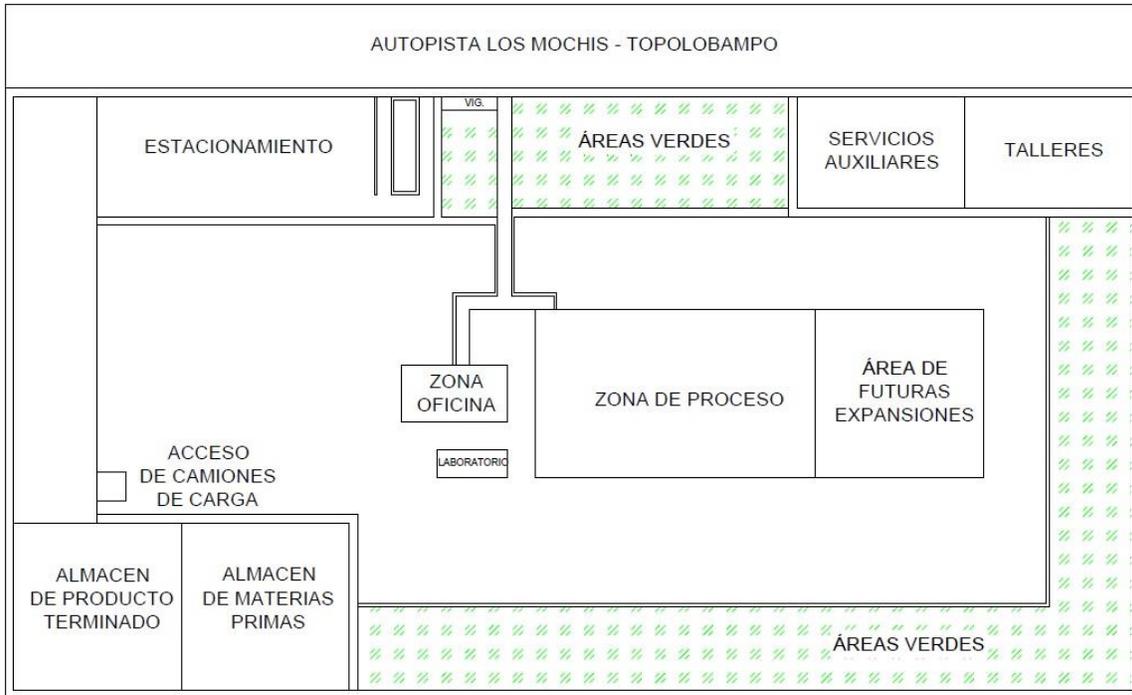


Figura 16. Distribución de la planta.

La zona de oficinas se ha distribuido de la siguiente forma, además de las oficinas se ha instado un comedor y una cocina, para los trabajadores.

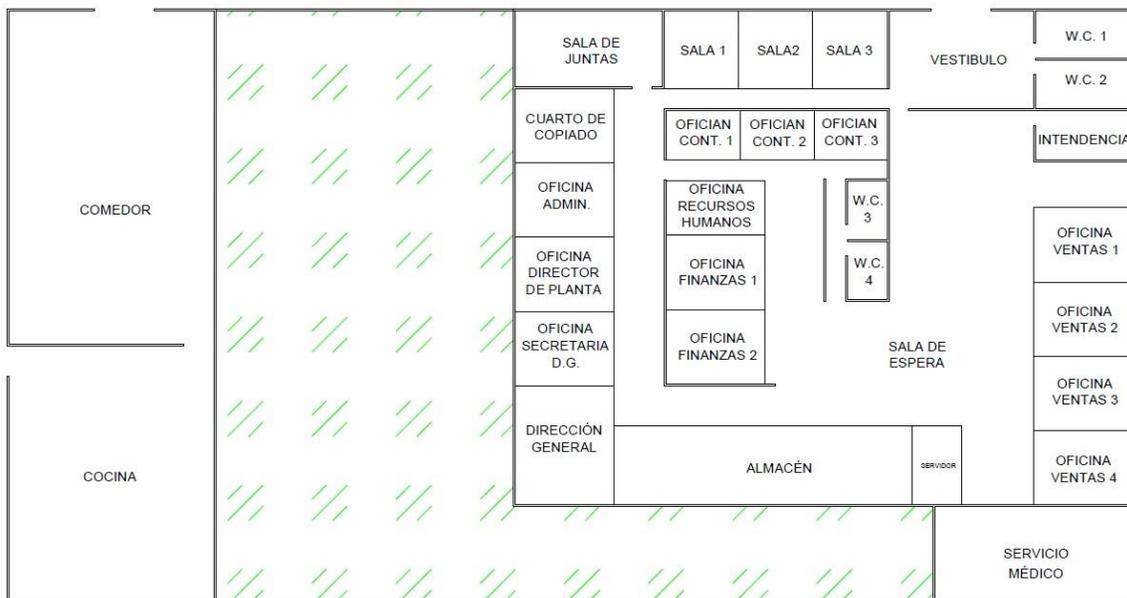


Figura 17. Distribución de área de oficinas.



#### 4.8. Obra civil.

La distribución del área se ha diseñado de acuerdo a los criterios antes descrito, también se han considerado la secuencia del proceso con el propósito de minimizar retornos de materiales y facilitar acceso de materia prima e insumos.

Se ha estimado un espacio suficiente para todos los equipos, también se ha dejado un área para futuras expansiones.

##### 4.8.1. Distribución de áreas.

La distribución fue hecha de la siguiente manera:

Tabla 24. Metros construcción zona principal.

Zona principales	m <sup>2</sup>
Oficinas	997
Comedor y cocina	423
Servicio médico	80
Talleres	3200
Servicios auxiliares	3200
Laboratorio	654
Caseta principal	52
Caseta secundaria	52
Almacén materia prima	8160
Almacén producto terminado	7200
Zona de proceso	6000
Pasillos	630
<b>Total</b>	<b>30,648</b>

Tabla 25. Zona de exteriores.

Zona de exteriores	m <sup>2</sup>
Barda	2500
<b>Total</b>	<b>2500</b>

Tabla 26. Pavimentado.

Zona de estacionamiento y acceso	m <sup>2</sup>
Acceso y Estacionamiento	4860
<b>Total</b>	<b>4860</b>



#### 4.8.2. Costo de obra civil.

Un bufete de arquitectos cobra \$5,000 M.N. por metro cuadrado de construcción de obra terminada; esto incluye: acabados, instalación de tubería, instalación eléctrica, etc.). De acuerdo a estos datos el costo total es de \$165'740,000.00 M.N., por otra parte la base donde se instalaran todos los equipos será construida de una manera distinta.

La base contará con cemento que resistirá una presión de 300 kg/cm<sup>2</sup>, y acero para poder resistir el peso de los equipos, el precio de esta base será de \$27'484,800.00 M.N.

El pavimentado tiene un costo total de \$2,500 por metro cuadrado que incluye el acarreo del camión, tendido y compactado; por lo tanto la pavimentación para accesos y estacionamiento tendrá un costo de \$12'150,000 M.N.

La suma de estos costos de obra civil será de \$205'374,800 M.N.

#### 4.9. Especificaciones de higiene y seguridad.

La seguridad e higiene industrial es una ciencia multidisciplinaria, como: ergonomía, ecología, administración, derecho, biología, física, matemáticas, psicología, estadística, sociología, etc.

Para todo tipo de empresas, la higiene y seguridad es importante en cualquier área de trabajo.

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos el artículo 123 en sus fracciones XIV y XV, habla que los empresarios serán responsables directos de los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, así como los patrones están obligados a observar, de acuerdo con la naturaleza de su negocio, los preceptos legales sobre higiene y seguridad en las instituciones de su establecimiento y adoptar medidas adecuadas para prevenir accidentes y adoptar las medidas necesarias. El apartado B del mismo artículo 123 fracción XI en sus incisos a y b, dice que la seguridad social se organiza conforme a que el patrón cubrirá los accidentes y enfermedades profesionales, las enfermedades no profesionales y materiales, y la jubilación, la invalidez, vejez y muerte, o en caso de accidente o enfermedad, se conservara el derecho al trabajo por el tiempo que determine la ley.

En cuanto a la Ley Federal del Trabajo las leyes obligan a que los patrones pongan en práctica las medidas inherentes. El título IX de la Ley Federal del Trabajo con relación a los riesgos de trabajo (del artículo 472 al 515).

Los patrones están obligados a cumplir las medidas para prevenir accidentes de trabajo señaladas en la Ley Federal del Trabajo y sus reglamentos.



#### 4.9.1. Prevención de accidentes.

Se deben de definir los riesgos existentes en la planta y la manera de protegerse de ellos, es necesario darlos a conocer a los que van a estar expuestos.

Para prevenir los accidentes es necesario capacitar al personal que laborará en la planta, la capacitación debe tener como objetivo prevenir los accidentes durante el trabajo. Es necesario instruir y formar al empleado para llevar a cabo una tarea o trabajo con profesionalismo, para que no se presenten accidentes y cuando ocurran saber cómo actuar ante ese peligro.

Los trabajadores serán capacitados y adiestrados en el proceso de producción de urea por parte de la Universidad de Chapingo, ellos darán la capacitación necesaria para el uso adecuado de todas las herramientas de trabajo y equipos de protección, así como la solución de problemas que se lleguen a presentar.

Se abrirán campañas para que el personal haga el uso correcto de su material de trabajo así como interpretar señalamientos dependiendo del área de trabajo.

#### 4.9.2. Equipos de protección.

Los equipos de protección son un conjunto de dispositivos destinados a proteger las diferentes partes del cuerpo humano contra lesiones, accidentes, u otros riesgos de trabajo:

- Protección de la cabeza: Los cascos de seguridad deberán de ser fabricados de plástico duro con un peso de 14 onzas.
- Protección de ojos y cara: Se suministrarán anteojos, caretas y máscaras.
- Protección de las vías respiratorias: Se proporcionarán respiradores y máscaras, para áreas donde existan dificultades para respirar o haya gases.
- Protección contra ruidos: tapones de hule son los dispositivos más comunes, para áreas donde el ruido pueda ser más elevado, se proporcionarán orejeras.
- Protección de las manos, pies y piernas: Para estas partes del cuerpo se proporcionaran zapatos de seguridad industrial con casquillo, botas de hule, polainas y guantes para actividades que los requieran.
- Ropa protectora: la ropa de trabajo deberá de ser camisa de algodón y pantalón de mezclilla, asbesto o lona y bata blanca o azul de algodón.

Estos equipos de protección y ropa se proporcionarán a los empleados, dependiendo de las tareas que desempeñen y área donde trabajen.



#### 4.9.3. Instalaciones.

Para la construcción de una planta industrial deben de tomarse en cuenta factores que influyen en la seguridad y producción como: emplazamientos, instalaciones para manipular y almacenar materiales, equipos industriales, pisos, iluminación, calefacción, ventilación, ascensores, calderas, recipientes bajo presión, instalaciones eléctricas, maquinaria, servicios de conservación y reparación y servicio contra incendios.

Una vez puesta en marcha la planta, la planificación sigue siendo indispensable en distintos momentos para alcanzar el nivel más elevado de seguridad y eficiencia.

#### 4.9.4. Protección en maquinaria y equipo.

Se utilizará un código de colores desarrollado por la American Standards Association llamado “patrón americano para colores de seguridad para marcar cualquier peligro físico y para la identificación de ciertos equipos”.

- Rojo: Prevención de incendios y simbolizado por un cuadro, empleado en depósitos líquidos inflamables, botones de enchufes eléctricos y en señales de peligro de incendios y medios de combate del mismo.
- Naranja: Señala alerta y se simboliza por un triángulo. Designa las partes peligrosas de la maquinaria o cualquier parte de un equipo que pueda cortar, aplastar, golpear o lesionar.
- Amarillo: Significa precaución o designa peligro o riesgos físicos como: golpes contra algún objeto, riesgo de tropiezo, caída, etc.
- Verde: Su símbolo es una cruz y significa seguridad y lugar de equipos de primeros auxilios. Nota: su empleo debe ser moderado.
- Azul: Su símbolo es un disco y es un color de precaución, su empleo se limita a: arranque de maquinaria o equipo, uso o traslado del mismo cuando se trabaja con elevadores, escaleras, andamios, calderas, etc.
- Morado: Su símbolo una elipse sobre fondo amarillo y significa peligro o riesgo de radiación.
- Blanco o negro o su combinación, son colores básicos para las marcas o señales de tráfico y manejo de depósitos, almacenes y zonas de desechos.

En la planta existirán fluidos, por lo cual las tuberías deberán tener un código de colores, esto es para la protección del personal:

- Rojo: Vapores.
- Verde: Agua.



- Azul: Aire.
- Amarillo: Gases.
- Naranja: Óxidos.
- Lila: Lejías.
- Pardo: Aceites.
- Negro: Alquitrán.
- Gris: Vacío.
- Bandas blancas sobre rojo: Vapor recalentado.
- Bandas verdes sobre rojo: Vapor de escape.

Es necesario que los símbolos sean pintados continuamente y del color adecuado, ya que cuando son empleados del modo correcto disminuyen la fatiga visual.

#### **4.9.5. Almacenamiento y transporte de materiales.**

##### **Almacenamiento.**

Los materiales deben de ser almacenados fuera de los pasillos o áreas de tránsito porque:

- Tienen que estar cerca del lugar de uso.
- Deben permitir el fácil acceso a otros materiales.
- La vibración que producen las maquinas no deben derrumbar ningún objeto.
- Nunca se deben de pegar a la pared.
- Las estibas no deben tener más de 2.15 m de altura si no tienen medios mecánicos.

##### **Transporte.**

Cuando se transportan objetos se deben atender las siguientes instrucciones:

- El objeto debe de ir pegado al cuerpo.
- No debe impedir la visión.
- No debe obstaculizar al caminar.

Es importante que no se sobrecarguen carretillas o maquinaria que lleve carga, debido a que puede ocasionar accidentes, de igual forma cuando se hagan mal uso de ellas o estén en mal estado.<sup>61</sup>

---

<sup>61</sup> Higiene y Seguridad Industrial, (2006). Josué Salgado Benítez y Leticia Guerrero López.



#### 4.10. Estudio complementario.

##### 4.10.1. Inversión fija.

➤ **Terreno:** El terreno es de 8.5 hectáreas, la hectárea tiene un precio aproximado de 800,000 pesos, obteniendo un precio total del terreno de 6.8 millones de pesos.

➤ **Maquinaria y equipo:** Para que se obtenga un producto de aceptación o de calidad es indispensable que los equipos cuenten con las características y especificaciones idóneas.

La mayoría de los equipos son de importación. El equipo básico o complementario será de origen nacional como bombas, tanques, etc.

La tabla 17 muestra el equipo necesario para que la planta funcione, a continuación se describen las especificaciones de dichos equipos así como su precio:

Tabla 27. Especificación y costos de la maquinaria (M.N.)

Cant.	Descripción	Precio unitario	Total
1	Reactor de flujo continuo, cilindro vertical de un diámetro de 2.7 m y una altura de 28 m. Tapas abombadas de acero al carbón. Presión de operación 145 bar, Temperatura de operación 185 °C	\$67,139,750.00	\$67,139,750.00
1	Tanque para NH <sub>3</sub> , cilíndrico cerrado a la atmosfera, tapas hemisféricas, acero inoxidable, capacidad de 217,200 litros. Presión 18.63 kg/cm <sup>2</sup> .	1'863,800.00	1'863,800.00
2	Bomba de NH <sub>3</sub> a una presión de 20 bar, a una presión de 225 bar, con un flujo de 152 m <sup>3</sup> /h	116,216.00	232,432.00
1	Tanque para CO <sub>2</sub> , cilíndrico cerrado a la atmosfera, tapas abombadas, acero inoxidable.	2'329,750.00	2'329,750.00
1	Compresor de CO <sub>2</sub> , tipo reciproc. De etapas múltiples, a 56,000 Nm <sup>3</sup> /h, a 200 HP, P1= 35 bar, P2= 225 bar, T1= 40°C, T2= 110°C	188,000.00	188,000.00
1	Depurador de Inertes, Cilíndrico cerrado, tapas abombadas, acero al carbón. Enfriado a base de NH <sub>3</sub> líquido a -1.1 °C.	465,034.00	465,034.00



1	Condensador de carbamato, tapas abombadas, diámetro de 1.2 m, acero al carbón, capacidad máxima de 1750 toneladas.	1'348,600.00	1'348,600.00
2	Bomba de NH <sub>3</sub> tipo reciprocante P1= 21 bar P2=223 bar, flujo de 152 m <sup>3</sup> /h	345,000.00	690,000.00
2	Intercambiador de calor – Enfriador de solución Amoniacal	2'000,000.00	4'000,000.00
1	Separador, tapas abombadas, de platos de dos pasos, platos perforados, con 2800 tubos de 4.2 cm, diámetro de 2.55 m, peso aproximado de 170 toneladas. Material de construcción acero al carbón.	27'275,345.00	27'275,345.00
1	Separador de gases amoniacaes, tanque cilíndrico vertical con dos ascensiones y tapas abombadas. Material acero al carbón P= 3 bar T 115°C	13'637,672.00	13'637,672.00
1	Destilador de baja presión, con haz de tubos verticales, material acero al carbón P= 4 bar, 120°C	12'980,306.70	12'980,306.70
1	Separador de gas amoniacal simple, cilíndrico vertical tapas abombadas, Material acero al carbón, P= 3 bar.	1'069,579.00	1'069,579.00
14	Bombas de reforzadas para la circulación de la solución de urea 60HP 3450 RPM3/60/230-460v 5X4B	169,180.00	2,368,520.00
2	Bomba para circulación de agua centrifuga de 50HP normalizada de 3450 RPM, 3/60/230-460v 4X5B	117,495.00	234,990.00
1	Torre de vacío de alta presión	2'232,165.00	2'232,165.00
1	Torre de vacío de media presión	1'674,124.00	1'674,124.00
1	Torre de vacío de baja presión	1'069,579.00	1'069,579.00
1	Tanque colchón de Urea, cilíndrico vertical tapa, sup. Cónica, fondo plano, con serpentín de calentamiento.	3'472,730.00	3'472,730.00
1	Torre de aperdigonado, cuerpo cilíndrico, tapa superior abombada, tapa inferior cónica; con coladores, regaderas y colector	930,069.00	930,069.00
1	Elevador	15,000.00	15,000.00
2	Báscula	250,000.00	500,000.00



3	Separadores de amoniaco, tapas circulares, cuerpo circular, de acero al carbón	1'348,600.00	4'045,800.00
1	Recuperador de amoniaco sistema al vacío	3'500,000.00	3'500,000.00
	Accesorios de instrumentación	1'000,000.00	1'000,000.00
	Total		\$154'130,750.70

El material de construcción para los equipos serán placas de acero al carbón, de diferente espesor. Se han tomado diferentes factores para determinar precio de los equipos, estos factores son los mismo que utilizan los fabricantes, el valor de la materia prima para la construcción de los equipos tendrá un 50%, insumos 5%, diseño 15%, fabricación 25%, supervisión 1.5%, instalación y la puesta en marcha un 3.5%, en este desglose de precios no se han tomado en cuenta los últimos 2 factores.

➤ **Transporte.**

El equipo de transporte necesario para la planta es:

Tabla 28. Vehículos y transporte.

Concepto	Unidad	Precio Unitario	Total
Chevrolet S10 2017	4	\$200,700	\$802,800
Chevrolet Aveo 2017	3	150,400	451,200
Ford Transit Gasolina Van 2016	2	483,600	967,200
Montacargas Toyota 3435	4	14,500	58,000
Camión HD 370	2	2'590,000	5'180,000
Total	15		\$7'459,200

Información obtenida de [www.chevrolet.com](http://www.chevrolet.com), [www.rlmontacargas.com](http://www.rlmontacargas.com), [www.hyundaicamiones.cl](http://www.hyundaicamiones.cl) y [www.ford.mx](http://www.ford.mx)



➤ **Mobiliario y equipo.**

Tabla 29. Mobiliarios y equipos de oficina.

Descripción	Unidad	P. Unitario	Total
Desktop acer AZC-700	15	\$9,499	\$142,485
Desktop asus AIO V220ICUT	6	15,999	95,994
Laptop Lenovo Y700-15S	2	24,999	49,998
HP Laser Jet PRO M127FN	13	2,999	38,987
Fotocopiadora Xerox Work Centre 5325**	2	48,339	96,678
Laptop acer Z-50	6	15,999	95,994
<b>Total equipo de computo</b>			<b>\$520,136</b>
Mesa de juntas payton	1	\$6,199	\$6,199
Escritorio ejecutivo wenge	6	9,799	58,794
Escritorio L capri	21	5,399	113,379
Silla ejecutiva classic	6	3,399	20,394
Silla ejecutiva marbela	30	1,499	44,970
Silla génova negra*	69	399	27,531
Archivero 3G gris	6	1,799	10,794
Librero profile wengue	6	1,989	11,934
Mesa ajustable vacum	2	499	998
Silla plegable*	4	449	1,796
Escritorio ejecutivo capuccino	2	2,299	4,598
Mesa plegable mainstaya***	25	599	14,975
Silla plegable*	100	449	44,900
Estufas acero inoxidable ind. 2.25m ****	3	54,296	162,888
Refrigerador ind. 27 PE *****	5	27,048	135,240
Vajilla básica***	120	130	15,600
Utensilios de cocina***			150,000
<b>Total mobiliario</b>			<b>\$824,990</b>
<b>Total</b>			<b>\$1'345,126</b>

Precios Office Depot, \*Sams Club, \*\*Abesteo, \*\*\*Walmart, \*\*\*\*Inoxidables Tama y \*\*\*\*\* Servinox



➤ **Terreno y obra civil.**

El costo total de obra civil de \$196'439,600 M.N., y el costo del terreo es de \$6'800,000 M.N.

Tabla 30. Terreno y obra civil

Concepto	Monto
<b>Terreno</b>	\$205'374,800
<b>Construcción</b>	6,800,000
<b>Total</b>	\$212'174,800

➤ **Caldera.**

Se ha considerado un 10% del costo de la obra civil, este dinero está destinado para la caldera y su chimenea., dando un total de \$21'217,480. M.N.

**4.10.2. Organigrama.**

El organigrama fue estructurado de una forma que permita obtener todos los elementos técnicos, administrativos, financieros y jurídicos que requiere una empresa para su función satisfactoria.

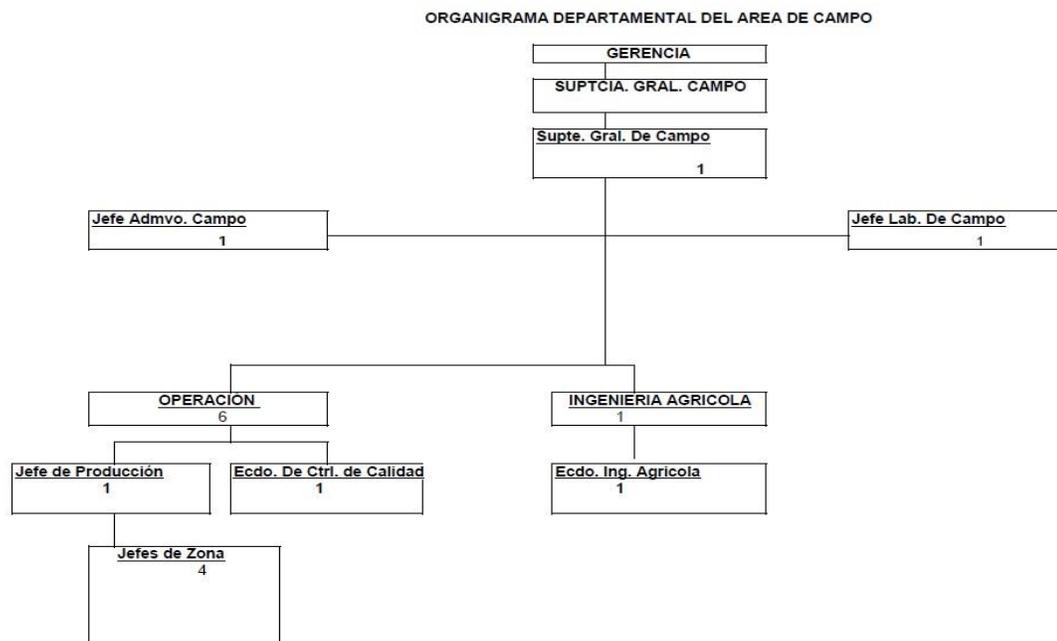


Figura 18. Organigrama área de campo.

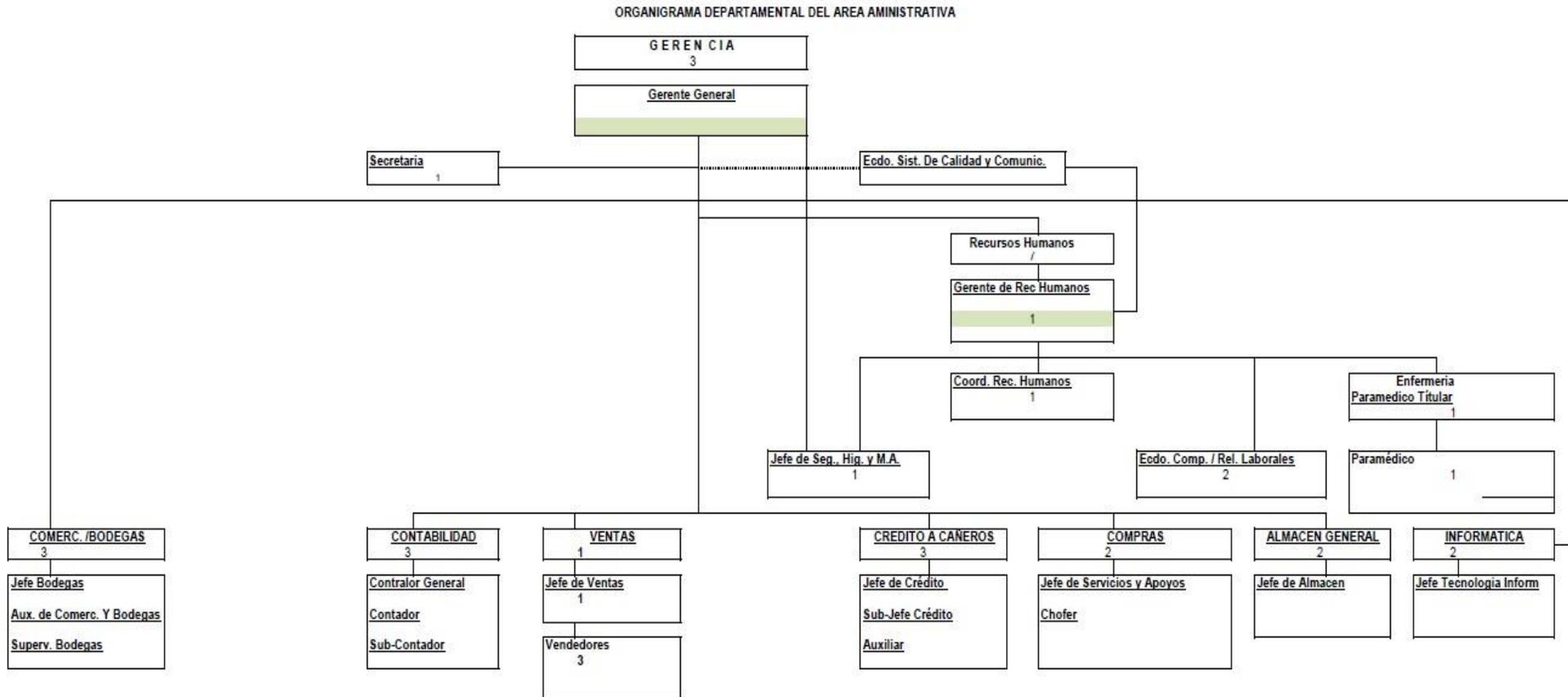


Figura 19. Organigrama departamental del área administrativa.

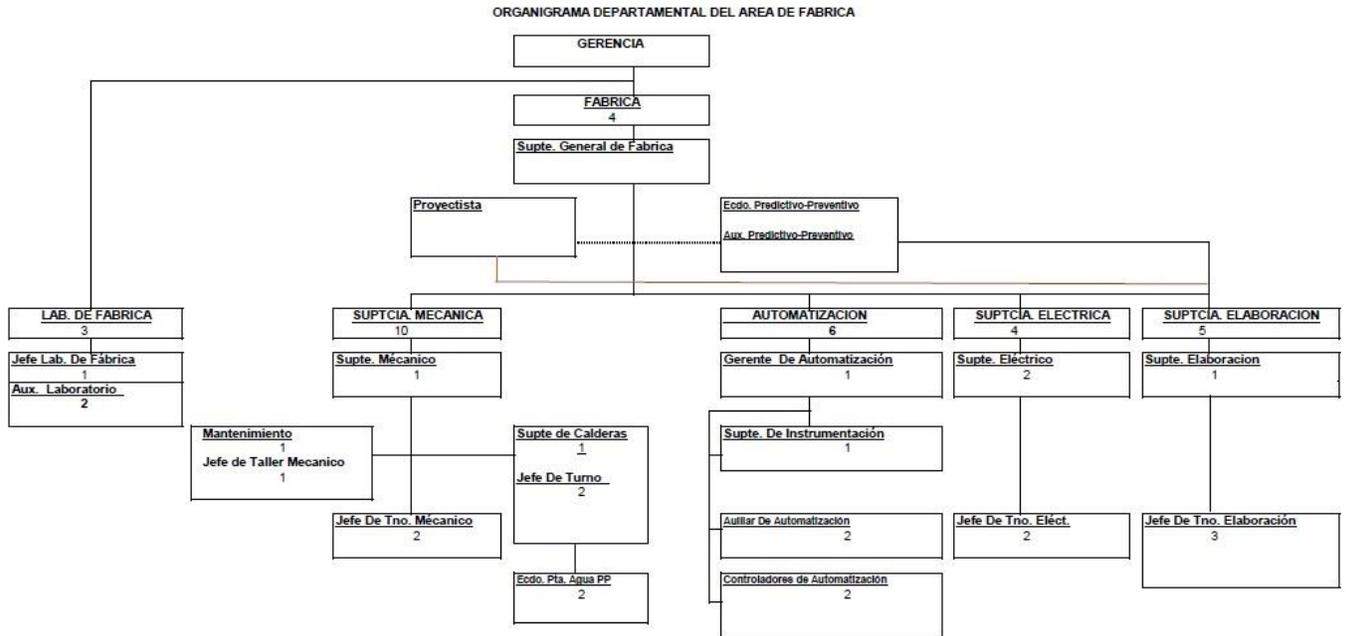


Figura 20. Organigrama departamental del área de fábrica.

#### 4.10.3. Plantilla del personal.

La mano de obra necesaria para las actividades a desarrollar para la programación de la producción de urea. Se ha programado que se laborará dos turnos de 8 horas cada uno, se ha programado que se aumentará a tres turnos a partir del tercer año en adelante.

El personal será asignado como fue estructurado el organigrama, la cantidad de personas serán las necesarias para toda actividad dentro de la planta.

Tabla 31. Plantilla del personal y salarios

Concepto	#	S. Mes	S. Anual	32% Prestación	Total/Persona	Total Anual
Área Administrativa						
Gerente General	1	\$35,000	\$420,000	\$134,400	\$554,400	\$554,400
Secretaria	1	\$12,000	\$144,000	\$46,080	\$190,080	\$190,080
Ecd. Sist. De Calidad y Comunic.	1	\$20,000	\$240,000	\$76,800	\$316,800	\$316,800
Jefe Bodegas	1	\$15,000	\$180,000	\$57,600	\$237,600	\$237,600
Aux. de Comer. Y Bodegas	1	\$12,000	\$144,000	\$46,080	\$190,080	\$190,080
Superv. Bodegas	2	\$12,500	\$150,000	\$48,000	\$198,000	\$396,000



Contador General	1	\$25,000	\$300,000	\$96,000	\$396,000	\$396,000
Contador	1	\$12,500	\$150,000	\$48,000	\$198,000	\$198,000
Sub-Contador	2	\$11,000	\$132,000	\$42,240	\$174,240	\$348,480
Jefe de Ventas	1	\$22,000	\$264,000	\$84,480	\$348,480	\$348,480
Vendedores	3	\$15,000	\$180,000	\$57,600	\$237,600	\$712,800
Cajero General	1	\$12,000	\$144,000	\$46,080	\$190,080	\$190,080
Gerente de Recursos Humanos	1	\$23,000	\$276,000	\$88,320	\$364,320	\$364,320
Coordinador de Recursos Humanos	1	\$13,000	\$156,000	\$49,920	\$205,920	\$205,920
Jefe de Seg. Hig y M.A.	1	\$15,000	\$180,000	\$57,600	\$237,600	\$237,600
Ecd. Comp./Rel. Laborales	2	\$18,000	\$216,000	\$69,120	\$285,120	\$570,240
Paramédico Titular	1	\$12,500	\$150,000	\$48,000	\$198,000	\$198,000
Paramédico	1	\$10,000	\$120,000	\$38,400	\$158,400	\$158,400
Jefe de Servicios y Apoyos	1	\$17,500	\$210,000	\$67,200	\$277,200	\$277,200
Chofer	3	\$9,000	\$108,000	\$34,560	\$142,560	\$427,680
Jefe de Almacen	2	\$17,500	\$210,000	\$67,200	\$277,200	\$554,400
Almacenista	2	\$8,000	\$96,000	\$30,720	\$126,720	\$253,440
Jefe de Tecnología	2	\$14,000	\$168,000	\$53,760	\$221,760	\$443,520
Área de Campo						
Supte. Gral. De Campo	1	\$28,000	\$336,000	\$107,520	\$443,520	\$443,520
Jefe Admvo. Campo	1	\$20,000	\$240,000	\$76,800	\$316,800	\$316,800
Jefe Lab. De Campo	1	\$20,000	\$240,000	\$76,800	\$316,800	\$316,800
Jefe de producción	1	\$18,000	\$216,000	\$69,120	\$285,120	\$285,120
Ecd. Ctrl de Calidad	1	\$18,000	\$216,000	\$69,120	\$285,120	\$285,120
Jefe de Zona	4	\$12,500	\$150,000	\$48,000	\$198,000	\$792,000
Ecd. Ing. Agricola	1	\$12,000	\$144,000	\$46,080	\$190,080	\$190,080
Área de Fábrica						
Supte. General de Fábrica	1	\$20,000	\$240,000	\$76,800	\$316,800	\$316,800
Proyectista	1	\$18,500	\$222,000	\$71,040	\$293,040	\$293,040
Aux. Predictivo-Preventivo	1	\$16,000	\$192,000	\$61,440	\$253,440	\$253,440
Supte. Mecánico	1	\$13,000	\$156,000	\$49,920	\$205,920	\$205,920
Jefe de Taller Mecánico	1	\$12,000	\$144,000	\$46,080	\$190,080	\$190,080
Jefe de Tno. Mecánico	2	\$11,000	\$132,000	\$42,240	\$174,240	\$348,480
Jefe de Turno de Caldera	2	\$14,000	\$168,000	\$53,760	\$221,760	\$443,520
Ecd. Pta Agua PP	2	\$13,000	\$156,000	\$49,920	\$205,920	\$411,840
Gerente de Automatización	1	\$15,500	\$186,000	\$59,520	\$245,520	\$245,520
Supte. De Instrumentación	1	\$13,500	\$162,000	\$51,840	\$213,840	\$213,840
Auxiliar de Automatización	2	\$12,500	\$150,000	\$48,000	\$198,000	\$396,000



Controladores de Automatización.	2	\$10,000	\$120,000	\$38,400	\$158,400	\$316,800
Supte. Eléctrico	2	\$15,000	\$180,000	\$57,600	\$237,600	\$475,200
Jefe de Tno. Eléctrico	2	\$13,500	\$162,000	\$51,840	\$213,840	\$427,680
Supte. Elaboración	1	\$15,000	\$180,000	\$57,600	\$237,600	\$237,600
Jefe de Tno. Elaboración	1	\$12,000	\$144,000	\$46,080	\$190,080	\$190,080
Obreros de Planta	20	\$8,000	\$96,000	\$30,720	\$126,720	\$2,534,400
Obreros de Caldera	10	\$8,000	\$96,000	\$30,720	\$126,720	\$1,267,200
Cocineros	10	\$8,000	\$96,000	\$30,720	\$126,720	\$1,267,200
Personal de Seguridad	4	\$8,000	\$96,000	\$30,720	\$126,720	\$506,880
Personal de Intendencia	14	\$7,500	\$90,000	\$28,800	\$118,800	\$1,663,200
<b>Total</b>	<b>120</b>	<b>\$754,000</b>	<b>\$9'048,000</b>	<b>\$3'257,280</b>	<b>\$12'305,280</b>	<b>\$22'603,800</b>

#### 4.10.3.1. Operación.

Para la operación de la planta de urea se ha tomado en cuenta los conocimientos aprendidos y adquiridos en las materias ingeniería económica, formulación y evaluación de proyectos. Por lo tanto se ha realizado el siguiente programa de requerimiento de materiales en función de la operación de la planta.

Tabla 32. Programa de requerimientos y operación de la planta.

Año	Capacidad anual (Ton/año)	NH3 (Ton/año)	CO2 (Ton/año)	Agua (Ton/año)
1	250,000	183,200	141,900	275,000
2	250,000	183,200	141,900	275,000
3	250,000	183,200	141,900	275,000
4	250,000	183,200	141,900	275,000
5	250,000	183,200	141,900	275,000

Cálculos estimados.

#### 4.10.3.2. Ventas.

Este es uno de los aspectos que tendrán una gran importancia, debido a que establecemos los ingresos que entrarán directamente a la empresa, si recordamos anteriormente, se hizo una tabla donde se maneja las cantidades de fertilizante a producir, por lo tanto debemos de respetar los criterios ya antes especificados. En la siguiente tabla se establece un precio por tonelada de producto de \$9,000.00 m.n., también se establece que por la zona y la tonelada de urea se venderá cerca del 97-98% de la producción anual.



Tabla 33. Presupuesto de ventas.

Año	Fertilizante producido (Ton)	Pronostico de ventas (Ton)	Precio de ventas M.N.	Ingreso por ventas M.N.
1	250,000	245,000	\$9,000	\$2,205.00
2	250,000	245,000	9,000	2,205.00
3	250,000	245,000	9,000	2,205.00
4	250,000	245,000	9,000	2,205.00
5	250,000	245,000	9,000	2,205.00

Cálculos estimados, el precio fue obtenido en la base al precio de diciembre del 2015.

#### 4.10.4. Presupuesto de ingresos.

El presupuesto de ingresos ha sido considerado con la tabla 34. Presupuesto de ventas.

Tabla 34. Presupuesto de ingresos por ventas

Año	Ingreso por ventas M.D.P.
1	\$2,205.00
2	2,205.00
3	2,205.00
4	2,205.00
5	2,205.00

#### 4.10.5. Presupuesto de egresos.

Se denomina egresos a las salidas de recursos financieros, por ejemplo: salarios, compra de materia prima, servicios auxiliares y mantenimiento.

##### ➤ Presupuesto de costo de producción.

Los costos de producción están conformados por partidas que intervienen directamente en la producción.

Tabla 35. Costo de producción.

Materia prima	Cantidad por Ton.	Costo peso/Ton.	Consumo anual (Ton.)	Costo anual total
Amoniaco	0.5671	\$8,712.00	183,200.00	\$1'596'038,400.00
Dióxido de carbono	0.7326	505.01	141,900.00	71'660,919.00
Agua	1.1	11.48	275,000.00	3'157,000.00
			Total	\$1'670'856,319.00



➤ **Costos de envase y embalaje.**

Estos costos se producen por los materiales requeridos para poder empacar el producto de manera que pueda ir seguro, sin posibilidad de daños y sobre todo sin probabilidad de que se humedezca.

Tabla 36. Costo de embalaje.

Concepto	Cantidad/ tonelada	Cantidad anual	Consumo más merma 3%	Costo	Costo anual (Pesos)
Sacos	20	5,000,000.00	5,150,000.00	\$3.37	\$17'355,500.00
Playo	0.01	2,500.00	2,575.00	347.00	893,525.00
Tarima	0.6	150,000.00	154,500.00	300.00	46'350,000.00
Alambre aluminio	0.005	1,250.00	1,287.50	899.00	1'157,462.50
Grapas	0.015	3,750.00	3,862.50	371.20	1'433,760.00
Pinzas	1	3.00	*3.00	3,799.00	11,397.00
Tensor de fleje	1	3.00	*3.00	4,611.00	13,833.00
				Total	\$67'215,477.50

\*No genera merma.

➤ **Otros materiales.**

Estos materiales son necesarios para el funcionamiento, protección, y limpieza de la empresa así como de sus trabajadores.

Tabla 37. Gasto de otros materiales.

Concepto	Consumo Mensual	Consumo Anual	Costo Unitario (Pesos)	Costo Anual (Pesos)
Guantes	40 Pares	480	\$35.00	\$16,800.00
Botas industriales	7 Pares	84	350.00	29,400.00
Casco	7 Unidades	84	250.00	21,000.00
Detergente	20 Kg	240	13.00	3,120.00
Escobillones	4 Unidades	48	30.00	1,440.00
Playera	40 Unidades	480	35.00	16,800.00
Escobas	4 Unidades	48	35.00	1,680.00
Trapeadores	4 Unidades	48	40.00	1,920.00
Batas de Lab.	2 Unidades	24	100.00	2,400.00
Guantes Nitrilo	30 Unidades	360	5.00	1,800.00
			Total	\$96,360.00



➤ **Consumo de energía.**

El gasto de consumo energético es una parte indispensable de este proyecto, es generado por equipos que serán usados, la planta no cuenta con su propio generador, por lo cual tendrá que ajustarse a las tarifas industriales de la Comisión Federal de Electricidad.

Tabla 38. Consumo energético de los equipos de la planta.

Equipo	#	Hp del motor	Consumo Kw/h por motor	Horas de encendido al día	Consumo total Kw/día	Consumo anual Kw-h
Basculas	2		16	16	256	76,800.00
Bomba NH <sub>3</sub>	2	60	44.76	16	716.16	214,848.00
Bomba reciprocante	2	200	1520	16	24320	7'296,000.00
Bomba agua	2	50	37.3	16	596.8	179,040.00
Bomba urea	14	60	44.76	16	716.16	214,848.00
Compresor	1	200	149.2	16	2387.2	716,160.00
Alumbrado general						521,861.76
Total						9'219,557.76

Para el consumo anual se considera un 5% adicional por imprevistos, consumiendo 9'680,535.648 kW anuales. La carga total por hora es de 2016.778 kW-h, la carga concentrada es el 70% de la carga total 1411.744 kW-h, el cargo por mantenimiento es del 25% adicional a la carga total, el alumbrado es del 6%, el cual ya fue considerado en el alumbrado general, por lo tanto tendríamos una carga total neta de 12'100,669.56 kW anuales, el costo del kW hora es de \$0.7665.

El total de horas por año se toma en cuenta 16 horas de trabajo por los 300 días que se trabajan, 4800 horas, para el cálculo se toma el valor de la demanda concentrada:

$$\text{Costo anual} = 1411.744 \frac{\text{kW}}{\text{h}} * 4800 \frac{\text{h}}{\text{año}} * 0.7665 \frac{\$}{\text{kW}} = \$5'194,091.40$$

➤ **Consumo de agua.**

Consumo de agua, de acuerdo al reglamento de seguridad e higiene vigente, un trabajador debe de contar con una disponibilidad de 150 litros de agua potable por día. La plantilla muestra que se tiene 125 personas, por lo que deberá de contar de 18,750 litros, solo para el consumo de los trabajadores. A continuación se describen las demás necesidades de agua dentro de la empresa.



1. Limpieza general: 350 litros diarios
2. Área de comedor: 2500 litros diarios
3. Lavado de proceso general: 500 litros diarios
4. Zona de riego: 300 litros diarios

El consumo diario es de 22,400 litros, por lo cual el consumo anual llega a los 6'720,000 litros, se estima un 5% por imprevistos, dando un total de 7'056,000 litros (7,056 m<sup>3</sup>), el precio por m<sup>3</sup> es de \$11.48 (m.n.), el costo anual trasciende a: **\$81,002.88 (m.n.)**.

➤ **Mano de obra directa.**

Se considera mano de obra directa a los obreros y almacenistas, los almacenistas están encargados de controlar la materia prima y producto terminado.

Tabla 39. Salario de personal de mano de obra directa.

Concepto	#	S. Mes	S. anual	32% Prestación	Total/ persona	Total anual (en pesos)
Obreros de Planta	20	\$8,000	\$96,000	\$30,720	\$126,720	\$2,534,400
Obreros de Caldera	10	\$8,000	\$96,000	\$30,720	\$126,720	1,267,200
Almacenista	2	\$8,000	\$96,000	\$30,720	\$126,720	253,440
Total						\$4,055,040

➤ **Mano de obra indirecta.**

Los costos de mano de obra indirecta son los salarios pagados a los trabajadores que realizan tareas que no contribuyen directamente con la producción de la urea.

Tabla 40. Salarios de personal de mano de obra indirecta.

Concepto	#	S. Mes	S. Anual	32% Prestación	Total/Persona	Total Anual
Supte. Gral. De Campo	1	\$28,000	\$336,000	107,520	\$443,520	\$443,520
Jefe Admvo. Campo	1	20,000	240,000	76,800	316,800	316,800
Jefe de producción	1	18,000	216,000	69,120	285,120	285,120
Ecd. Ctrl de Calidad	1	18,000	216,000	69,120	285,120	285,120
Jefe de Zona	4	12,500	150,000	48,000	198,000	792,000
Ecd. Ing. Agrícola	1	12,000	144,000	46,080	190,080	190,080
Supte. General de Fábrica	1	20,000	240,000	76,800	316,800	316,800
Proyectista	1	18,500	222,000	71,040	293,040	293,040



Supte. Mecánico	1	13,000	156,000	49,920	205,920	205,920
Jefe de Taller Mecánico	1	12,000	144,000	46,080	190,080	190,080
Jefe de Tno. Mecánico	2	11,000	132,000	42,240	174,240	348,480
Jefe de Turno de Caldera	2	14,000	168,000	53,760	221,760	443,520
Ecd. Pta Agua PP	2	13,000	156,000	49,920	205,920	411,840
Gerente de Automatización	1	15,500	186,000	59,520	245,520	245,520
Supte. De Instrumentación	1	13,500	162,000	51,840	213,840	213,840
Auxiliar de Automatización	2	12,500	150,000	48,000	198,000	396,000
Controladores de Automatización	2	10,000	120,000	38,400	158,400	316,800
Supte. Eléctrico	2	15,000	180,000	57,600	237,600	475,200
Jefe de Tno. Eléctrico	2	13,500	162,000	51,840	213,840	427,680
Supte. Elaboración	1	15,000	180,000	57,600	237,600	237,600
Jefe de Tno. Elaboración	1	12,000	144,000	46,080	190,080	190,080
Total						\$7'025,040

➤ **Gastos de administración.**

De acuerdo al organigrama se presenta el personal administrativo, al igual que el salario que perciben, en la siguiente tabla mostramos los puestos y sus salarios, así como el total.

Tabla 41. Salario de personal de administración.

Concepto	#	S. Mes	S. Anual	32% Prestación	Total/Persona	Total Anual
Gerente General	1	\$35,000	\$420,000	\$134,400	\$554,400	\$554,400
Secretaria	1	12,000	144,000	46,080	190,080	190,080
Ecd. Sist. De Calidad y Comunic.	1	20,000	240,000	76,800	316,800	316,800
Jefe Bodegas	1	15,000	180,000	57,600	237,600	237,600
Aux. de Comer. Y Bodegas	1	12,000	144,000	46,080	190,080	190,080
Superv. Bodegas	2	12,500	150,000	48,000	198,000	396,000
Contador General	1	25,000	300,000	96,000	396,000	396,000
Contador	1	12,500	150,000	48,000	198,000	198,000
Sub-Contador	2	11,000	132,000	42,240	174,240	348,480
Gerente de Recursos Humanos	1	23,000	276,000	88,320	364,320	364,320
Cordinador de Recursos Humanos	1	13,000	156,000	49,920	205,920	205,920
Jefe de Seg. Hig y M.A.	1	15,000	180,000	57,600	237,600	237,600



Ecd. Comp./Rel. Laborales	2	18,000	216,000	69,120	285,120	570,240
Paramédico Titular	1	12,500	150,000	48,000	198,000	198,000
Paramédico	1	10,000	120,000	38,400	158,400	158,400
Jefe de Servicios y Apoyos	1	17,500	210,000	67,200	277,200	277,200
Jefe de Almacén	2	17,500	210,000	67,200	277,200	554,400
Jefe de Tecnología	2	14,000	168,000	53,760	221,760	443,520
Cocineros	10	8,000	96,000	30,720	126,720	1'267,200
Personal de Seguridad	4	8,000	96,000	30,720	126,720	506,880
Personal de Intendencia	14	7,500	90,000	28,800	118,800	1,663,200
Total						\$9'274,320

Además de estos egresos se cuentan otros gastos como los de papelería (papel, fólder, lapiceros, lápiz, etc.) los cuales se prevé un gasto de \$3,000 mensuales y unos \$36,000 anuales, aproximadamente.

La planta cuenta con servicio de comedor, la cual prevé que cada comida tendrá un costo aproximado de \$16 por persona, se cuenta con personal de 122 personas.

$$\$16 * 122 \text{ personas} * 300 \text{ dias} = \$585,600$$

La siguiente tabla muestra los gastos administrativos.

Tabla 42. Gastos de administración.

Concepto	Costo
Salario	\$9'274,320
Papelería	36,000
Comida del personal	585,600
Total	\$9'895,920

➤ **Presupuesto de gastos de venta.**

De acuerdo con el organigrama presentado se cuenta con jefe de ventas, vendedores, cajero general y chofer, los cuales se consideran suficientes para el nivel de ventas que tendrá la planta, en la siguiente tabla se muestra el salario que se ha considerado.



Tabla 43. Salarios de personal de ventas.

Gastos de Ventas	#	S. Mes	S. Anual	32% Prestación	Total/persona	Total anual
Jefe de ventas	1	\$22,000	\$264,000	\$84,480	\$348,480	\$348,480
Vendedores	3	15,000	180,000	57,600	237,600	712,800
Cajero general	1	12,000	144,000	46,080	190,080	190,080
Chofer	3	9,000	108,000	34,560	142,560	427,680
Total						\$1'679,040

Además a estos conceptos se agregara costos por publicidad, en este caso será publicidad de SAGARPA, el cual tiene un costo de \$15,000 aproximadamente al mes (un total de \$180,000 anual), costo por mantenimiento anual de los 15 vehículos el cual se considera un aproximado de \$15,000 por vehículo, (\$225,000 anuales) y por último concepto combustible y viáticos del chofer, dando un total de \$200,000 anuales.

Gasto por transportación de la materia prima, se contratará a una empresa externa, la cual se le pagará el total de \$2'500,000 anuales por la transportación del producto.

Tabla 44. Gastos de ventas.

Concepto	Costo
Salario	\$1,679,040
Publicidad	180,000
Mantenimiento vehículos	225,000
Operación de vehículos	200,000
Transporte	2,500,000
Total	\$4,784,040

➤ **Combustible.**

El precio del combustóleo es de \$2,838.85 por metro cúbico, con un PCS de 43,115 kJ/kg, con lo cual se prevé que se gaste cerca de 1.5 a 2 metro cúbicos diarios, por lo tanto el consumo anual del gasóleo es de 600 metros cúbicos anuales más 5% de imprevistos, 630 metros cúbicos. El costo anual trasciende a \$1'788,475.5 (M.N.).

➤ **Costo de mantenimiento.**

El costo de mantenimiento implica una revisión periódica de los sistemas neumáticos, de rodamiento, de bandas y en general, de todas las maquinas que lo requieran. Se tomará para el mantenimiento el 4% del total del costo de los equipos, y para el mantenimiento del inmueble un 2%.



Mantenimiento equipo: \$6'863,014.83 y mantenimiento del inmueble: \$3'928,792.00 asciende a un total de \$10'791,806.83.

Habrá un auxiliar de mantenimiento predictivo-preventivo, el cual será contratado directamente con la empresa. Los obreros serán la mano de obra para todo mantenimiento de la planta.

Tabla 45. Salarios de personal de mantenimiento.

Concepto	#	S. Mes	S. Anual	32% Prestación	Total/Persona	Total Anual
<b>Aux. predictivo-preventivo</b>	1	\$16,000	\$192,000	\$61,440	\$253,440	\$253,440

El mantenimiento preventivo será aquel que este destinado a las instalaciones de la empresa y correctivo a los equipos de la empresa, ya que este podrá variar según si se suscitara algún cambio en la cantidad de producción.

Tabla 46. Gastos de mantenimiento.

Concepto	Costo
<b>Mantenimiento correctivo.</b>	\$6'863,014.83
<b>Total variable.</b>	\$6'863,014.83
<b>Mantenimiento preventivo.</b>	\$3'928,792.00
<b>Salario.</b>	253,440.00
<b>Total fijo.</b>	\$4'182,232.00

➤ **Control de calidad.**

Agrolab es un laboratorio que cuenta con certificación por parte de la EMA, Agrolab ofrece análisis de residuos de plaguicidas/pesticidas en diferentes productos. Los análisis serán realizados con instrumentos de GC/MS/MS (Gases Masas/Masas) y de LC/MSMS QQQ (líquidos Masas Masas Triple Quad) identificando más de +350 analitos. 12 instrumentos de masas 100% dedicados análisis multiresiduos (Instrumentos de LC/MS QQQ y GC/MS QQQ). Más de 25,000 análisis en 2014. Tecnología homologa a USA, Canadá, Europa y Japón.

Controles de calidad en cada corrida:

- Blancos de solvente.
- Blancos de lavado.



- Curva de calibración (completa de todas las moléculas).
- Uso de estándar interno.
- Repetición cada 10 muestras.
- Verificación con recobros del 70 al 120%.
- Spike en las muestras con detecciones prohibidas.
- Informe del punto más bajo calibrado (LCL) que cubre los Límites Máximos de Residuos (LMR).
- Detección de pesticidas en frutas, verduras y alimentos de origen agrícola.

Este laboratorio reporta que cobra \$5,000 por análisis, se consignarán muestras cada 15 días, dando un total de 24 muestras anuales, dando un costo total de \$120,000 anuales.

Además la planta contará con un jefe de laboratorio de campo, el cual para el nivel de pruebas es suficiente.

Tabla 47. Salarios de personal de control de calidad.

Concepto	#	S. Mes	S. Anual	32% prestación	Total/persona	Total anual
<b>Jefe Lab. de campo</b>	1	\$20,000	\$240,000	\$76,800	\$316,800	\$316,800

Los gastos totales se considerarán en la siguiente tabla.

Tabla 48. Gastos de control de calidad.

Concepto	Costo
<b>Salario</b>	\$316,800.00
<b>Análisis foráneos</b>	120,000.00
<b>Total</b>	\$436,800.00

➤ **Costos totales de producción.**

Los costos anteriormente presentados son para una producción anual de 250,000 toneladas anuales de urea, los cuales se resumen en la siguiente tabla.



Tabla 49. Presupuesto de costo de producción.

Concepto	Monto
<b>Materia prima.</b>	\$1'670'856,319.00
<b>Envases.</b>	67'215,477.50
<b>Otros materiales.</b>	96,360.00
<b>Energía.</b>	5'194,091.40
<b>Agua.</b>	81,002.88
<b>Combustible.</b>	1'788,475.50
<b>Mano de obra directa.</b>	4'055,040.00
<b>Mano de obra indirecta.</b>	7'025,040.00
<b>Mantenimiento.</b>	11'510,865.23
<b>Control de calidad.</b>	436,800.00
<b>Depreciación.</b>	32'486,462.95
<b>Total</b>	<b>\$1'800'745,934.46</b>

El costo de depreciación será tomado dentro de los parámetros de estimación de vida útil de del Diario Oficial de la Federación de la fecha 15 de agosto del 2012, donde presentan los años de vida útil y el porcentaje de depreciación anual de los activos.

➤ **Costo total de operación de la empresa.**

En la siguiente tabla se consideran todos los factores y costos para que la planta pueda operar. Se debe de tomar en cuenta que todas estas cifras se realizaron en el periodo cero, por esto se quiere dar a conocer que fue realizado antes de la inversión.

Tabla 50. Costo total de operación.

Concepto	Costo	Porcentaje
<b>Costo de producción</b>	\$1'800'745,934.46	99.191%
<b>Costo de administración</b>	9'895,920.00	0.545%
<b>Costo de ventas</b>	4'784,040.00	0.264%
<b>Total</b>	<b>\$1'815'425,894.46</b>	<b>100.00%</b>



# CAPÍTULO 5

## ESTUDIO FINANCIERO

En este capítulo se evalúa la propuesta de este proyecto por medios indicadores financieros, los cuales ayudarán a tomar la decisión acerca de este proyecto.



### 5.1. Activo diferido.

El activo diferido comprende todos los activos intangibles de la empresa, estos están definidos en las leyes impositivas y hacendarias. Para cualquier empresa que está en su primera etapa se toma en cuenta:

1. Planeación e integración: Este se toma como un 3% de la inversión total.
2. Ingeniería del proyecto: Comprende la instalación, y puesta en marcha de todos los equipos, se estima un 3.5% de la Inversión en activos de producción.
3. Supervisión: Este rubro comprende la verificación, compra, traslado, de los equipos y materiales a la planta, así como la instalación de servicios contratados para su funcionamiento. Se estima un 1.5% de la inversión total.
4. Administración del proyecto: Desde la construcción y administración de la ruta crítica, el contrato de obra civil e instalaciones hasta la puesta en marcha de la empresa, se le estima un 0.5% de la inversión total.

Con esta información la siguiente tabla muestra el activo diferido:

Tabla 51. Inversión en activo diferido.

Concepto	Calculo	Total en pesos
Planeación e Integración	3.0% de \$396'327,356.70	\$11'889,820.70
Ingeniería del Proyecto	3.5% de \$175'348,230.70	6'137,188.07
Supervisión	1.5% de \$396'327,356.70	5'944,910.35
Administración del Proyecto	0.5% de \$396'327,356.70	1'981,636.78
<b>Total</b>		<b>\$25'953,555.91</b>

Se muestra los factores considerados para la inversión total:

Tabla 52. Inversión total.

Concepto	Cantidad
Obra civil	\$212'174,800.00
Equipos	175'348,230.70
Activo fijo	8'804,326.00
<b>Total</b>	<b>\$396,327,356.70</b>

Como medida de protección se establece un 5%, esta medida ayuda a prevenir problemas económicos o gastos imprevistos, estará disponible cuando sea necesario por un imprevisto o compra o actividad importante que llegase a ser necesaria.



Tabla 53. Inversión total en activo fijo y diferido.

Concepto	Monto
<b>Obra civil.</b>	\$212'174,800.00
<b>Equipos y caldera.</b>	175'348,230.70
<b>Activo fijo.</b>	8'804,326.00
<b>Activo diferido.</b>	25'953,555.91
<b>Subtotal.</b>	422'280,913.61
<b>5% de imprevistos.</b>	21'114,045.63
<b>Total.</b>	\$443'394,958.24

## 5.2. Depreciación y amortización.

Son gastos virtuales permitidos por las leyes hacendarias para recuperar la inversión que se ha realizado. Todo activo fijo y diferido se deprecia. El valor de salvamento indica la cantidad de dinero que se puede recuperar de la inversión inicial con el paso del tiempo. Los porcentajes de depreciación son tomados del Diario Oficial de la Federación de la fecha 15 de agosto del 2012, donde aparece los años de vida útil y el porcentaje de depreciación anual de los activos.



Tabla 54. Depreciación y amortización de activo fijo y diferido.

Depreciación y amortización	%Dep. anual	Cantidad	1	2	3	4	5	Valor de salvamento
<b>Equipos de producción</b>	10%	\$175,348,230.70	\$17,534,823.07	\$17,534,823.07	\$17,534,823.07	\$17,534,823.07	\$17,534,823.07	\$87,674,115.35
<b>Vehículos</b>	20%	\$7,459,200.00	\$1,491,840.00	\$1,491,840.00	\$1,491,840.00	\$1,491,840.00	\$1,491,840.00	\$0.00
<b>Mobiliario General</b>	10%	\$824,990.00	\$82,499.00	\$82,499.00	\$82,499.00	\$82,499.00	\$82,499.00	\$412,495.00
<b>Equipo de Computo</b>	33.30%	\$520,136.00	\$173,205.29	\$173,205.29	\$173,205.29	\$520.14	\$0.00	\$0.00
<b>Obra Civil</b>	5%	\$212,174,800.00	\$10,608,740.00	\$10,608,740.00	\$10,608,740.00	\$10,608,740.00	\$10,608,740.00	\$159,131,100.00
<b>Activo Diferido</b>	10%	\$25,953,555.91	\$2,595,355.59	\$2,595,355.59	\$2,595,355.59	\$2,595,355.59	\$2,595,355.59	\$12,976,777.95
<b>TOTAL</b>		\$422,280,912.61	\$32,486,462.95	\$32,486,462.95	\$32,486,462.95	\$32,313,777.80	\$32,313,257.66	\$260,194,488.30

El valor de salvamento es el valor de mercado de un activo al final de su vida útil. En este proyecto el valor de salvamento compone del valor residual \$260'194,488.30.



### 5.3. Valores e inversión.

Es el dinero invertido a muy corto plazo en alguna institución bancaria o bursátil, con el fin de tener efectivo disponible para apoyar las actividades de venta de la urea. Se otorgará un crédito a los compradores de 30 días, se considera tener en valores e inversiones el equivalente a 45 días de los gastos de ventas y considerando que estos ascienden a \$4'784,040 anuales, por lo tanto es necesario tener el equivalente de 45 días:

$$\$4'784,040 \text{ anuales} * \frac{1 \text{ año}}{300 \text{ días}} * 45 \text{ días} = \$717,606.00$$

### 5.4. Inventarios.

La cantidad de inventario depende directamente del crédito otorgado en las ventas. Suponiendo que todas las ventas sean pagadas de contado, entonces habrá una sola entrada de efectivo desde el arranque de la planta, por lo tanto es necesario tener una cantidad óptima de inventario.

El fertilizante será vendido y el cobró será de 25 a 30 días. Para la producción de urea tiene como materias primas el amoniaco y dióxido de carbono.

$$\text{Amoniac} = 183,200 \frac{\text{Ton}}{\text{año}} * \frac{1 \text{ año}}{300 \text{ días}} * 30 \text{ días} * \$8,712.00 \text{ ton} = \$159,603,840$$

$$\text{Dioxido de carbono} = 141,900 \frac{\text{Ton}}{\text{año}} * \frac{1 \text{ año}}{300 \text{ días}} * 30 \text{ días} * \$505.01 \text{ ton} = \$7,166,091.90$$

Para los demás materiales que serán usados ensacado y el embalaje, para poder solventar este gasto se deberá contar con dinero suficiente para solventar 45 días de producción.

Tabla 55. Costo de inventario de materias primas.

Costo de inventario de materia prima	Consumo anual	Costo anual	Costo en 45 días
<b>Sacos.</b>	5'150,000.00	\$17'355,500.00	\$2'603,325.00
<b>Playo.</b>	2,575.00	893,525.00	134,028.75
<b>Tarima.</b>	154,500.00	46'350,000.00	6'952,500.00
<b>Alambre de aluminio.</b>	1,287.50	1'157,462.50	173,619.38
<b>Grapas.</b>	3,862.50	1'433,760.00	215,064.00
<b>Pinzas.</b>	3.00	11,397.00	1,709.55
<b>Tensor de fleje.</b>	3.00	13,833.00	2,074.95
<b>Total.</b>		\$67'215,477.50	\$10'082,321.63



Con estos valores se determina que el dinero que se debe de tener en inventario es la suma del costo de inventario de materia prima más el costo de amoniaco y dióxido de carbono:

Tabla 56. Costo total de inventarios de materias primas.

Concepto	Monto
<b>Amoniaco.</b>	\$159'603,840.00
<b>Dióxido de carbono.</b>	7'166,091.90
<b>Materias primas.</b>	10'082,321.63
<b>Total.</b>	\$176'852,253.53

### 5.5. Cuentas por cobrar.

Se pretende vender con un crédito de 30 días neto (crédito que se aprueba a los compradores), por lo que habría que invertir una cantidad de dinero necesaria para una venta de 30 días de producto terminado.

El costo de operación de la planta (tabla 50) el costo asciende a \$1'815'425,894.46 por lo cual el costo mensual:

$$\frac{\$1'815'425,894.46}{12 \text{ meses}} = \$151'285,491.20$$

La suma de costo de inventario, valores e inversión y cuentas por cobrar, da como resultado el valor de activo circulante.

Tabla 57. Valor del activo circulante.

Concepto	Monto
<b>Valores e inversión.</b>	\$717,606.00
<b>Inventarios.</b>	176'852,253.53
<b>Cuentas por cobrar.</b>	151'285,491.20
<b>Total.</b>	\$328'855,350.73

### 5.6. Pasivo circulante

El pasivo circulante comprende: los salarios, proveedores de materia prima y servicios, así como los impuestos. Debido a la dificultad de calcular estos rubros de una manera precisa, se considera que estadísticamente una relación entre el activo circulante y el pasivo circulante es de 2 a 2.5. Se considera para este proyecto una relación de 2, debido a que se conoce el valor aproximado del activo circulante:



$$\text{Pasivo circulante} = \frac{AC}{2} = \frac{\$328'855,350.73}{2} = \$164,427,675.36$$

El capital de trabajo es la diferencia entre el activo circulante y el pasivo circulante, por lo tanto se sabe el valor del capital de trabajo es de:

$$\text{Capital trabajo} = \$164,427,675.36$$

Esta cifra corresponde al capital adicional para que inicie la fabricación de urea.

### 5.7. Financiamiento.

De la inversión fija y diferida (\$422'280,913.61), sólo se pretende solicitar esa cantidad, la otra vendría por inversores se pretende solicitar un préstamo de \$300'000,000 de pesos, a pagar a 5 años, los bancos actualmente tienen una tasa de interés del 33% (HSBC), por lo cual la anualidad deberá de ser de:

La siguiente tabla presenta los intereses generados por el préstamo, así como los pagos que se deben de realizar para liquidar la deuda.

Tabla 58. Pago de deuda (cantidades en pesos)

Año	Interés	Pago	Saldo deuda
0			\$300'000,000.00
1	\$99'000,000	\$31'313,461.26	268'686,538.74
2	88'666,558	41'646,903.48	227'039,635.26
3	74'923,080	55'390,381.63	171'649,253.63
4	56'644,254	73'669,207.57	97'980,046.06
5	32'333,415	97'980,046.06	\$0.00

El porcentaje de la deuda es una relación del préstamo solicitado con el total del activo fijo y diferido (sin imprevistos):

$$\frac{\$300'000,000}{\$422'280,913.61} * 100 = 71.04\%$$

### 5.8. Determinación del punto de equilibrio.

El objetivo de encontrar el punto de equilibrio es conocer el momento en que los egresos (costos fijos y variables) se igualan a los ingresos (venta del producto), esto con el fin de conocer en el momento que el proyecto empezará a tener ganancias.



La siguiente tabla muestra la clasificación de egresos e ingresos en la planta para una producción anual de 250,000 toneladas.

Tabla 59. Clasificación de costos variables y fijos.

Costos variable	Monto	Costos fijos	Monto
Materias primas.	\$1'670'856,319.00	Mano de obra indirecta.	\$7'025,040.00
Envases.	67'215,477.50	Gastos administrativos.	9'895,920.00
Mano de obra directa.	4'055,040.00	Gastos de ventas.	4'784,040.00
Energía.	5'194,091.40	Otros materiales.	96,360.00
Agua.	81,002.88	Depreciación.	32'486,462.95
Combustible.	1'788,475.50	Control de calidad.	436,800.00
Mantenimiento correctivo.	7'013,929.23	Mantenimiento preventivo.	4'496,936.00
Total.	1'756'204,335.51	Total.	\$59'221,558.95

Tabla 60. Clasificación de costos.

Concepto	Monto (anual)
<b>Ingresos</b>	\$2'205'000,000.00
<b>Precio de venta unitario</b>	\$8,820.00
<b>Costos totales</b>	\$1'815'425,894.46
<b>Costos fijos</b>	59'221,558.95
<b>Costos variables</b>	1'756'204,335.51
<b>Costo variable unitario</b>	\$7,024.82

Se muestra los gastos en una gráfica; se consideran los costos fijos (línea verde) como punto de partida (\$59'221,558.95), al cual se le suman los costos totales (línea roja) para una producción anual de 250,000 toneladas de urea, dejando como punto final los costos totales (\$1'815'425,894.46), por otra parte los ingresos (línea azul) iniciarán desde \$0, hasta una la estimación de la ventas ya antes mencionada (\$2,205,000,000.00), donde se cruzan los ingresos y los costos, es lo que se conoce como punto de equilibrio, esto significa que al vender esa cantidad de producto las ganancias y gastos se igualan, por lo cual desde ese momento toda venta que se realice producirá una ganancia. Gráficamente se observar que el punto de equilibrio del proyecto se alcanzará cuando se vendan 33,000 toneladas de urea, por lo cual al alcanzar esa meta se recibirán las primeras ganancias del proyecto.



Grafica 4. Punto de equilibrio.

Este análisis también se puede obtener matemáticamente, se obtiene comparando los ingresos y egresos a diferentes niveles de producción o con fórmulas ya establecidas.

$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{\text{Costos fijos}}{1 - \frac{\text{Costos variable}}{\text{ventas}}} = \frac{\$59'221,558.95}{1 - \frac{\$1'756'204,335.51}{\$2'205,000000.00}} = \$290'964,347.06$$

Al alcanzar esa cantidad de ingresos, el proyecto empezara a ser viable.



## 5.9. Estados de financieros.

### 5.9.1. Estado de situación financieros.

Este punto muestra la aportación neta que deberán realizar los accionistas o promotores del proyecto. Como se puede observar la aportación asciende a \$396'165,500.00, que corresponde a la inversión de activo fijo y diferido, para lo cual se consideraría solicitar un crédito a corto plazo.

Tabla 61. Balance general inicial.

ACTIVO		PASIVO	
<b>Activo Circulante.</b>		<b>Pasivo circulante.</b>	
Valores e inversiones.	\$717,606.00	Sueldos e impuestos.	\$164'427,675.36
Inventarios.	176'852,253.53		
Cuentas por cobrar.	151'285,491.20	<b>Pasivo fijo.</b>	
<b>Subtotal</b>	<b>\$328'855,350.73</b>	Prestamos 5 años.	\$300'000,000.00
<b>Activo fijo.</b>			
Equipo de producción.	\$175'348,230.70	<b>Capital.</b>	
Equipo de oficina.	1'345,126.00	Capital social.	\$279'249,387.97
Terreno y obra civil.	212'174,800.00		
<b>Subtotal.</b>	<b>\$388'868,156.70</b>		
<b>Activo diferido.</b>	<b>\$25'953,555.91</b>		
<b>Total de activos.</b>	<b>\$743'677,063.34</b>	<b>Pasivo + Capital.</b>	<b>\$743'677,063.34</b>

### 5.9.2. Estado de resultados.

Para este proyecto se considera un estado de resultados sin inflación, sin financiamiento y con producción continua, en este estado se forman las cifras básicas, esto significa antes de la inversión. Para efectos de este estudio se considera una producción constante, por lo tanto al obtener el flujo neto de efectivo, este se repetirá cada fin de año durante el tiempo de vida del proyecto, los 5 años ya antes mencionados.

La ley del impuesto sobre la renta (ISR) que entró en vigor a partir del 01 de enero de 2014, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11 de diciembre de 2013 dice que la tasa de impuesto varía dependiendo del límite inferior que se ubique la base, esta puede ir desde el 0% al 35% para personas físicas y del 30% para institución. Se aplica el 30% para poder obtener la utilidad después de impuestos.



Tabla 62. Estados de resultados.

Concepto	Monto Años 1 al 5
(+) Ingreso	\$2'205'000,000.00
(-) Gastos de producción	1'800'745,934.46
(-) Gastos financieros	9'895,920.00
(-) Gastos de ventas	4'784,040.00
=Utilidad antes de impuestos	389'574,105.54
(-) Impuestos (30%)	124'663,713.77
=Utilidad después de impuestos	264'910,391.77
(+) Depreciación	32'486,462.95
Flujo Neto de Efectivo	\$297'396,854.72

### 5.10. Posición financiera inicial de la planta.

Existen diferentes métodos para evaluar la posición económica de la planta, todos estos métodos se basan en ver el valor del dinero a través del tiempo, las razones financieras o contables. Es importante analizar estos métodos para saber en qué posición se encuentra el proyecto. Se cuenta con 3 tasas contables muy importantes:

#### 5.10.1. Tasa de liquidez.

Básicamente conformada por la tasa circulante, la cual tiene un valor de 2 a 2.5, ya antes se había hablado para obtener el pasivo circulante.

$$Tasa\ circulante = \frac{AC}{PC} = \frac{\$328'855,350.73}{\$164,427,675.36} = 2$$

La tasa rápida es similar solo que en este caso interviene un factor más y nos da a conocer la probabilidad de cubrir las deudas a corto plazo.

$$Tasa\ rápida = \frac{AC - Inventarios}{PC} = \frac{\$328'855,350.73 - \$176'852,253.53}{\$164,427,675.36} = 0.92$$

El valor optimo es 1, el cual nos dice que se pueden cubrir el total de las deudas en corto plazo ya que el valor es cercano, por lo cual se podrá pagar las deudas en poco tiempo aunque el proyecto sufrirá un poco por su falta de liquidez.



### 5.10.2. Tasa de deuda.

Es una relación entre la deuda y el total de los Activos Fijos y Diferidos (AFT), en este indicador no hay referencias o un estándar óptimo de endeudamiento.

$$Tasa\ de\ deuda = \frac{Deuda}{AFT} = \frac{\$300,000,000}{\$422'280,913.61} = 0.7104$$

### 5.11. Valor presente neto y tasa interna de retorno.

El valor presente neto es un método de evaluación de proyectos de inversión a largo plazo, el objetivo es simple, determinar si una inversión cumple con el objetivo básico financiero, el cual es maximizar la inversión.

La TMAR, es la tasa de ganancia actual que se solicita ganar para llevar a cabo el proyecto.

Para este proyecto se ha establecido un TMAR de 15%.

Si recordamos que con anterioridad el valor de inversión inicial es de, de la tabla 61, tenemos un flujo neto de efectivo de \$297'396,854.72 y el valor de salvamento (tabla 54) con un valor \$260'194,488.30.

Se calcula el valor presente neto (VPN).

$$VPN = -P + FNE \left[ \frac{(1 + TMAR)^n - 1}{TMAR(1 + TMAR)^n} \right] + \frac{VS}{(1 + TMAR)^n}$$

$$VPN = -\$422'280,913.61 + \$297'396,854.72 \left[ \frac{(1 + 0.15)^5 - 1}{0.15(1 + 0.15)^5} \right] + \frac{\$260'194,488.30}{(1 + 0.15)^5}$$

$$VPN = \$704,002,116.30$$

Tasa interna de retorno (TIR), un indicador que nos indica que si es superior a la tasa de interés, el proyecto es viable, de lo contrario el proyecto no es viable.

$$0 = -P + FNE \left[ \frac{(1 + TIR)^n - 1}{TIR(1 + TIR)^5} \right] + \frac{VS}{(1 + TIR)^n}$$

$$0 = -\$422'280,913.61 + \$297'396,854.72 \left[ \frac{(1 + TIR)^5 - 1}{TIR(1 + TIR)^5} \right] + \frac{\$260'194,488.30}{(1 + TIR)^5}$$

$$TIR = 65\%$$



El periodo de recuperación de la inversión (PRI) es el tiempo que se demore en recuperar el dinero invertido, se vuelve muy importante, ya que de esto dependerá cuán rentable es, y qué tan riesgoso será llevarlo a la práctica.

$$PRI = \frac{\text{Inversión inicial}}{\text{Flujo neto de efectivo}} = \frac{\$422'280,913.61}{\$297'396,854.72} = 1.42 \text{ años}$$



## CONCLUSIÓN

En el presente trabajo se desarrolló el estudio de la factibilidad técnica económica para el diseño, instalación y puesta en marcha de una planta de urea en México, con la finalidad de minimizar la excesiva importación de este fertilizante. La principal problemática que existe en México para producir urea es el elevado precio del amoniaco, lo cual hace que México recurra a otros mercados para cubrir la demanda de los campos de cultivos mexicanos.

Este proyecto ofrece una proyección a futuro de una planta productora de urea con una producción anual de 250,000 toneladas, que abastecerá cerca de un 25% de la demanda actual, la cual es mayor a 1 millón de toneladas.

El proyecto podrá satisfacer la demanda de la parte noroeste del país, ubicada en Sinaloa por ser uno de los estados más importantes de siembra del país, teniendo el primer lugar en la producción de maíz, tomate, hortalizas y papa, alimentos básicos en la economía mexicana.

La viabilidad del proyecto se analiza desde dos perspectivas: evaluación técnica y económica.

En la evaluación técnica se determinó el área de abasto de materias primas, donde PEMEX será el principal proveedor, en referencia a la mano de obra se tiene contemplado contratar gente residente en los alrededores al puerto de Topolobampo. En cuanto al abasto de tecnología, equipos e instrumentación accesorios será contratada una firma de ingeniería la cual construirá los equipos y hará la instalación de toda la planta y mercado de producto terminado la cual establece el tipo y zona de distribución de la urea.

El precio establecido del producto para el presente estudio se establece en \$9,000 M.N. por tonelada, permitiendo posicionar el producto en el mercado actual, ya que el precio de venta en la zona de distribución va desde \$9,000 M.N. en Coahuila hasta \$11,038 M.N. en Sinaloa, lo que da al proyecto una ventaja competitiva en comparación con la competencia. Aunque el precio de los mercados extranjeros son más bajos del que será producido, el precio de venta será competitivo debido a la zona de venta y distribución seleccionada.

La evaluación financiera permitió conocer si la propuesta seleccionada es rentable, tomando en cuenta la evaluación técnica. Se tomaron en cuenta tres indicadores, los cuales ayudaron a tomar la decisión del rumbo que tomará el proyecto.

El valor presente neto uno de los principales indicadores económicos, ya que es el método más usado para evaluar proyectos tiene un valor de \$704'002,116.30, al ser positivo da como resultado un proyecto viable. La tasa interna de retorno el segundo indicador que fue utilizado para conocer la rentabilidad del proyecto, para este estudio la



TIR es de 65% que al ser mayor comparado con la TMAR del 15% apoya el resultado del primer indicador. El último indicador muestra el tiempo en el que se recuperará el dinero invertido en este proyecto, al tener una vida útil de 5 años y que el índice de rentabilidad sea de 1.42 años, muestra la factibilidad y rentabilidad que puede generar este proyecto, siendo estos indicadores una valiosa herramienta para atraer a futuros inversionistas.

Bajo estos criterios, se concreta que el proyecto presentado es viable, por lo cual la apertura de una planta productora de urea ayudará a reducir la importación de este fertilizante, será una fuente de generación de empleos para los mexicanos, ayudará al crecimiento de los cultivos generando una mayor producción, que indudablemente redundará en el crecimiento del PIB de nuestro país.



## BIBLIOGRAFIA

### Artículos

1. Ricardo Campillo R., Angélica Sadzawka R., *Química Farmacéutica*, Centro Regional de Investigaciones INIA La Platina.
2. Fertiberia (2015), *Gama de fertilizantes*. México
3. Morikawa, E. Sakata, Kojima G. Nishikawa, *Mega-capacity Urea Plants – TEC's Approach*, Toyo Engineering Corporation 2-8-1 Akanehama, Narashino-shi, Chiba 275-0024, Japan.
4. J. Fernández. (2014). *Procesos de obtención de Urea*. México.

### Tesis

1. Corujo Rubio, María Luisa. (1992). *Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta de urea*. México.
2. Roberto Beyrute. Bretón. (2005). *La Dinámica Competitiva de Big Cola, en su entrada en México*. México.

### Libros

1. Robert H. Perry. (1999), *Manual del Ingeniero Químico*, Séptima edición. México. Mc Graw Hill.
2. Stephanie Paris. (2013), *Hablemos Claro Fumar*, México. Times for kids.
3. Ginés Navarro García. (2014), Simón Navarro García, *Fertilizantes: Química y Acción*. México. Ediciones Paraninfo, S.A.
4. Stanton, W.J., Etzel M.J., Walker, B.J. (2009), *Fundamentos de Marketing*. (Decimocuarta edición). México. Mc Graw Hill
5. Josué Salgado Benítez y Leticia Guerrero López. (2006), *Higiene y Seguridad Industrial*. México. Éxodo.
6. John William Hill, Doris K. Kolb. (1999), *Química para el nuevo milenio*. México. Pearson Education.
7. Francisco Liesa, Luis Bilurbina Alter, Luis Bilurbina. (1990), *Adhesivos industriales*. México. Ilustrada.
8. Michael E. Porter. (2007), *Competitive Strategy*, Online Executive Education.
9. Baca Urbina Gabriel. (2010) *Evaluación de Proyectos*. Sexta edición. México. Mc Graw Hill.

### Revistas

1. Edgar Torres, Salvador Darío. (2013), *Mercado de los fertilizantes*, Claridades Agropecuarias Edición Especial XX Aniversario 2013. pág. 45-48.



- Oscar León Islas (2004), *La Industria Química en México*, Comercio Exterior, vol. 54, núm. 6.

### Páginas de Internet.

- Pedro Gonzales (2011), *En línea 26 de octubre de 2015*.  
<https://gspedro.wordpress.com/about/produccion-de-la-urea/>
- Dr. Alejandro Álvarez (1997), *En línea 26 de octubre de 2015*, P. 7-11.  
<http://lasa.international.pitt.edu/LASA97/alvarez.pdf>
- Herschi Trading S. A. de C. V. (2007), Quiminet.  
<http://www.quiminet.com/articulos/la-urea-y-sus-diversas-aplicaciones-21306.htm>  
(21 de septiembre 2015)
- Agropecuaria Agraciada (2016).  
<http://www.agropecuariaagraciada.com.uy/Unit/UREA.html>
- Universidad Valenciana (2015), *Formaldehido*.  
<http://www.uv.es/=vicalagr/PTindex/PTformol.html>
- Yara (2015), *Almacenaje de fertilizantes minerales*.  
<http://www.yara.com.co/crop-nutrition/almacenaje-y-manejo/almacenaje-de-fertilizantes/>
- Ministerio de Producción (2015), *Dictamen final urea*.  
[http://www.cndc.gov.ar/dictamenes/dictamenfinal\\_urea.pdf](http://www.cndc.gov.ar/dictamenes/dictamenfinal_urea.pdf)
- Profertil (2015), *Hoja de seguridad de Urea*. P. 1- 7.  
<http://ssfe.itorizaba.edu.mx/ntec13/webext/secure/hoja/GUSTAVO%20A%20COMPLETO/MSDS%20UREA%20GA.pdf>
- Engenium (2013), *Los 7 valores empresariales más importantes*.  
<http://www.engenium.com.mx/los-7-valores-empresariales-mas-importantes>
- Indexmundi (2015), *Urea Precio Mensual - Dólares americanos por tonelada métrica*.  
<http://www.indexmundi.com/es/precios-de-mercado/?mercancia=urea&meses=12>
- Economiasniim (2015), *Prueba de insumos 2010*.  
<http://www.economiasniim.gob.mx/2010prueba/InsumosQuinc.asp?Cons=Q&prod=329&dest=T&dqQuinc=1&dqMesQuinc=12&dqAnioQuinc=2015&ord=D&PrePor=Pres&Formato=Nor&submit>
- Dip. Juan Bueno Torio. (2014). *Gaceta Parlamentaria, Número 3960-III. En línea 28 de noviembre de 2015*  
<http://gaceta.diputados.gob.mx/Black/Gaceta/Anteriores/62/2014/feb/20140212-III/Proposicion-9.html>
- Comisión de Arbitraje Médico del Estado de Sinaloa. (2010). *Salud en Sinaloa*.



- En línea 10 enero 2016*  
[http://www.cames.gob.mx/cames/exposiciones/SALUD\\_EN\\_SINALOA.pdf](http://www.cames.gob.mx/cames/exposiciones/SALUD_EN_SINALOA.pdf)
14. Gobierno del Estado de Sinaloa. (2015). *Transparencia Sinaloa. En línea 1 de febrero 2016*  
[http://www.laipsinaloa.gob.mx/index.php?option=com\\_flexicontent&view=items&cid=102:gabinete-del-ejecutivo&id=3839:gabinete-del-ejecutivo&Itemid=137](http://www.laipsinaloa.gob.mx/index.php?option=com_flexicontent&view=items&cid=102:gabinete-del-ejecutivo&id=3839:gabinete-del-ejecutivo&Itemid=137)
15. Karol García. (2014). Pemex alista producción de fertilizantes en México *En línea 1 diciembre 2015.*  
<http://eleconomista.com.mx/industrias/2014/01/16/pemex-alista-produccion-fertilizantes-mexico>
16. 2000agro (2014), *En 2015, México volverá a producir fertilizantes.*  
<http://www.2000agro.com.mx/maquinaria-e-insumos-agricolas/en-2015-mexico-volvera-a-producir-fertilizantes/>
17. Forbes (2017), *Pemex reactivará producción de fertilizantes con 475 mdd.*  
<http://www.forbes.com.mx/pemex-reactivara-produccion-de-fertilizantes-con-475-mdd/>
18. Mexicanbusinessweb (2014), *Sinaloa tiene los menores salarios de todo el país.*  
<http://www.mexicanbusinessweb.mx/negocios-rentables-en-mexico/oportunidades-de-negocio-en-sinaloa/sinaloa-tiene-los-menores-salarios-de-todo-el-pais/>
19. Stj-sin (2016), *Estructura del poder del estado de Sinaloa.*  
<http://www.stj-sin.gob.mx/front/transparencia/directorio>
20. INEGI (2015), *Anuario Estadístico de Sinaloa 2012.*  
<http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/ae12/estatal/sin/default.htm>
21. SIAP (2016), *Cierre de la producción agrícola por estado.*  
<http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/>
22. SAT (2016), *SALARIOS MÍNIMOS 2017.*  
[http://www.sat.gob.mx/informacion\\_fiscal/tablas\\_indicadores/Paginas/salarios\\_minimos.aspx](http://www.sat.gob.mx/informacion_fiscal/tablas_indicadores/Paginas/salarios_minimos.aspx)
23. APP. SCT (2017), *Traza tu ruta.*  
[http://app.sct.gob.mx/sibuac\\_internet/ControllerUI?action=cmdEscogeRuta](http://app.sct.gob.mx/sibuac_internet/ControllerUI?action=cmdEscogeRuta)
24. Wikipedia (2016), *Sinaloa.*  
<https://es.wikipedia.org/wiki/Sinaloa>
25. STPS (2017), *Sinaloa, Información Laboral, p. 3-6.*  
<http://www.stps.gob.mx/gobmx/estadisticas/pdf/perfiles/perfil%20sinaloa.pdf>
26. INEGI (2016), *La educación del estado de Sinaloa.*



[http://www.inegi.org.mx/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/pais/aepef/2014/702825063986.pdf](http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/pais/aepef/2014/702825063986.pdf)

27. SEMARNAT (2009), *Exportación e importación de fertilizantes*.

[http://aplicaciones.semarnat.gob.mx/estadisticas/compendio2010/archivos/02\\_agrigan/d2\\_agrigan05\\_02.pdf](http://aplicaciones.semarnat.gob.mx/estadisticas/compendio2010/archivos/02_agrigan/d2_agrigan05_02.pdf)

28. PEMEX AND ANACOFER (2016), *Los fertilizantes y el Amoniaco, México*, p. 11

<http://ptq.pemex.com.mx/productosyservicios/eventosdescargas/Documents/Foro%20PEMEX%20Petroqu%C3%ADmica/2011/Amoniaco%20y%20sus%20perspectivas%20por%20ANACOFER.pdf>

#### **Anuarios.**

1. Cantidad área de siembra en México I.N.E.G.I 2011
2. Importación y Exportación de 1994-2008 I.N.E.G.I.
3. Estadística de importación y Exportación de fertilizantes SEMARNAT 1994-2008.
4. Importación y Exportación de 1994-2008 I.N.E.G.I.
5. PEMEX TRANSFORMACION INDUSTRIAL Dirección de Comercialización: Precios de venta de productos Precios al Público
6. Monitoreo Agroeconómico del Estado de Sinaloa 2011, SAGARPA.

#### **Normas.**

1. Norma Oficial Mexicana NOM-182-SSA1-2010, Etiquetado de nutrientes Vegetales
2. Decreto Número 785, Régimen Tarifario de la Junta Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Sinaloa.

#### **Ponencia.**

1. Lic. José Miguel Martínez Del Peral. (2006). *Mercado Mexicano Fertilizantes ANACOFER, 1st FMB Americas Fertilizer Conference & Exhibition Cancún, México Mercado Mexicano de Fertilizantes: Perspectiva 2006*.
2. Yonah Weisz. (2012). *El mercado Mundial de Fertilizantes Investigación sobre mercados accionarios Mundiales del Hongkong and Shanghai Banking Corporation (HSBC)*.
3. Desarrollo Económico Sinaloa, CIT Sinaloa, *Center for Investment and Trade*.



### Apuntes de profesores.

1. Ing. Rodolfo Gonzales Báez, *Diseño II Apuntes de: Elementos de diseño Unidad II Recipientes Sujetos a Presión*. Séptimo Semestre, ESIQIE IPN.

### Estudios.

1. Administración Portuaria Integral de Topolobampo S.A. de C.V. *Estudio de mecánica de suelos para el Proyecto de Bodega para Granel Agrícola y Mineral, en Topolobampo, Sinaloa. México.*

### Etiqueta de Fertilizante

1. Agroquímicos de México. *Indicaciones de Uso de fertilizante Urea-Lobi.*

### Patentes

1. Graneli Frano, Carloni Giuseppe. (1998). *Urea Productio Process with hight Energy Efficiency.*
2. J.C. Kaasenbrood Preteus, J.M. Vass Nassau Petreus. (1997). *Process for preparing Urea.*
3. Guadalupi Mario, Zardi Umberto. (1978). *Process for Production of urea Having a Low Carbamate Content.*
4. Giorgio Pagani. (1998). *Process for Urea Production involving a Carbon Dioxide Stripping State.*