



Diseño de una planta de producción de fertilizantes NPK líquidos con una producción de 300 Tm/día situada en el polígono industrial "El Tossalet" de Bèlgida.

MEMORIA PRESENTADA POR:

[Diego Ibáñez Estarells]

PROFESOR-TUTOR:

[Antonio Abad Sempere]

GRADO DE [***INGENIERÍA QUÍMICA***]

Convocatoria de defensa: ***[JULIO DE 2017]***



AGRADECIMIENTOS:

A mi familia, mis padres y hermanos, por tanto y por todo. No hace falta decir nada más, ya lo sabéis.

A Noelia, simplemente la mujer más importante de mi vida.

A los profesores del Campus de Alcoi por ayudarme a conseguir mis objetivos y a sentirme mejor persona. En especial al profesor Antonio Abad Sempere por su gran ayuda, comprensión y sobre todo paciencia. Gracias.

A mi amigo el profesor Valentín Jornet Pla, por ayudarme con las matemáticas y por sus sabios consejos siempre. Gracias.

A Alejandro Molina y Pepe Leiba, Presidente de COARVAL y Gerente de Liquimed respectivamente, por su inestimable ayuda a la hora de obtener información para redactar este trabajo. Sin vuestra ayuda hubiera sido mucho más difícil.



INDICE DE CONTENIDOS

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 11 |
| 2. ANTECEDENTES..... | 14 |
| 3. ESTUDIO DE MERCADO..... | 15 |
| 3.1 Localización y precios de las materias primas..... | 15 |
| 3.2 Evolución sectorial de los fertilizantes..... | 18 |
| 3.3 Análisis de la demanda..... | 21 |
| 3.4 Análisis de la oferta..... | 22 |
| 3.5 Centros de producción existentes..... | 24 |
| 3.6 Posibles consumidores potenciales..... | 26 |
| 3.7 Precios de los NPK líquidos..... | 26 |
| 4. OBJETO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO..... | 27 |
| 5. EMPLAZAMIENTO DE LA PLANTA..... | 28 |
| 5.1 Características del polígono industrial..... | 28 |
| 5.2. Características de la zona de ubicación de la planta..... | 29 |
| 6. PRINCIPALES VARIABLES DEL DISEÑO DE UN NPK LÍQUIDO..... | 30 |
| 7. ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO..... | 32 |
| 7.1. Descripción de la planta industrial..... | 32 |
| 7.2 Descripción del proceso productivo..... | 34 |
| 7.3. Características de la maquinaria, equipos e instalaciones..... | 38 |
| 7.4. Especificaciones de la producción..... | 48 |
| 7.5 Plazo de ejecución de la planta..... | 50 |
| 8. ORGANIGRAMA Y RECURSOS HUMANOS..... | 52 |
| 9. LEGISLACIÓN Y NORMATIVA..... | 58 |
| 9.1 Legislación de seguridad y salud en el trabajo..... | 58 |
| 9.2 Legislación de los EPI's..... | 58 |
| 9.3 Legislación urbanística y de construcción..... | 59 |



| | |
|--|-----|
| 9.4 Legislación en prevención de incendios..... | 59 |
| 9.5 Legislación en instalaciones eléctricas..... | 59 |
| 9.6 Legislación en maquinaria..... | 60 |
| 9.7 Legislación de fertilizantes y productos químicos..... | 60 |
| 9.8 Legislación medioambiental..... | 61 |
| 9.9 Legislación de aguas..... | 62 |
| 10. SEGURIDAD E HIGIENE..... | 63 |
| 10.1 Principales riesgos en la fase de construcción de la industria..... | 64 |
| 10.2 Principales riesgos en la fase de operación de la industria..... | 67 |
| 10.3 Normativa general aplicable al área de producción..... | 68 |
| 10.4 Normativa aplicable a los trabajadores..... | 70 |
| 10.5 Sustancias químicas..... | 72 |
| 10.6 Prevención contra incendios..... | 94 |
| 11. MEDIO AMBIENTE..... | 97 |
| 11.1 Contaminación atmosférica..... | 97 |
| 11.2 Contaminación de las aguas..... | 100 |
| 11.3 Contaminación de los suelos..... | 102 |
| 11.4 Contaminación acústica..... | 102 |
| 11.5 Residuos..... | 103 |
| 11.6 Integración paisajística..... | 104 |
| 12. ESTUDIO ECONÓMICO..... | 105 |
| 12.1 Inversión inicial..... | 105 |
| 12.2 Costes de operación..... | 111 |
| 12.3 Ingresos por ventas..... | 116 |
| 12.4 Viabilidad de la planta..... | 117 |
| 12.5 Financiación y recursos propios..... | 122 |
| 13. PUESTA EN MARCHA..... | 123 |



| | |
|--|-----|
| BIBLIOGRAFIA..... | 125 |
| ANEXOS..... | 126 |
| ANEXO I: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES..... | 126 |
| ANEXO II: CÁLCULOS..... | 131 |
| ANEXO III: BALANCES DE MATERIA..... | 139 |
| ANEXO IV: PLANOS..... | 141 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|---|-----|
| Tabla 1: Ejemplo del contenido en nutrientes de un NPK..... | 13 |
| Tabla 2: Riqueza en nutrientes de las materias primas..... | 15 |
| Tabla 3: Precios de algunas materias primas..... | 17 |
| Tabla 4: Consumo de fertilizantes NPK. Años 2013-2016..... | 19 |
| Tabla 5: Método de mínimos cuadrados para predecir la demanda..... | 21 |
| Tabla 6: Producción de fertilizantes NPK en España, años 2013-2016..... | 22 |
| Tabla 7: Método de mínimos cuadrados para predecir la oferta..... | 23 |
| Tabla 8: Cálculo de la DPI. Años 2017-2020..... | 24 |
| Tabla 9: Capacidad de producción de NPK de las empresas existentes..... | 25 |
| Tabla 10: Evolución de los precios de los NPK más comunes | 26 |
| Tabla 11: Normativa urbanística del polígono “El Tossalet” | 28 |
| Tabla 12: Consumo anual de materias primas..... | 48 |
| Tabla 13: Consumo eléctrico de la planta..... | 50 |
| Tabla 14: Especificaciones del transformador..... | 50 |
| Tabla 15 : nº de Trabajadores por área funcional..... | 57 |
| Tabla 16: VLE's de los gases de combustión..... | 98 |
| Tabla 17: VLE's de partículas sólidas..... | 98 |
| Tabla 18: Límites sonoros externos para zonas de uso industrial..... | 103 |
| Tabla 19: Residuos generados por la empresa..... | 104 |
| Tabla 20: Coste total equipos e instalaciones..... | 108 |



| | |
|---|-----|
| Tabla 21: Cálculo del Capital Inmovilizado..... | 110 |
| Tabla 22: Resumen de la inversión inicial..... | 111 |
| Tabla 23: Clasificación de los costes de fabricación..... | 112 |
| Tabla 24: Clasificación de los gastos generales..... | 112 |
| Tabla 25: Costes anuales de las materias primas..... | 112 |
| Tabla 26: Costes anuales de los servicios..... | 114 |
| Tabla 27: Costes de fabricación..... | 115 |
| Tabla 28: Gastos generales..... | 116 |
| Tabla 29: Ingresos por ventas..... | 116 |
| Tabla 30: Cálculo del Net Cash Flow..... | 119 |
| Tabla 31: Cálculo de la potencia de las bombas..... | 136 |

INDICE DE FIGURAS.

| | |
|--|-----|
| Figura 1: Reservas mundiales de gas natural..... | 16 |
| Figura 2: Depósitos mundiales de fosfato..... | 16 |
| Figura 3: Reservas mundiales de potasa..... | 17 |
| Figura 4: Centros de producción de fertilizantes NPK líquidos en España..... | 25 |
| Figura 5: Vista aérea del emplazamiento de la planta..... | 28 |
| Figura 6: Distribución en planta..... | 33 |
| Figura 7: Diagrama de flujo..... | 34 |
| Figura 8: Diagrama de proceso..... | 35 |
| Figura 9: Diagrama de Gantt..... | 51 |
| Figura 10: Organigrama de la empresa..... | 53 |
| Figura 11: Incompatibilidades de almacenamiento..... | 90 |
| Figura 12 : Esquema de bombeo..... | 131 |
| Figura 13: Diagrama de Moody..... | 133 |



INDICE DE GRÁFICAS.

| | |
|--|-----|
| Gráfica 1: Evolución de la facturación de fertilizantes en España..... | 18 |
| Gráfica 2: Facturación de fertilizantes por Comunidades Autónomas..... | 18 |
| Gráfica 3: Consumo agrícola de fertilizantes por productos en el año 2015..... | 19 |
| Gráfica 4: Consumo mensual de fertilizantes NPK. Años 2013-2016..... | 20 |
| Gráfica 5: Consumo anual de fertilizantes NPK. Años 2013-2016..... | 20 |
| Gráfica 6: Predicción de la demanda, años 2017-2020..... | 22 |
| Gráfica 7: Producción anual de fertilizantes NPK. Años 2013-2016..... | 22 |
| Gráfica 8: Predicción de la oferta. Años 2017-2020..... | 23 |
| Gráfica 9: DPI. Años 2017-2020..... | 24 |
| Gráfica 10: VAN para distintos intereses..... | 120 |
| Gráfica 11: Porcentaje de inversión recuperada en función de los años..... | 121 |



NOMENCLATURA

| | |
|----------------------------|------------------------------|
| N | Nitrógeno |
| NO_3^- | Ion nitrato |
| NH_4^+ | Ion amonio |
| P | Fósforo |
| H_2PO_4^- | Ion dihidrógeno fosfato |
| K | Potasio |
| K^+ | Ion potasio |
| S | Azufre |
| SO_4^{2-} | Ion sulfato |
| Ca | Calcio |
| Ca^{2+} | Ion calcio |
| Mg | Magnesio |
| Mg^{2+} | Ion magnesio |
| Fe | Hierro |
| Zn | Cinc |
| Mn | Manganeso |
| Cu | Cobre |
| Mb | Molibdeno |
| Ni | Níquel |
| B | Boro |
| H_2BO_3^- | Ion dihidrógeno borato |
| Cl | Cloro |
| Cl^- | Ion cloro |
| P_2O_5 | Anhídrido fosfórico |
| K_2O | Óxido de potasio |
| CaO | Óxido de calcio |
| MgO | Óxido de magnesio |
| SO_3 | Óxido de azufre |
| Na_2O | Óxido de sodio |
| H_3PO_4 | Ácido fosfórico |
| HNO_3 | Ácido nítrico |
| N20 | Solución nitrogenada N20 |
| N32 | Solución nitrogenada N32 |
| MAP | Fosfato monoamónico |
| KCl | Cloruro potásico |
| $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ | Urea |
| NH_4NO_3 | Nitrato amónico |
| KNO_3 | Nitrato potásico |
| K_2SO_4 | Sulfato potásico |
| CH_3 | Grupo metilo |
| NH_3 | Amoniac |
| PVC | Policloruro de vinilo |
| PE | Polietileno |
| PES | Poliéster |
| PP | Polipropileno |
| PEAD | Polietileno de alta densidad |
| CO_2 | Dióxido de carbono |
| MgSO_4 | Sulfato de magnesio |



UNIDADES DE MEDIDA

| | |
|---------------|---------------------|
| Tm | Tonelada métrica |
| \$ | Dólar Americano |
| € | Euro |
| m | Metro |
| °C | Grados centígrados |
| mm | Milímetro de lluvia |
| mm (longitud) | Milímetro |
| L | Litros |
| h | Hora |
| s | Segundo |
| cv | Caballos de vapor |
| W | Wattios |
| g | Gramos |
| cal | Caloría |
| min | Minutos |
| Pa | Pascales |
| Hz | Hercios |
| kWh | Kilowatio por hora |
| Ha | Hectárea |
| V | Voltios |
| ppm | Partes por millón |
| K | Grados Kelvin |
| dB | Decibelio |

SIGLAS Y ABREVIATURAS:

| | |
|--------|---|
| IFA | Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes |
| ANFFE | Asociación nacional de fabricantes de fertilizantes |
| ACEFER | Asociación comercial española de fertilizantes |
| MAGRA | Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio |
| FAO | Food and agriculture organization |
| DPI | Demanda potencial insatisfecha |
| DIN | Deutsche Industrie Norm |
| DN | Diámetro nominal |
| PN | Presión nominal |
| RRHH | Recursos Humanos |
| I+D | Investigación y Desarrollo |
| RD | Real Decreto |
| UE | Unión Europea |
| CE | Comunidad Europea |
| EPI | Equipo de protección individual |
| INSHT | Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo |
| VLE | Valor Límite de Emisión |
| MTD's | Mejores Técnicas Disponibles |
| GRG | Gran Recipiente a Granel |



RESUMEN.

En este proyecto se pretende diseñar una planta de producción de fertilizantes NPK líquidos, constando desde la entrada de las materias primas y su transformación, hasta la obtención del producto final, su envasado, almacenamiento y expedición.

Se llevará a cabo un estudio del mercado de dichos fertilizantes a nivel nacional, proyectando un diseño de la planta de producción con su correspondiente organización y maquinaria, con el estudio económico y de impacto ambiental que conlleva la implantación de esta industria de acuerdo a la legislación vigente.

Otros apartados del proyecto serán: Pliego de condiciones, Planos, Anexos, etc.

Palabras clave:

Fertilizante, Fósforo, Potasio, Nitrógeno, Amoniaco, Ácido nítrico, Urea, Ácido fosfórico, Proyecto, Diseño, Planta, Situación, Producción, Medio Ambiente, Legislación, Mejores técnicas disponibles, Seguridad, Salud, Presupuesto.

Summary

This project aims to design a plant for the production of liquid NPK fertilizers, consisting of the entry of raw materials and their transformation, to the final product, packaging, storage and shipment.

A study of the market of such fertilizers will be carried out at national level, designing a production plant design with its corresponding organization and machinery, with the economic study and of environmental impact that entails the implementation of this industry according to the legislation valid.

Other sections of the project are: Specifications, Plans, Annexes

Keywords:

Fertilizer, Phosphorus, Potassium, Nitrogen, Ammonia, Nitric acid, Urea, Phosphoric acid, Project, Design, Plant, Sheet, Production, Environment, Legislation, Best Available Techniques, Safety, Health, Budget.



1. INTRODUCCIÓN.

Las plantas, para llevar a cabo los procesos fisiológicos y metabólicos indispensables para su desarrollo vegetal (germinar, crecer, llevar a cabo la fotosíntesis y la reproducción), necesitan tomar del medio ciertos elementos químicos. Estos elementos son los denominados nutrientes esenciales y, obedeciendo a su mayor o menor contenido en la composición de las plantas, se clasifican en:

Macronutrientes:

- Nutrientes principales: Nitrógeno (N) absorbido como ion nitrato (NO_3^-) y como ion amonio (NH_4^+), Fósforo (P) como ion dihidrógeno fosfato (H_2PO_4^-) y Potasio (K) como ion potasio (K^+).
- Nutrientes secundarios: Azufre (S) absorbido como ion sulfato (SO_4^{2-}), Calcio (Ca) como ion calcio (Ca^{2+}) y Magnesio (Mg) como ion magnesio (Mg^{2+}).

Micronutrientes:

- Metales: absorbidos como cationes divalentes o quelatos: Hierro (Fe), Zinc (Zn), Manganeso (Mn), Cobre (Cu), Molibdeno (Mb), Níquel (Ni).
- No metales: Boro (B) absorbido como ion dihidrógeno borato (H_2BO_3^-) y Cloro (Cl) como ion cloro (Cl^-).

La fertilidad del suelo se entiende como su capacidad para suministrar todos y cada uno de los nutrientes que necesitan las plantas en cada momento, en la cantidad necesaria y en la forma asimilable.

La fertilización es una práctica agraria insustituible que tiene como objetivo primordial mantener la fertilidad del suelo, no debiendo limitarse a la restitución de los elementos extraídos por la cosecha, sino también a aquellos elementos que los suelos pierden por lavado, retrogradación y erosión.

Los fertilizantes permiten restituir a los suelos estos elementos nutritivos extraídos, poniendo a disposición de los cultivos los nutrientes que precisan.

Los fertilizantes complejos NPK son productos que contienen dos o tres nutrientes primarios (N, P, K) y que, además, pueden contener nutrientes secundarios (Ca, Mg, S) y micronutrientes (Zn, Cu, B...). Se aplican para equilibrar el contenido del suelo en elementos nutritivos de acuerdo con los contenidos del mismo, considerando las necesidades del cultivo que se va a implantar y dependiendo del rendimiento que se espera conseguir. Se pueden encontrar en estado sólido (forma granular) o líquido.



Cada tipo de nutriente ejerce una función en la planta:

- N: factor de crecimiento y desarrollo. Dota de mayor contenido proteico y vitamínico a los forrajes y granos de la planta.
- P: factor de precocidad. Activa el desarrollo inicial de los cultivos y favorece la maduración. Importante en la transferencia de energía y esencial para la fotosíntesis.
- K: factor de calidad. Aumenta la resistencia de la planta a sequías, heladas y enfermedades, favoreciendo su rigidez y estructura. También aumenta el tamaño y peso de los cultivos.
- Mg: Constituyente central de la clorofila que funciona como un aceptador de la energía solar. Se incluye también en las reacciones enzimáticas relacionadas con la transferencia de energía de la planta.
- S: Constituyente esencial de proteínas. También está involucrado en la formación de la clorofila y es importante en el crecimiento de la planta.
- Ca: Esencial para el crecimiento de las raíces y como un constituyente del tejido celular de las membranas.
- Micronutrientes: son parte de sustancias claves en el crecimiento de la planta, siendo comparables con las vitaminas en la nutrición humana. Son absorbidos en cantidades minúsculas, su rango de provisión óptima es muy pequeño.

Para definir estos fertilizantes compuestos, hay que tener en cuenta un gran número de proporciones de N/P/K. Los tipos de producto existentes son: PK, NP, NK y NPK. El contenido de cada uno de los elementos que determinan la riqueza garantizada de cada producto, se expresa de la siguiente forma:

- N para todas las formas de nitrógeno.
- P_2O_5 para todas las formas de fósforo.
- K_2O para todas las formas de potasio.
- CaO para todas las formas de calcio.
- MgO para todas las formas de magnesio.
- SO_3 para todas las formas de azufre.
- Na_2O para todas las formas del sodio.
- El resto de los elementos fertilizantes, se expresan como elemento: (B para todas las formas de boro, Cl para todas las formas de cloro...).



Por ejemplo, el NPK (Mg-S) con boro 20-6-12(3-20) 0,1B indica que esta clase concreta contiene:

| | |
|-------------------------------|------|
| N | 20% |
| P ₂ O ₅ | 6% |
| K ₂ O | 12% |
| MgO | 3% |
| SO ₃ | 20% |
| B | 0.1% |

Tabla 1: Ejemplo del contenido en nutrientes de un NPK

El contenido típico de nutrientes (N + P + K) oscilará entre 30 % y 60 %.

Históricamente estos abonos se han comercializado en estado sólido (forma granular), pero cada vez se utilizan más los líquidos ya que presentan importantes ventajas como:

- ✓ Menor coste de personal al poder automatizar el proceso de abonado.
- ✓ Posibilidad de incorporar las tres fuentes de N (Ureico, amoniacal y nítrico).
- ✓ Mínimo gasto de energía de las plantas en absorción de agua y nutrientes.
- ✓ Menores necesidades globales de unidades de fertilizantes aplicadas al tener menores pérdidas por lixiviación y evaporación.
- ✓ Control de la contaminación al tener menor lixiviación, por tanto, más respetuosos con el medio ambiente.
- ✓ Posibilidad de adecuar los fertilizantes a los momentos fenológicos que demanda cada cultivo.
- ✓ Aumento de la producción de cultivo como consecuencia de tener satisfechas las necesidades de agua y nutrientes de la planta.



2. ANTECEDENTES.

Se sabe que el hombre comenzó a cultivar las tierras desde hace miles de años, pero la historia de la fertilización se inició cuando los agricultores primitivos descubrieron que determinados suelos dejaban de producir rendimientos aceptables si se cultivaban continuamente, y que al añadir estiércol o residuos vegetales se restauraba la fertilidad.

El origen de la industria mundial de fertilizantes se inició a mediados del siglo XIX, periodo en el que se empezaron a comercializar diversos tipos de fertilizantes. En 1842, J. B. Lawes, en el Reino Unido, patentó la fabricación del superfosfato procedente de huesos y de yacimientos de fosfatos naturales.

En cuanto al potasio, el aprovechamiento comercial de las minas, de donde se extrae, se inició en 1860, en Stassfurt (Alemania).

La síntesis del amoníaco, patentada en 1908 por Fritz Haber en Alemania y el desarrollo a escala comercial de este descubrimiento, realizado por Carl Bosch, que diseñó la primera planta industrial, puede considerarse como uno de los más relevantes hitos en la historia de la fertilización. A partir de entonces, se produjo un empleo generalizado del nitrógeno en la agricultura.

En la década de 1950 comenzó la producción de fertilizantes NPK sólidos, siendo muy importantes para cumplir con la producción agrícola a gran escala. Estos en su mayoría son aplicables directamente al suelo de modo que las plantas asimilan sus nutrientes por las raíces. Sin embargo, las condiciones de absorción de los nutrientes presentan adversidades o deficiencias y la aplicación por vía radicular es limitada en tiempo y forma.

Gracias a técnicas como la fertirrigación y a la aparición de los fertilizantes NPK líquidos es posible suministrar los nutrientes y micronutrientes requeridos por los diversos tipos de cultivos y lograr controlar su desarrollo. La fertirrigación con fertilizantes líquidos es el sistema más eficaz para aportar a la planta los nutrientes que necesita en cada etapa de su desarrollo vegetativo. Además, disminuye fuertemente el impacto sobre el medio ambiente, así como las pérdidas de fertilizante, constituyendo, de esta forma, uno de los más claros exponentes de la racionalización y optimización en el uso de los fertilizantes.

La fertilización vía líquida en España se desarrolla en los años 80, siendo Fertinova la empresa pionera en su fabricación. En estos momentos puede estimarse en una producción anual de 1.4 millones de Tm.



3. ESTUDIO DE MERCADO.

El estudio de mercado nos permitirá decidir sobre el tamaño más conveniente del proyecto, es decir, el número de unidades por unidad de tiempo que debe fabricarse para obtener una rentabilidad óptima.

Para llevarlo a cabo nos centraremos en los siguientes 7 puntos:

- Localización y precios de las materias primas.
- Evolución sectorial de los fertilizantes.
- Análisis de la demanda.
- Análisis de la oferta.
- Centros de producción existentes.
- Posibles consumidores potenciales.
- Precios de los productos terminados.

3.1 Localización y precios de las materias primas:

Además del agua, las principales materias primas que utilizaremos en la fabricación de NPK líquidos son las que aparecen en la siguiente tabla:

| | | Riqueza en Nutrientes (%) | | | |
|----------|-----------------------------------|---------------------------|----|------------------------------------|----------------------|
| | | Materia prima | N | P (P ₂ O ₅) | K (K ₂ O) |
| Líquidas | H ₃ PO ₄ | | | 55 | |
| | HNO ₃ | 12 | | | |
| | N20 | 20 | | | |
| | N32 | 32 | | | |
| Sólidas | MAP | 11 | 56 | | |
| | KCl | | | | 60 |
| | CO(NH ₂) ₂ | 46 | | | |
| | NH ₄ NO ₃ | 34.5 | | | |
| | KNO ₃ | 13 | | | 46 |
| | K ₂ SO ₄ | | | | 5 |

Tabla 2: Riqueza en nutrientes de las materias primas

Para adquirir estas materias primas podemos acudir al mercado nacional (generalmente para pequeños pedidos, camiones de 24-40 Tm) o importarlas de otros países (generalmente para pedidos grandes, barcos de 3000 Tm).

Las materias primas que contienen N como las soluciones nitrogenadas N32 (8% nítrico, 8% amoniacal, 16% ureico) y N20 (10% nítrico, 10% amoniacal), la urea ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$), el ácido nítrico (HNO_3) y el nitrato amónico (NH_4NO_3), las buscaremos en aquellos países con grandes reservas de gas natural (CH_4) ya que este es la materia prima utilizada en el 75-80% de la manufactura del amoníaco (NH_3) a nivel mundial. El NH_3 es la fuente básica usada en la fabricación de la mayoría de fertilizantes portadores de N. El incremento de los precios del gas natural en países desarrollados como Noruega y Rusia ha promovido el cambio de la producción de N a países en vías de desarrollo como Argelia, Libia y Egipto. En el mercado nacional nuestro proveedor de estas materias primas nitrogenadas será, principalmente, Fertiberia (Sagunto).

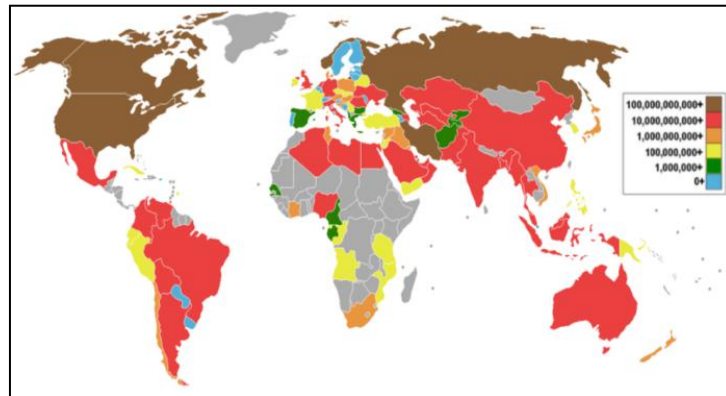


Figura 1: Reservas mundiales de gas natural (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2014)

La principal materia prima utilizada en la producción de casi todos los productos fosfatados, como el ácido fosfórico (H_3PO_4) o el fosfato monoamónico (MAP), es la roca fosfórica. Por tanto, debemos buscar dichos productos en países con reservas de esta materia prima. El H_3PO_4 se importa a España, mayoritariamente, de Marruecos, Túnez y Siria. El MAP de Líbano, Túnez e Israel. También lo podemos adquirir en Fertisac (Granada).

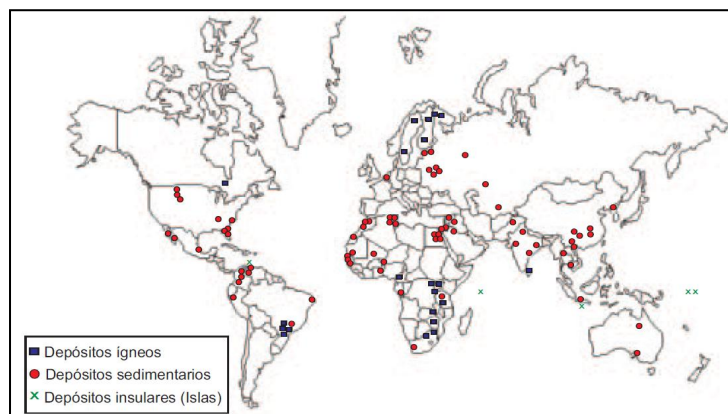


Figura 2: Depósitos mundiales de fosfato (Reservas mundiales de nutrientes, Paul E. Fixen. 2008.)

El término potasa se refiere a una variedad de minerales que contienen K. Los depósitos económicos de potasa se encuentran en capas de sales sedimentarias remanentes de antiguos océanos interiores o lagos salados y salmueras naturales. Por tanto, el KCl, el KNO_3 y el K_2SO_4 los importaremos de países como Israel y Jordania (Mar Muerto). En el mercado nacional, el KCl y el K_2SO_4 los podemos adquirir en Fertiberia (Sagunto), mientras que el KNO_3 en Herogra fertilizantes (Granada).

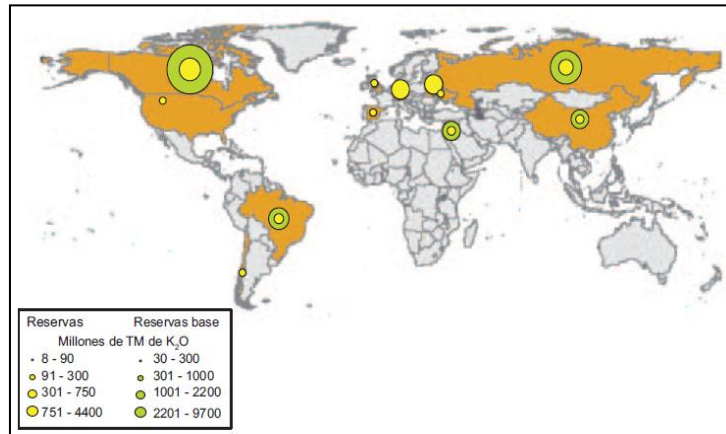


Figura 3: Reservas mundiales de potasa (Reservas mundiales de nutrientes, Paul E. Fixen. 2008).

Por lo que se refiere a los precios de estas materias primas, debemos tener en cuenta que estas se cotizan en \$ y, por tanto, su precio dependerá del cambio de moneda al €. Como referencia de precios de las materias primas más utilizadas podemos utilizar la tabla 3.

| Materia prima | Precio (€/Tm) | Materia prima | Precio (€/Tm) |
|---------------|---------------|-------------------------|---------------|
| Urea | 230 | H_3PO_4 | 550 |
| N32 | 250 | MAP | 500 |
| N20 | 185 | KCl | 300 |

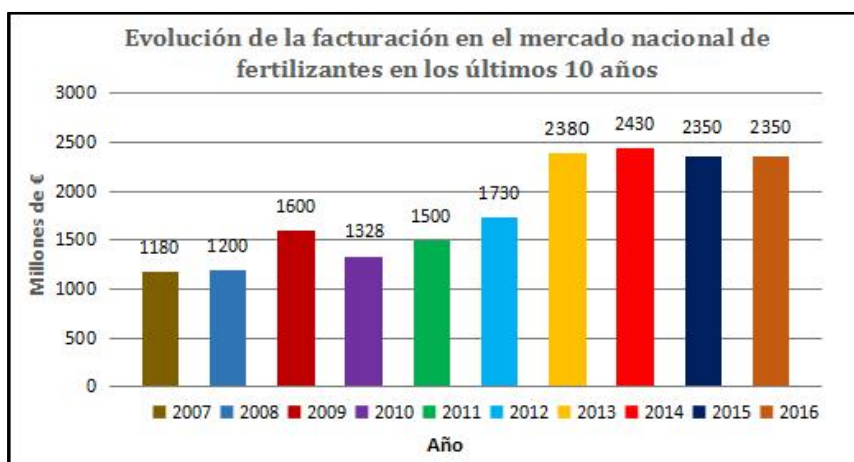
Tabla 3: Precios de algunas materias primas (Fuente: Liquimed)

A estos precios hay que añadir los costes de transporte tal y como veremos en el estudio económico de la planta.

3.2 Evolución sectorial de los fertilizantes:

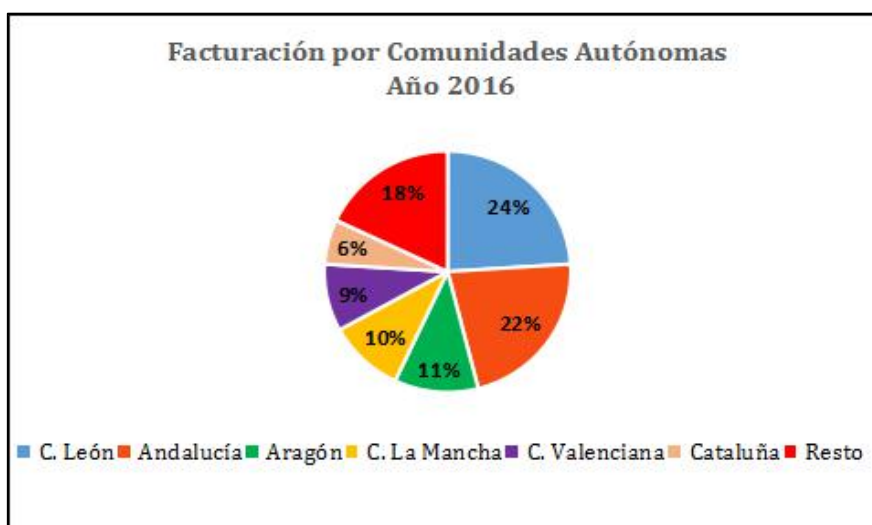
En este caso nos centraremos en el mercado nacional debido a que el área de actuación de estas industrias se estima en unos 300 km de radio máximo, ya que de lo contrario los gastos de transporte hacen inviable la comercialización del producto acabado a granel.

Como se puede observar en la gráfica 1, durante los últimos 10 años, en España se ha producido una tendencia claramente al alza en la facturación de fertilizantes.



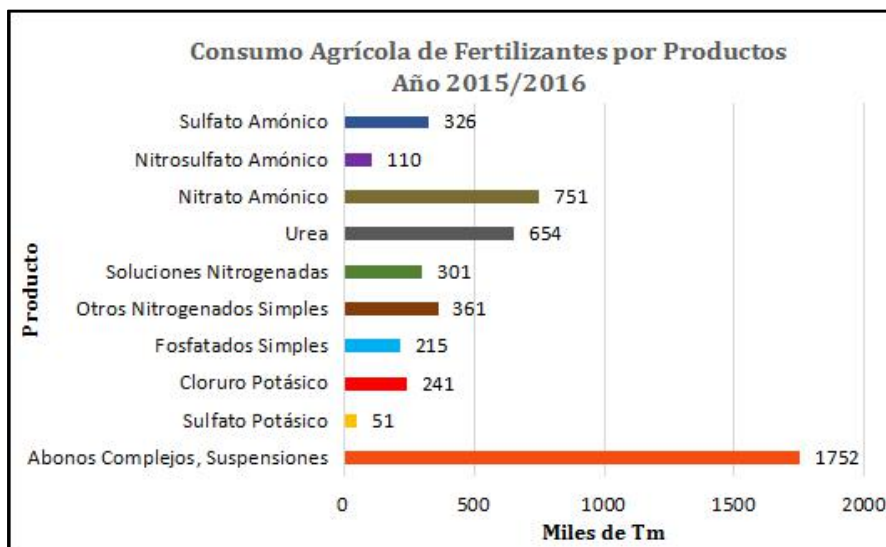
Gráfica 1: Evolución de la facturación de fertilizantes en España (Fuente: ANFFE)

6 Comunidades Autónomas, de las 17 que componen el Estado Español, representan el 82% de la facturación total del mercado nacional de fertilizantes. Entre ellas se encuentra la Comunidad Valenciana y además, a excepción de Castilla León, las 4 restantes están dentro de nuestro radio de actuación.



Gráfica 2: Facturación de fertilizantes por Comunidades Autónomas (Fuente ANFFE)

El consumo de fertilizantes en España, por productos, durante el año 2015 fue:



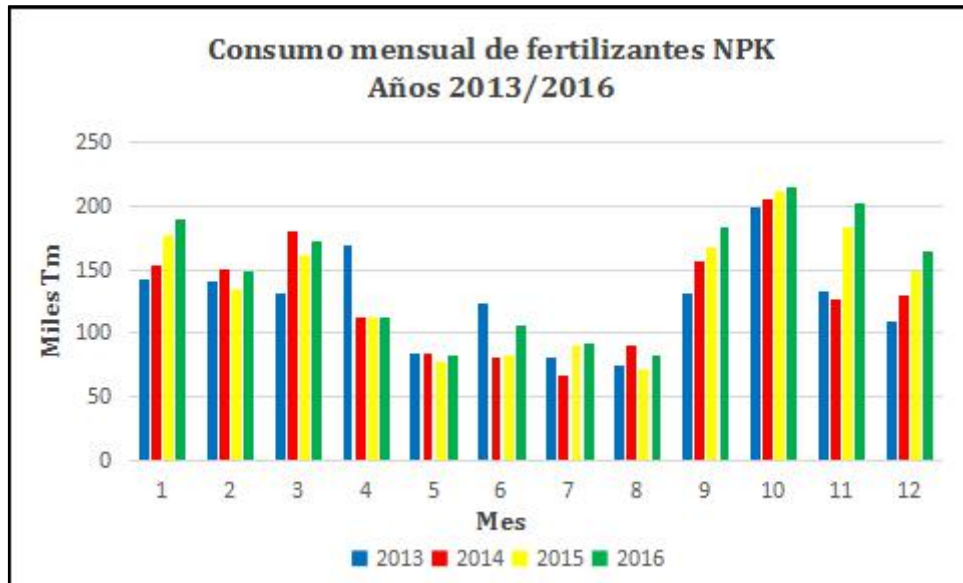
Gráfica 3: Consumo agrícola de fertilizantes por productos en el año 2015 (Fuente ANFFE)

Podemos concluir que los abonos complejos y suspensiones son el producto estrella de la demanda de fertilizantes en España.

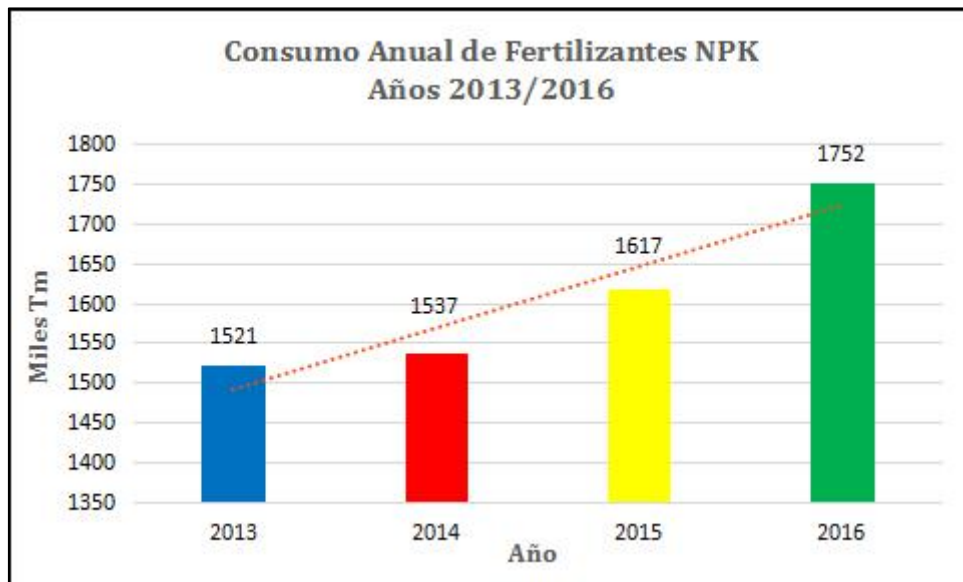
La tabla 4 nos muestra la evolución del consumo mensual y total anual de fertilizantes NPK durante los últimos cuatro años. Este consumo queda reflejado en las gráficas 4 y 5 respectivamente.

| Mes/Año | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|------------------|------|------|------|------|
| Enero | 143 | 153 | 177 | 190 |
| Febrero | 141 | 150 | 134 | 148 |
| Marzo | 132 | 180 | 161 | 173 |
| Abril | 169 | 112 | 113 | 112 |
| Mayo | 84 | 84 | 78 | 82 |
| Junio | 123 | 81 | 82 | 106 |
| Julio | 81 | 67 | 90 | 92 |
| Agosto | 74 | 91 | 71 | 83 |
| Septiembre | 132 | 157 | 168 | 183 |
| Octubre | 199 | 205 | 212 | 215 |
| Noviembre | 133 | 127 | 183 | 203 |
| Diciembre | 110 | 130 | 148 | 165 |
| Total (miles Tm) | 1521 | 1537 | 1617 | 1752 |

Tabla 4: Consumo de fertilizantes NPK. Años 2013-2016 (Fuente: ACEFER)



Gráfica 4: Consumo mensual de fertilizantes NPK. Años 2013-2016



Gráfica 5: Consumo anual de fertilizantes NPK. Años 2013-2016

Por tanto, el consumo anual de fertilizantes NPK durante los últimos 4 años ha evolucionado claramente al alza, produciéndose un aumento del mismo de aproximadamente el 15%.



3.3 Análisis de la demanda:

Usando la información de la demanda histórica de fertilizantes NPK de la gráfica 4, podemos hacer una predicción del consumo de fertilizantes NPK para los próximos 4 años. Para ello utilizaremos el método de mínimos cuadrados o regresión lineal, donde los datos se ajustarán a la ecuación de la recta y cuyo error debe ser lo más pequeño posible para garantizar un pronóstico adecuado.

Cuando la variable dependiente cambia como resultado del tiempo se trata de un análisis de serie temporal. Por tanto, tomaremos como variable dependiente la demanda de NPK y como variable independiente el tiempo.

Ecuación de la recta:

$$Y = a + bX$$

Dónde a es el origen, b la pendiente de la recta, X la variable tiempo e Y la demanda.

$$a = \frac{\sum Y}{N} \quad ; \quad b = \frac{\sum XY}{\sum X^2}$$

Siendo N el contador de la variable tiempo. En nuestro caso N=4.

| X | Y | X ² | XY |
|-------------|---------------|----------------|----------------|
| 1 | 1521 | 1 | 1521 |
| 2 | 1537 | 4 | 3074 |
| 3 | 1617 | 9 | 4851 |
| 4 | 1752 | 16 | 7008 |
| Σ=10 | Σ=6427 | Σ=30 | Σ=16454 |

Tabla 5: Método de mínimos cuadrados para predecir la demanda

$$a = 1606.75 \quad ; \quad b = 548.47 \quad ; \quad Y = 1606.75 + 548.47X$$

Con estos valores de a y b ya podemos estimar la demanda para los próximos 4 años sustituyendo el valor de X por el valor del año correspondiente:

$$\text{Año 2017: } Y = 1606.75 + 548.47 * 1 = 2155.22$$

$$\text{Año 2018: } Y = 1606.75 + 548.47 * 2 = 2703.69$$

$$\text{Año 2019: } Y = 1606.75 + 548.47 * 3 = 3252.16$$

$$\text{Año 2020: } Y = 1606.75 + 548.47 * 4 = 3800.63$$



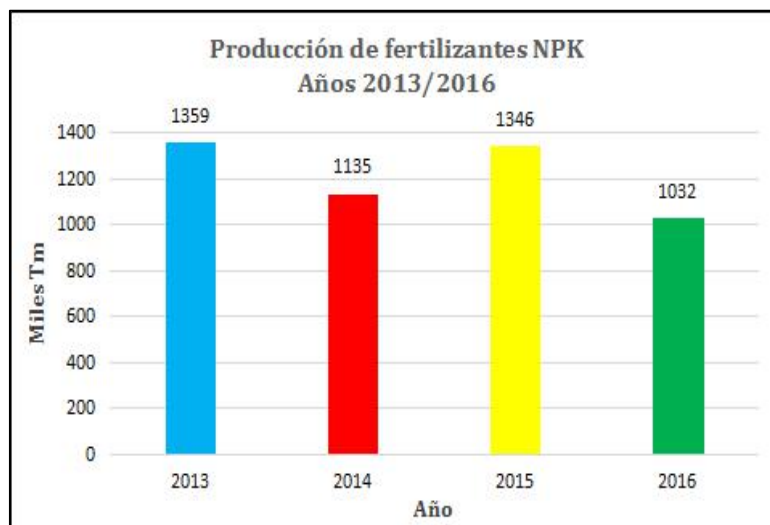
Gráfica 6: Predicción de la demanda, años 2017-2020

3.4 Análisis de la oferta:

Con los datos históricos de la producción de abonos complejos NPK que se muestran en la tabla 6 podemos realizar un análisis de la oferta:

| AÑO | PRODUCCIÓN (miles Tm/año) |
|------|---------------------------|
| 2013 | 1359 |
| 2014 | 1135 |
| 2015 | 1346 |
| 2016 | 1032 |

Tabla 6: Producción de fertilizantes NPK en España, años 2013-2016 (Fuente ANFFE)



Gráfica 7: Producción anual de fertilizantes NPK. Años 2013-2016



A partir de estos datos, vamos a realizar un pronóstico de la evolución que tendrá la producción en el futuro. Para ello se empleará el método de mínimos cuadrados visto anteriormente, siendo la oferta la variable dependiente (Y) y el tiempo la variable independiente (X).

| X | Y | X ² | XY |
|-------------|---------------|----------------|----------------|
| 1 | 1359 | 1 | 1359 |
| 2 | 1135 | 4 | 2270 |
| 3 | 1346 | 9 | 4038 |
| 4 | 1032 | 16 | 4128 |
| $\Sigma=10$ | $\Sigma=4872$ | $\Sigma=30$ | $\Sigma=11795$ |

Tabla 7: Método de mínimos cuadrados para predecir la oferta

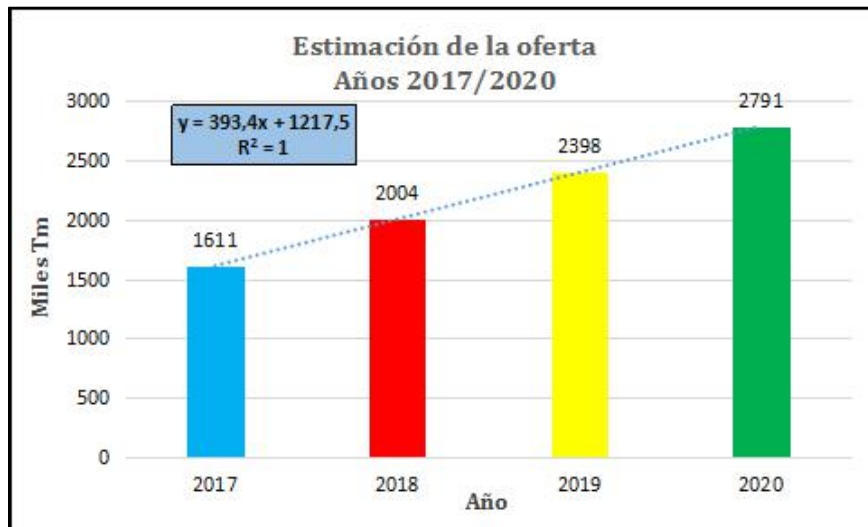
$$a = 1218.00 \quad ; \quad b = 393.17 \quad ; \quad Y = 1218.00 + 393.17X$$

$$\text{Año 2017: } Y = 1218.00 + 393.17 * 1 = 1611.17$$

$$\text{Año 2018: } Y = 1218.00 + 393.17 * 2 = 2004.34$$

$$\text{Año 2019: } Y = 1218.00 + 393.17 * 3 = 2397.51$$

$$\text{Año 2020: } Y = 1218.00 + 393.17 * 4 = 2790.68$$



Gráfica 8: Predicción de la oferta. Años 2017-2020

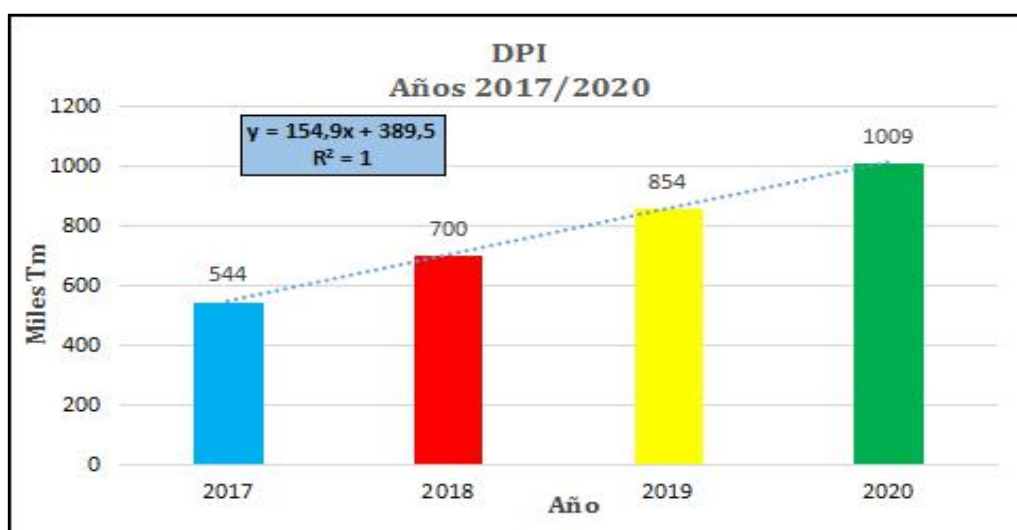


Una vez obtenidas las predicciones de la oferta y la demanda para los próximos 4 años, ya podemos calcular la demanda potencial insatisfecha (DPI).

$$\text{DPI} = \text{demanda} - \text{oferta}$$

| Año | Demanda | Oferta | DPI (miles Tm) |
|------|---------|--------|----------------|
| 2017 | 2155 | 1611 | 544 |
| 2018 | 2704 | 2004 | 700 |
| 2019 | 3252 | 2398 | 854 |
| 2020 | 3800 | 2791 | 1009 |

Tabla 8: Cálculo de la DPI. Años 2017-2020



Gráfica 9: DPI. Años 2017-2020

3.5 Centros de producción existentes:

En la figura 4 podemos observar que los centros de producción de fertilizantes líquidos se concentran, principalmente, en la mitad sur del país. Esto se debe a que las Comunidades Autónomas con más superficie regada son Andalucía (29.26%) y Castilla La Mancha (13.93%). A continuación les siguen Castilla León (11.82%), Aragón (10.94%), Comunidad Valenciana (7.93%), Extremadura (7.26%), Cataluña (7.02%) y Murcia (5.09%).

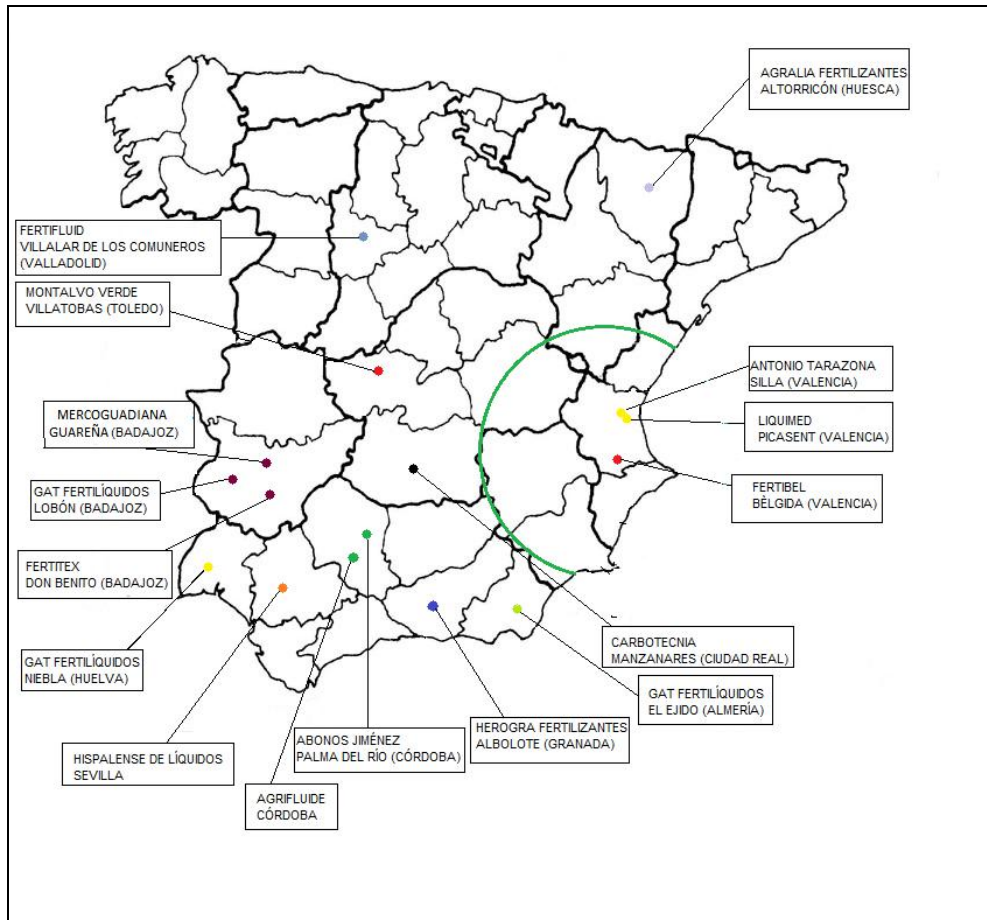


Figura 4: Centros de producción de fertilizantes NPK líquidos en España

| EMPRESA | CAPACIDAD (Tm/año) |
|-----------------------------|--------------------|
| Agralia fertilizantes | 70000 |
| Antonio Tarazona | 120000 |
| Liquimed | 500000 |
| Carbotecnia | 40000 |
| Gat fertilíquidos (Almeria) | 50000 |
| Herogra fertilizantes | 60000 |
| Abonos Jiménez | 80000 |
| Agrifluide | 40000 |
| Hispalense de líquidos | 200000 |
| Gat fertilíquidos (Huelva) | 50000 |
| Fertitex | 30000 |
| Gat fertilíquidos (Badajoz) | 50000 |
| Montalvo Verde | 45000 |
| Fertifluid | 40000 |
| Mercoguardiana | 35000 |
| TOTAL | 1410000 |

Tabla 9: Capacidad de producción de NPK de las empresas existentes



3.6 Posibles consumidores potenciales:

Nuestros posibles consumidores potenciales serán:

- Empresas comercializadoras de fertilizantes con fuerte implantación en la zona sureste del país de alta densidad agrícola (Castilla La Mancha, Comunidad Valenciana, Murcia, Andalucía).
- Grandes cooperativas o empresas productoras y/o comercializadoras de productos agrícolas.
- Agricultores dedicados a la agricultura familiar (fincas pequeñas o medianas) que no necesitan grandes cantidades de fertilizante (contenedores GRG de 1000 litros)

3.7 Precios de los NPK líquidos:

Los precios de los fertilizantes líquidos dependen de como varían los precios de las materias primas, por tanto, del cambio de moneda de \$ a € y de la formulación del producto. Como referencia podemos tomar la siguiente tabla de precios:

| NPK | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | Promedio |
|------------|------|------|------|------|----------|
| (0-4-7) | 200 | 247 | 253 | 240 | 235 |
| (8-24-16) | 324 | 398 | 415 | 410 | 387 |
| (15-15-15) | 346 | 401 | 430 | 424 | 400 |

Tabla 10: Evolución de los precios (€/Tm, sin IVA) de los NPK más comunes (Fuente MAGRAMA)



4. OBJETO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.

El objeto del presente proyecto consiste en la construcción y puesta en marcha de una instalación destinada a la fabricación, almacenamiento, y distribución al por mayor de fertilizantes líquidos NPK.

La imparable modernización y automatización de los sistemas de cultivo, hacen del empleo de los fertilizantes líquidos la más rentable de las soluciones de fertilización. La demanda agrícola de nuevas tecnologías en los sistemas de irrigación y en la mayor eficiencia en los insumos nutricionales, hace necesario disponer de fertilizantes líquidos que puedan hacer frente a las demandas de los agricultores.

La planta que se pretende diseñar se ubicará en una zona eminentemente agrícola y con una extensa superficie de regadío por goteo con cultivos como frutales, cítricos, y hortalizas.

A todo esto, hay que añadir que las últimas predicciones de FAO (Food and Agriculture Organization) indican que para el año 2050 la población mundial será de 9100 millones de habitantes, frente a los 6800 millones actuales. Esto representa un incremento del 34% para los próximos 35 años. Por otra parte, el crecimiento de la superficie agrícola está limitado, ya que las selvas y bosques que aún quedan en el mundo son absolutamente necesarios para mantener el clima del planeta. Se hace pues necesario mantener e incrementar los rendimientos de los cultivos, empleando técnicas que permitan practicar una agricultura productiva, pero también sostenible, en la que los fertilizantes se empleen de forma racional, con máxima eficiencia y respeto al medio ambiente tal y como ocurre con los fertilizantes líquidos.

5. EMPLAZAMIENTO DE LA PLANTA.

5.1 Características del polígono industrial:

La planta estará ubicada en la parcela 9000 del polígono 2 (polígono industrial “El Tossalet”) del término municipal de Bèlgida. Su referencia catastral es 2154303QD5025S0001JA y tiene una superficie de suelo de 6583 m², de los cuales 5225m² serán para el recinto de la planta y el resto para zonas verdes, viales y aparcamiento de vehículos.



Figura 5: Vista aérea del emplazamiento de la planta

El proyecto deberá cumplir la normativa urbanística del Polígono :

| | |
|---|--|
| Edificabilidad | 1.5 m ² techo/ m ² suelo |
| Ocupación máxima de la parcela | 75% |
| Ocupación mínima de la parcela | 20% superficie ocupación máxima |
| Retranqueos a viales y vecinos | 5 m |
| Altura máxima | 12 m y 3 plantas |
| Altura mínima | 4m y 1 planta |
| Distancia mínima entre edificios | 5m |

Tabla 11: Normativa urbanística del polígono “El Tossalet”

En cuanto a la normativa sectorial, el proyecto deberá cumplir la normativa aplicable con especial atención a la parcela medioambiental y la de protección contra incendios.



5.2. Características de la zona de ubicación de la planta:

A la hora de escoger la ubicación para la construcción de una planta industrial, una de los factores más importantes a tener en cuenta es que el lugar escogido disponga de una buena comunicación y accesibilidad.

El Polígono Industrial “El Tossalet” ofrece las siguientes ventajas:

- Situado a unos 80 km del Aeropuerto de Manises y el de “L’Altet” en Alicante.
- Situado a unos 35 km del Puerto de Gandía.
- Dispone de una buena comunicación por carreteras. El polígono tiene acceso directo a la carretera CV-667 ya que pasa por delante del mismo. Esta carretera pertenece a la red autonómica de carreteras de la Comunidad Valenciana y comunica rápidamente con la CV-60 (Ollería - Gandía - Oliva) y con la CV-62 (Montaverner - Atzeneta d’Albaida). La CV-60 tiene acceso a la la autovía A-7 por Ollería, que se encuentra a 9 km de Bèlgida. La CV-40 tiene acceso a la A-7 por Atzeneta d’Albaida, que se encuentra a 4 km de Bèlgida. Por tanto podemos acceder rápidamente a la A-7 o Autovía del Mediterráneo. Esta autovía pertenece a la red de carreteras del Estado y empieza en Algeciras para finalizar en Barcelona. En la nomenclatura de la Red de Carreteras Europeas es el tramo español de la E-15.

Por lo que respecta a Bèlgida, es un municipio de la comarca de La Vall d’Albaida situado al sur de la provincia de Valencia. Se encuentra a 264 metros de altura sobre el nivel del mar y tiene una superficie de 17.3 km². En la actualidad cuenta con 683 habitantes y su economía está basada principalmente en la agricultura, tanto convencional como ecológica.

Bèlgida presenta un clima mediterráneo de temperaturas suaves, con ausencia de inviernos auténticamente fríos. La temperatura media anual es de 17 °C, siendo la temperatura mínima de 11.6 °C y la máxima de 22.4 °C. Por lo que respecta a las lluvias, la precipitación media anual es de aproximadamente 677 mm. Se puede decir que en invierno y, sobre todo, en verano, la sequía es intensa. Las precipitaciones de finales de verano y otoño suelen tener carácter torrencial y, a menudo, provocan la crecida de ríos y rieras.

La vegetación natural del municipio actualmente es bastante escasa debido a la intensa intervención del hombre a favor de la agricultura. Sólo se conservan algunos bosques de pinos en terreno forestal y chopos con matorral en terrenos marginales y barrancos.



6. PRINCIPALES VARIABLES DEL DISEÑO DE UN NPK LÍQUIDO.

En el diseño de un fertilizante líquido se consideran las necesidades nutritivas del cultivo al que se va a aplicar, el sistema de aplicación previsto, las características del agua de riego, etc. Todos estos datos se traducen en una serie de características que la composición de los fertilizantes debe satisfacer. Por tanto, al formular fertilizantes líquidos NPK debemos obtener la fórmula que mejor se adapte al conjunto de requerimientos preestablecidos teniendo en cuenta los siguientes factores:

- **Equilibrio fertilizante:** Los requerimientos nutritivos del cultivo son trasladados al laboratorio en forma de equilibrio fertilizante, expresando las proporciones relativas de los nutrientes necesarios para el diseño y formulación del producto. Este se traduce en una fórmula líquida concreta, químicamente estable.
- **Temperatura de cristalización:** debe ser suficientemente baja para que no determine riesgo de cristalización. En regiones de clima mediterráneo los fertilizantes líquidos presentan, como norma general, temperaturas de cristalización inferiores a los 4°C.
- **Formas de Nitrógeno:** Las formas más comunes en las que se demanda la presencia del nitrógeno en los fertilizantes líquidos son: nítrica, amoniacal y ureica. La proporción relativa de cada una de ellas vendrá determinada por los requerimientos del cultivo.
- **Formas de fósforo:** Las formas iónicas habituales en las que se presenta el fósforo en los fertilizantes líquidos son fosfato y polifosfato. En el diseño de productos destinados a su aplicación mediante riego por goteo, como es el caso, se suele descartar la presencia de polifosfatos porque el carácter neutro de los fertilizantes que los contienen y la reactividad de estos iones con el calcio, determina que los productos resultantes puedan generar obstrucciones de origen químico en los elementos de la instalación por interacción con el agua de riego.
- **pH:** En el caso de sistemas de riego por goteo, es recomendable el uso de fertilizantes de reacción ácida cuando las aguas son de pH elevado, duras y con altos contenidos de carbonatos y/o bicarbonatos. De esta forma se disminuye el riesgo de precipitaciones químicas, fundamentalmente de sales insolubles de calcio incrustadas en los elementos de la instalación de riego.
- **Otros requerimientos agronómicos:** A veces, es conveniente que el fertilizante empleado, fundamentalmente cuando éste se diseña como solución nutritiva completa, se presente enriquecido en determinados elementos secundarios o microelementos.



Atendiendo a estas variables de diseño, la presentación comercial de los NPK líquidos puede ser:

- Suspensiones sobresaturadas: Se trata de suspensiones de fertilizantes solubles en suspensiones de arcilla (bentonita o atapulgita). Una parte de los fertilizantes se encuentran formando parte de la solución saturada y otra parte en suspensión. Además, parte del potasio, normalmente procedente del KCl, queda adsorbido por las arcillas con lo que se pueden superar las 12 unidades. En conjunto se pueden alcanzar 60 unidades fertilizantes. Para mantenerlas se requiere una agitación periódica.
- Soluciones claras: Son soluciones acuosas que contienen uno o varios elementos nutritivos disueltos en agua. Pueden ser neutras o ácidas.

En las neutras, la fuente de fósforo siempre es una solución de polifosfato amónico (11-34-0). No alcanza las 30 unidades fertilizantes y su contenido en K_2O no supera las 12 unidades. Se utilizan frecuentemente en fertirrigación siempre que las aguas de riego no sean excesivamente ricas en carbonatos y bicarbonatos. No son corrosivos, no obstante, las bombas y utillaje empleado en su aplicación deben enjuagarse convenientemente al terminar el trabajo.

Las soluciones ácidas se diferencian de las neutras en que la fuente de fósforo es H_3PO_4 . Al igual que en los neutros no se alcanzan las 30 unidades fertilizantes ni el potasio supera las 12. Se utilizan preferentemente en fertirrigación con aguas duras y pH superior a 7.5. Corroen a muchos metales y no afectan al policloruro de vinilo (PVC), polietileno (PE), etc. Una vez diluidos, durante su aplicación, no afectan a las partes metálicas del equipo de aplicación, si bien, al finalizar el trabajo debe ser lavado convenientemente.



7. ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO.

7.1. Descripción de la planta industrial:

Para la fábrica de fertilizantes líquidos se proyecta construir las siguientes zonas:

- Zona 1: Nave de almacenamiento de materias primas sólidas (360 m²). Se dispondrán 6 trojes de dimensiones 5x12 m cada uno, formados por separadores de hormigón prefabricado de 3 m de altura y una estructura de techado de toda la zona. Debido a las características de estas sustancias y para su funcionalidad, la zona de almacenamiento constituye un espacio semiabierto, que tiene libre el frontal de acceso para facilitar las operaciones de carga y descarga.
- Zona 2: Parque de almacenamiento de materias primas líquidas (231 m²). Se almacenarán en 5 depósitos que irán instalados sobre cubetos de retención de hormigón, dimensionados de tal modo que permitan recoger las posibles fugas y derrames accidentales de los mismos sin que lleguen a la red general de saneamiento.
- Zona 3: Nave automática de proceso (259 m²). Las materias primas se dosifican en los reactores según las composiciones prefijadas y se someten a un mezclado mecánico. A continuación se procede al filtrado de la mezcla.
- Zona 4: Dependencias, repartidas en 2 plantas (100 m² cada una). En la planta superior tenemos las oficinas, el laboratorio y la sala de control equipada con un sistema de monitorización del proceso. La sala de caldera, los vestuarios, los servicios y el comedor en la planta inferior.
- Zona 5: Parque de almacenamiento de fertilizantes líquidos (594 m²). Compuesta por 20 depósitos. Todos ellos irán instalados sobre un cubeto estanco común de hormigón, dimensionado de tal modo que permita recoger las posibles fugas y derrames accidentales de los mismos sin que lleguen a la red general de saneamiento.
- Zona 6: Almacén de contenedores GRG (Gran Recipiente a Granel) de fertilizante líquido (120 m²).
- Zona 7: Almacén de residuos generados en la industria (100 m²).
- Zona 8: Gestión de aguas residuales.

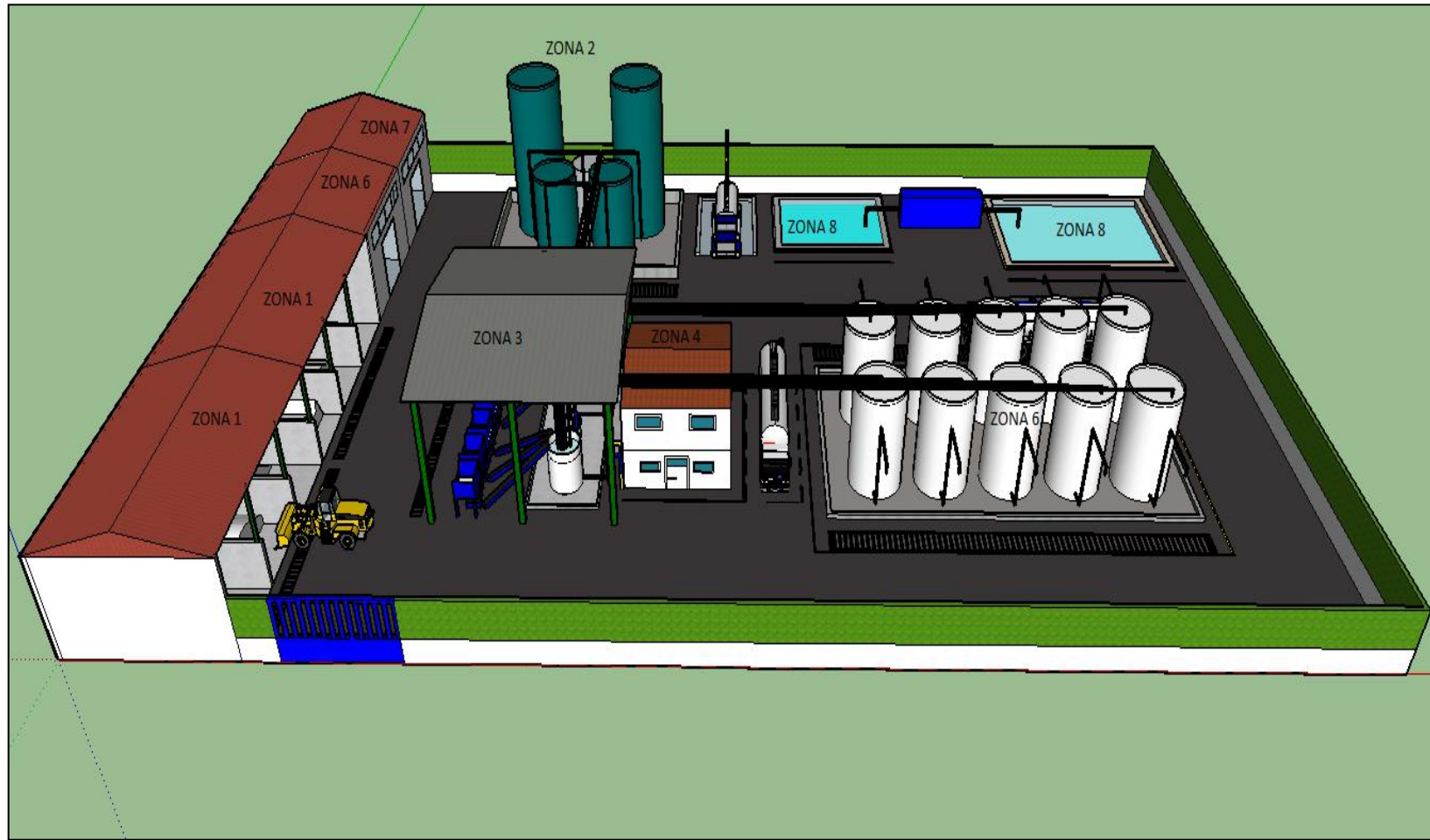


Figura 6: Distribución en planta

7.2 Descripción del proceso productivo:

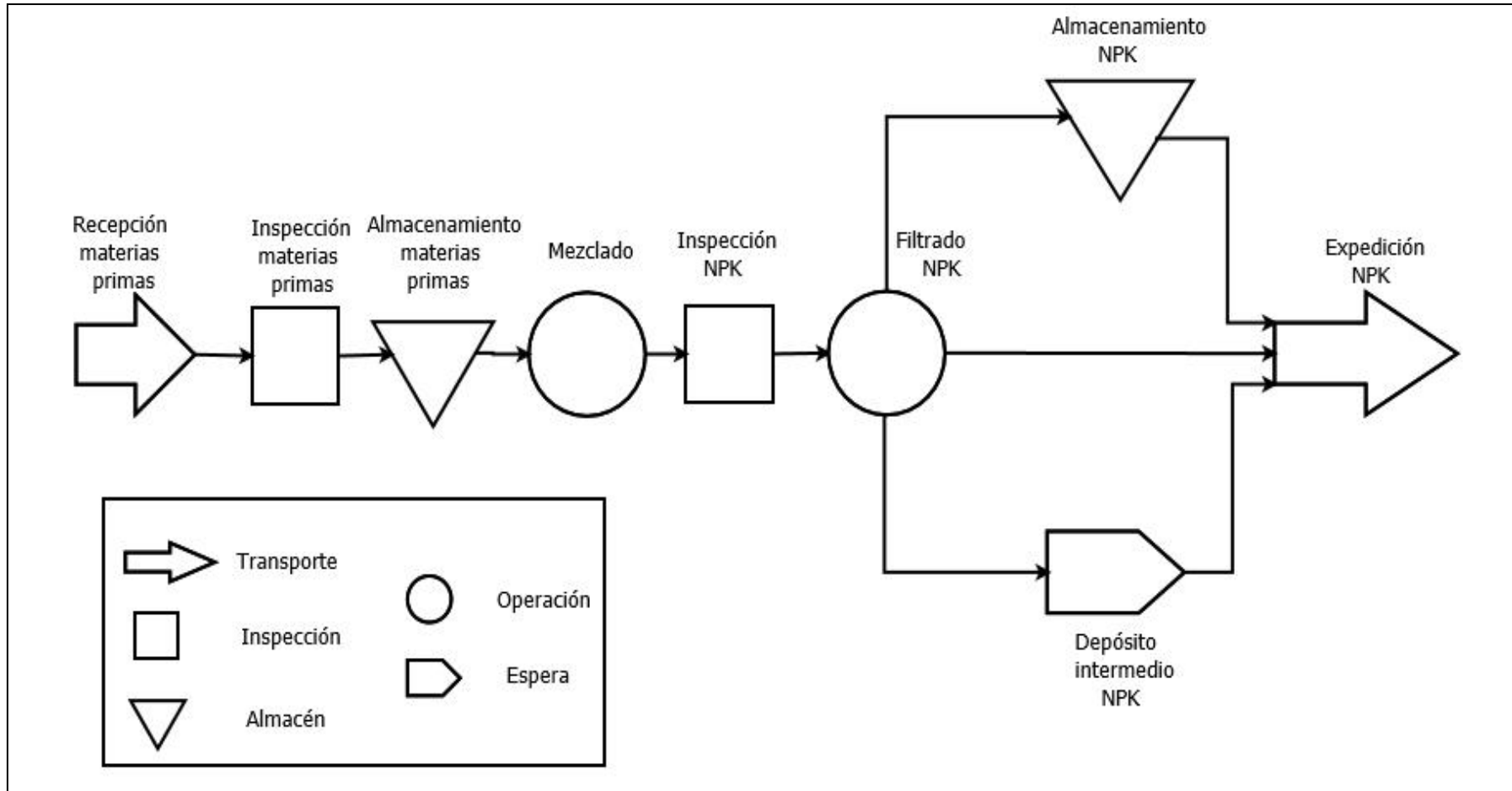


Figura 7: Diagrama de flujo

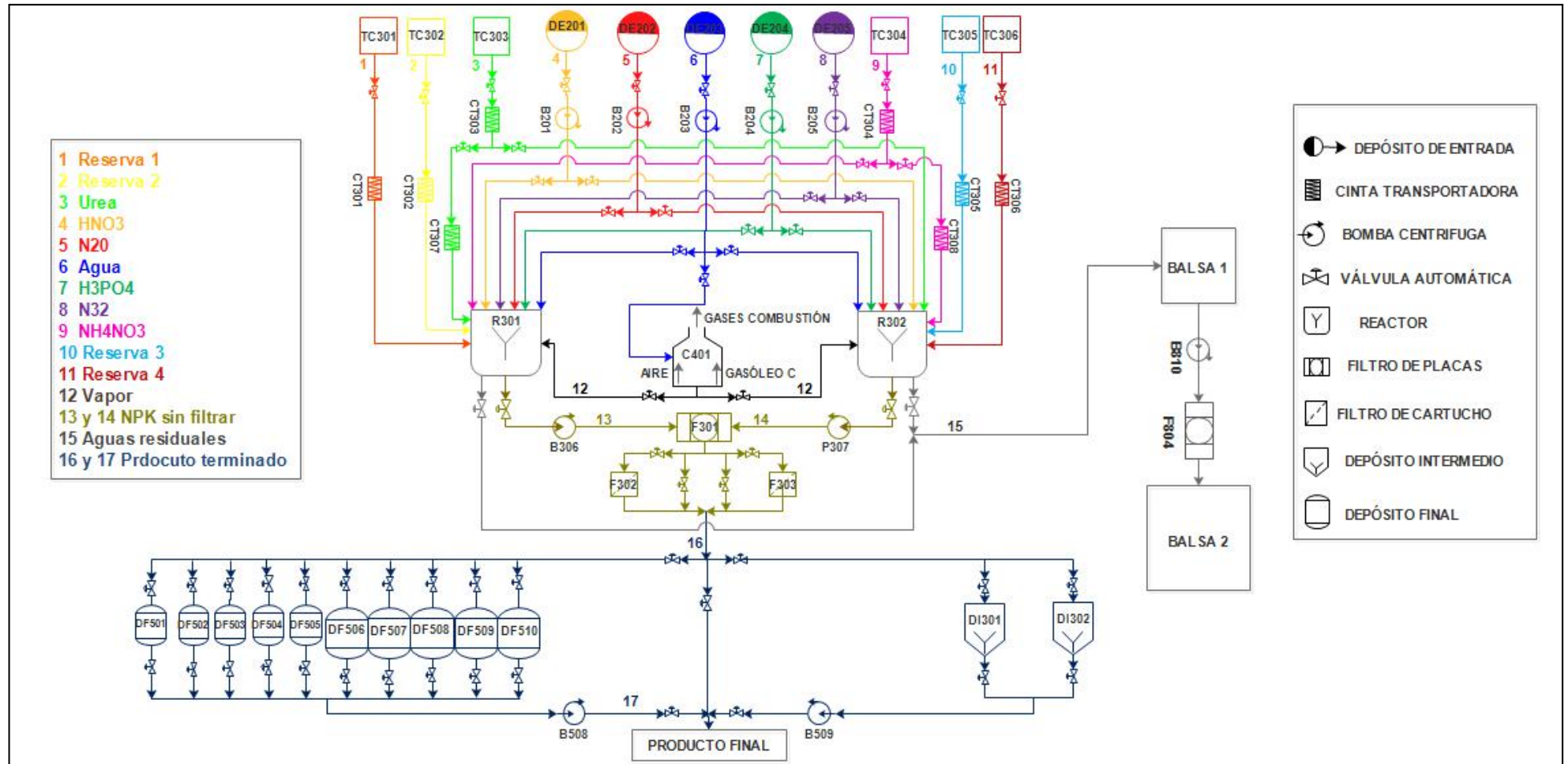


Figura 8: Diagrama de proceso



La codificación de los equipos para la elaboración del diagrama de proceso queda ilustrada en el siguiente ejemplo:

“B302”

La primera letra indica el tipo de equipo, en este caso, la letra B indica que se trata de una bomba. Otros códigos utilizados son: TC (tolva de carga), DE (depósitos de entrada), CT (cinta transportadora), C (caldera de combustión), R (reactores), F (filtros), DI (depósitos intermedios) y DF (depósitos finales). La primera cifra numérica indica la zona en la que se encuentra el equipo, mientras que las dos siguientes cifras numéricas indican el número del equipo, empezando desde el 01.

Para la carga de materias primas sólidas, se dispone de una batería de seis tolvas con una capacidad unitaria para almacenar 4.5 Tm de producto. Las materias primas sólidas se transportan mediante pala cargadora desde el almacén de sólidos hasta las 6 tolvas de carga de la nave de proceso identificadas como TC301, TC302, TC303, TC304, TC305 y TC306. Las tolvas TC303 y TC304 almacenarán de forma permanente urea y nitratos respectivamente; el resto almacenará los sólidos a demanda. Desde las tolvas son conducidas a través de cintas transportadoras accionadas por un motor hasta los reactores. Son las cintas identificadas como CT301, CT302, CT303, CT304, CT305, CT306, CT307 y CT308 y las corrientes identificadas con los números 1, 2, 3, 9, 10, y 11.

Las materias primas líquidas entran en el proceso desde los depósitos de entrada, DE201, DE202, DE203, DE204 y DE205, mediante un sistema de tuberías y bombeo totalmente automatizado. Son las corrientes identificadas con los números 4 (HNO_3), 5 (N_2O), 6 (H_2O), 7 (H_3PO_4) y 8 (N_3). Las bombas que permiten el transporte de materiales hacia los reactores son las identificadas como B201, B202, B203, B204 y B205. En función de las necesidades del proceso, una parte del agua que entra en este puede ser calentada con la caldera de gasóleo (identificada con el código C401) hasta convertirla en vapor para favorecer el mezclado y agitación de la mezcla. Son las corrientes identificadas con el número 12.

Todos estos flujos de entrada confluyen en los dos reactores, con un sistema automatizado compuesto por células de carga (líneas de materias primas sólidas) y por válvulas de control (líneas de materias primas líquidas). Este sistema es capaz de discriminar el flujo hacia uno de los reactores, hacia el otro o hacia los dos a la vez, en función de las necesidades de producción. Los reactores están identificados con los códigos R301 y R302.



Las corrientes identificadas con los números 13 y 14 corresponden con las salidas del producto terminado de los dos reactores, desde donde son bombeadas (bombas B306 y B307, respectivamente) hacia el filtro de placas identificado con el código F301. Una vez pasado por el filtro de placas, y en función del producto final, existe la opción de pasar el producto por un segundo filtro de cartuchos (identificados con los códigos F302 y F303, respectivamente). Los residuos que quedan atrapados en los filtros son limpiados periódicamente y depositados en cubetos situados al pie de los mismos, para su gestión posterior.

La corriente identificada con el nº 16 corresponde al producto final ya debidamente filtrado y en disposición de ser expedido o almacenado hasta su expedición. Llegados a este punto, el sistema permite tres opciones:

1. Si el producto terminado va a ser cargado directamente en el camión, una válvula de control automatizada abre la línea de producto terminado hasta el punto de descarga directa.
2. Si el producto terminado no puede ser expedido inmediatamente, se pasa a dos depósitos intermedios (identificados como DI301 y DI302), que son dos depósitos que disponen de agitador. El producto terminado permanece en los mismos hasta que puede ser conducido a la zona de expedición, abriendo la válvula de control automatizada y bombeándolo (con la bomba identificada como B509) a través de la línea de producto terminado que lo lleva al punto de descarga directa.
3. Si el producto terminado necesita ser almacenado, se conduce hasta la zona de almacenamiento de producto terminado, formada por 10 depósitos de 50.000 litros de capacidad (identificados como DF501 - DF510) y por 10 depósitos de 80.000 litros de capacidad (identificados como DF511-DF520). Cuando el producto necesita ser expedido, se acciona la bomba identificada como B508 para bombearlo desde cualquier depósito, a través de la línea de producto terminado, hasta el punto de descarga directa.

La corriente identificada como 17 corresponde al producto final, independientemente de su procedencia (descarga directa, depósitos intermedios o depósitos de almacenamiento).

Por último, la gestión de las aguas residuales generadas en el normal funcionamiento de la actividad (corriente 15) se verá en el apartado de medio ambiente.



7.3. Características de la maquinaria, equipos e instalaciones:

■ Depósitos:

Atendiendo al material del que están hechos, tenemos dos tipos:

1. Depósitos de poliéster (PES) reforzado con fibra de vidrio. Sus ventajas son:

- ✓ Alta resistencia mecánica
- ✓ Peso reducido de los elementos (densidad baja)
- ✓ Excelente aislante eléctrico
- ✓ Incombustibilidad
- ✓ Insensible a variaciones de T (bajo coeficiente de dilatación)
- ✓ Resistencia a los agentes químicos con la unión de la resina apropiada
- ✓ Larga durabilidad
- ✓ Mínimo mantenimiento

Los depósitos DE202-DE203 y DF511-DF520 tienen una capacidad de 80000 L, su altura es de 6718 mm y su diámetro de 4000 mm. El depósito DE205 tiene una capacidad de 150000 L, su altura es de 8797 mm y su diámetro 4800 mm. Los depósitos DF501-DF510 tienen una capacidad de 50000 L, su altura es de 5000 mm y su diámetro 3260 mm.

Todos los depósitos finales tienen el fondo cónico para facilitar su limpieza y están impregnados en su interior con una resina antiácida debido al carácter ácido de los fertilizantes NPK que han de almacenar.





2. Depósitos de acero inoxidable austenítico que se obtiene adicionando elementos formadores de austenita, tales como cromo, níquel, manganeso y nitrógeno. Forman el grupo principal de aceros inoxidable. La composición más habitual es 18% Cr y 8% Ni (tipo AISI 304). Añadiendo un 2-3% de molibdeno se consigue un acero con mejor resistencia a la corrosión, que se suele denominar acero resistente al ácido (tipo AISI 316). Sus ventajas son:

- ✓ Excelente resistencia a la corrosión
- ✓ Fácil limpieza
- ✓ Funcionales en temperaturas extremas previniendo la fragilización
- ✓ Son esencialmente no magnéticos

El depósito de entrada DE201 tiene una capacidad de 50000 L, su altura es de 5000 mm y su diámetro 3260 mm. El depósito de entrada DE204 tiene una capacidad de 200000 L, su altura es de 11532 mm y su diámetro 4800 mm. Los depósitos intermedios DI301 y DI302 tienen una capacidad de 10000 L, su altura es de 2700 mm y su diámetro 2250 mm. Estos últimos van provistos de un agitador vertical de acero inoxidable y motor reductor de 4 cv (2.94 kWh).



Todos los depósitos, tanto los de poliéster como los de acero, a excepción de los intermedios, están provistos de una boca de hombre con válvula de aireación y un medidor de nivel.



- Tolvas de carga:

Identificadas con los códigos TC301, TC302, TC303, TC304, TC305 y TC306, son tolvas de acero inoxidable AISI 316 de 5 mm de espesor, cuadradas y con fondo cónico. Su capacidad unitaria es de 4.5 Tm y ocupan una superficie de unos 6 m² cada una. La descarga es mediante un cierre neumático. Van colocadas sobre un soporte con patas en acero al carbono, pintadas con epoxi.



- Cintas transportadoras:

Identificadas con los códigos CT301-CT308. Las seis primeras son cintas inclinadas, con banda nervada en forma de v para evitar el deslizamiento de sólidos. Mientras que las dos últimas son cintas transversales con banda lisa que conectan ambos reactores y recogen los productos provenientes de las cintas CT303 y CT304. A través de células de carga y del automatismo de la planta, se puede discriminar la salida hacia el reactor R301, hacia el reactor R302 o bien hacia los dos a la vez, en función de las necesidades del proceso. Las cintas inclinadas miden 6.7 m de longitud y 3.6 m de altura en su punto mas alto. El ángulo de inclinación es de 27 grados. Todas las cintas tienen una capacidad de transporte de 60 Tm/h, funcionan a una velocidad de 2 m/s y cada una de ellas está accionada por un motor reductor de 12.5 cv (9.19 kWh).





- Caldera de producción de vapor:

Identificada con el código C401, esta caldera constituirá el único foco de emisión de gases de combustión a la atmósfera que existirá en esta industria, ya que el combustible utilizado para su funcionamiento es el gasóleo C. Tiene una capacidad de producción de vapor de 2000 kg/h y una capacidad térmica 1280000 Kcal/h. Su consumo es de 140 L/h y sus dimensiones son 2750 mm de altura, 4550 mm de longitud y 2550 mm de anchura. Tiene un consumo de potencia eléctrica de 3.5 kWh.



- Reactores:

R301 y R302, se trata de depósitos abiertos por su parte superior contruidos en acero AISI 316 y con una capacidad nominal de 10000 L. Su altura es de 2700 mm y su diámetro 2250 mm. Van provistos de un agitador vertical de acero inoxidable y motor reductor de 4 cv (2.94 kWh).





- Filtros de placas:

Códigos F301 y F801. Filtro prensa automático dotado con 50 placas de polipropileno (PP) con unas dimensiones de 800 x 800 x 30 mm de espesor y que están cubiertas con telas filtrantes de celulosa. El material del bastidor es acero AISI 316. Tienen un volumen de 1008 L, una superficie de filtrado de 75 m² y una capacidad de 10000 L/min. Trabaja a una presión de filtrado entre 0.5 y 1.6 Mpa. Cada filtro es accionado por un motor reductor de 3 cv (2.2 kWh). Sus dimensiones son 6515 mm de longitud, 1320 mm de anchura y 1160 mm de altura.



- Filtro de cartucho:

Códigos F302 y F303. El material de la cuba es acero AISI 316 y su volumen es de 100 L, mientras que el material filtrante son cartuchos de PP. El tamaño del poro es de 100 micras y la superficie de filtrado de 40 m². Van equipados con limpieza automática mediante aire comprimido.





■ Sistema de tuberías:

El transporte de líquidos entre las diversas secciones de la instalación se realiza mediante el uso de un sistema de tuberías, por cuyo interior circula el fluido. Un sistema de tuberías está constituido por una serie de elementos mecánicos unidos entre sí de forma que se impidan fugas no deseadas del fluido circulante a fin de que el sistema, en su conjunto, constituya un sistema estanco, en mayor o menor grado. Mediante estos sistemas de tuberías se transportan los líquidos entre dos equipos (bombas, filtros, tanques de almacenamiento, etc.) de la planta de proceso, o entre dos unidades de proceso.

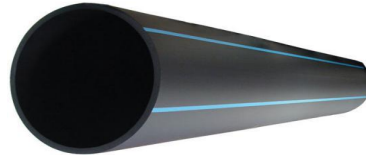
Los principales elementos constitutivos de un sistema de tuberías son las propias tuberías, los accesorios (codo, reductor, T), las bridas y los instrumentos de control (sistema de control, válvulas). Estos elementos son susceptibles de desgaste por el uso, averías, e incluso rotura. Por ello es preciso, en ocasiones, su sustitución, o la de alguno de sus componentes. Para reemplazar un elemento por otro nuevo, es preciso que este último cumpla con las características dimensionales y técnicas del elemento sustituido. A fin de garantizar esta condición, los elementos han de cumplir con una normativa aplicable a ambos. De este modo, si el elemento a sustituir y el nuevo, cumplen con las mismas normas, no habrá impedimento alguno en la sustitución. Por ello, en cualquier instalación industrial, es conveniente que se adopte una normalización determinada y común para todos sus elementos constitutivos. De este modo, el stock de piezas de repuesto existentes en almacén, será válido para cualquier elemento similar de la instalación.

Las tuberías utilizadas en esta planta son de PEAD soldable por electro-fusión. Presenta grandes ventajas:

- ✓ El PEAD tiene gran durabilidad (50 años de vida útil).
- ✓ Es resistente a la corrosión y a la mayor parte de los agentes químicos.
- ✓ Casi nula pérdida de carga debido a su superficie lisa.
- ✓ Gran elasticidad y flexibilidad (resistencia a golpes de ariete).
- ✓ Gran capacidad como aislante (resistencia a la congelación).
- ✓ Ausencia de sedimentos e incrustaciones (diámetro interior constante).
- ✓ Ligeros (fácil instalación).



Los tubos en PEAD se fabrican habitualmente de acuerdo con la norma UNE-EN 12201, en presiones nominales de 4, 6, 10 y 12.5 bar y hasta 1000 mm de diámetro nominal (diámetro exterior). Para esta planta se utilizará tubería de 63 mm de diámetro exterior y 4.7 mm de espesor.



Las válvulas instaladas en el sistema de tuberías son elementos cuya función reviste gran importancia, ya que son los que permiten el paso o la interrupción del fluido, así como la regulación de su caudal. Se pueden llevar a cabo diversas clasificaciones de tipos de válvulas, dependiendo de distintas consideraciones, como pueden ser el servicio al que están destinadas, su forma de operar y el tipo de accionamiento empleado para operarlas.

Las Normas más utilizadas en valvulería son las DIN (Deutsche Industrie Norm). En estas normas las dimensiones de una válvula quedan determinadas definiendo dos parámetros básicos: tamaño nominal (representa, aproximadamente, el diámetro exterior de la tubería a la que va acoplada) y presión nominal (cifra que determina sus condiciones admisibles de presión). El código DIN, DN100, PN 20, define una válvula según el Código DIN, de un diámetro nominal de 100 mm y presión nominal de 20 kg/cm².

Todas las válvulas del sistema de tuberías serán válvulas automáticas accionadas por actuador neumático (válvulas de control). Dependiendo del servicio al que estén destinadas, estas serán válvulas de corte (todo/nada) o válvulas de regulación. A la salida de los depósitos de materias primas, en las bifurcaciones hacia los reactores y a la salida de los depósitos finales tenemos válvulas de regulación de caudal. Son válvulas de globo, con cuerpo y disco obturador de acero AISI 316, cuyo código DIN es DN65, PN16.





El resto, son válvulas de corte. Para esta función se utilizarán válvulas de membrana ya que son las mas aptas para trabajar con líquidos corrosivos y que presentan sólidos en suspensión debido al carácter sintético de la membrana. El cuerpo de la válvula es de acero AISI 316. Su código DIN es DN65, PN16.



- Bomba centrífuga:

Para la impulsión de fluidos incompresibles se opta por la elección de bombas centrífugas, por su gran versatilidad en cuanto al caudal y la presión que son capaces de ejercer.

Para el cálculo de la potencia de estos equipos se seguirá el procedimiento indicado en el anexo II, y se deberá tener en cuenta que las tuberías tienen un diámetro exterior de 63 mm, de modo que las bombas que necesitamos han de tener una DIN de 65 mm. Una vez calculada la potencia real de cada bomba deberemos ver cuales de las fabricadas por nuestro proveedor, con esta DIN, se adaptan mejor a nuestras necesidades de potencia, caudal, altura de trabajo de la bomba y rendimiento del motor.

Nuestro proveedor de bombas será la casa Grundfos ya que el diseño de sus bombas permite el desmontaje del motor, acoplamiento, conjunto de cojinetes e impulsor sin tocar el alojamiento de la bomba o las tuberías. Para este caso elegiremos bombas de la gama NKE, que tiene un motor de 4 polos para 50 Hz y lleva incorporado un convertidor de frecuencia para el control de la velocidad rotacional del motor. El material de su cuerpo hidráulico e impulsor es acero AISI 316. Pueden trabajar hasta una presión nominal máxima de 16 bar.





- Compresor:

Compresor de pistón con secador de dos etapas sobre el tanque. Tiene una capacidad de aspiración de aire de 1210 L/min y un consumo de potencia de 7.5 kWh. Puede trabajar hasta una presión máxima de 11 bar. Su depósito tiene un volumen de 500 L y sus dimensiones son 2030 mm de longitud, 680 mm de ancho y 1400 mm de altura (L x A x H).



- Pala cargadora frontal:

Pala cargadora con motor diésel de 4 tiempos, 6 cilindros y una potencia nominal de 162 kW. La capacidad del cucharón es de 3.6 m³, la altura máxima de descarga es de 3100 mm y su alcance máximo 1200 mm. Sus dimensiones son 8075 x 2980 x 3500 mm (L x A x H).





- Carretilla elevadora:

Carretilla elevadora eléctrica con una capacidad de carga de 1800 kg y una altura máxima de elevación de 6000 mm. Alcanza una máxima velocidad de 15 km/h. Motor de accionamiento de 5 kW y motor de elevación de 8.2. Se adquirirán 2 carretillas elevadoras.



- Báscula para camiones:

Báscula electrónica provista de células de carga digitales para el pesaje de los camiones. Con una capacidad de carga de 80 toneladas y una exactitud de 20 kg. La longitud de la plataforma de pesaje es de 12 m y su ancho de 3. La estructura del cuerpo de la báscula es un módulo de estructura de vigas de acero.





7.4. Especificaciones de la producción:

La experiencia de las principales empresas del sector indica que el transporte es el principal factor de encarecimiento del precio de los fertilizantes líquidos. Por ello, la zona de actuación de una fábrica de estos fertilizantes puede estimarse en un radio máximo de 250-300 km.

Para abastecer a un radio de 250 km desde el punto donde se sitúa la fábrica, que se traduce en aproximadamente 200000 km², o 20 millones de Hectáreas (1Ha = 0.01 km²), si consideramos que de esta superficie, el 50% está cultivada, rondaríamos los 10 millones de Ha's potenciales. La media de consumo de fertilizantes se estima en 0.3 Tm/Ha, y para los 10 millones de Ha's, estaríamos en consumos aproximados de 3 millones de Tm. En nuestro caso la mitad, debido a que el radio máximo solo se puede orientar hacia el oeste puesto que al este se encuentra el mar. Por lo tanto 1.5 millones de Tm.

Por experiencia se sabe que, en un mercado abarcado por los fertilizantes sólidos y donde el nivel de la técnica de regadío es un factor esencial para que los líquidos puedan tener cabida, en los dos primeros años las ventas de los líquidos pueden conseguir entre un 5 y un 10% del consumo total de fertilizantes. Si optamos por el 5% del mercado de la zona, necesitaremos una producción anual de 75000 Tm. Si la planta está operativa 16 horas al día, exceptuando fines de semana y periodos vacacionales, 250 días al año, estamos hablando de una capacidad de producción de 300 Tm/día.

Los consumos estimados para dicha producción de NPK líquidos son:

Materias primas:

| Materia prima | Consumo (Tm/año) |
|-----------------------------------|--|
| H ₃ PO ₄ | 8000 |
| HNO ₃ | 250 |
| N ₂ O | 350 |
| N ₃ 2 | 500 |
| KNO ₃ | 350 |
| MAP | 7000 |
| KCl | 8000 |
| CO(NH ₂) ₂ | 8000 |
| NH ₄ NO ₃ | 10000 |
| K ₂ SO ₄ | 300 |
| Otros | 250 |
| H ₂ O | 35% en volumen del producto (≈27000 m ³) |

Tabla 12: Consumo anual de materias primas



El caudal de agua consumido en la instalación será de unos 27000 m³/año, de los cuales 23000 se destinarán al proceso de fabricación de fertilizantes y los 4000 restantes se emplearán en labores de limpieza de vehículos, camiones cisterna e instalaciones y en el desagüe de fecales. El agua se extraerá de los manantiales presentes en la sierra del Benicadell, en el término municipal de Bèlgida, y para ello se necesitará solicitar autorización tanto al Ayuntamiento como a la Confederación Hidrográfica del Júcar.

Energía térmica:

La actividad demandará el suministro de una fuente de calor que generará la caldera. Teniendo en cuenta que la potencia del generador de vapor será de 1280000 kcal/h, y que la capacidad de producción máxima de la planta se establece en 300 Tm/día, es decir, aproximadamente 20 Tm/h, el consumo de energía térmica por tonelada de producto será:

$$128000 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} \times \frac{1 \text{ h}}{20 \text{ Tm}} = 64000 \frac{\text{kcal}}{\text{Tm}}$$

Combustible:

La finalidad de la caldera será la de producir el vapor necesario para la fabricación de determinados fertilizantes líquidos que necesitan una fuente de calor en su proceso productivo. El combustible utilizado para el generador térmico será el gasóleo C. Vamos a considerar que la caldera se utilizará para el 50% del total de la producción ya que no todos los fertilizantes líquidos precisan dicha fuente de calor en su proceso productivo. Esto supone que la caldera esté funcionando unas 8 h/día, 250 días/año:

$$8 \frac{\text{h}}{\text{dia}} \times 250 \text{ dias} \times 140 \frac{\text{L}}{\text{h}} = 280000 \text{ L}$$

Energía Eléctrica:

La energía que llega a la planta desde el exterior, a pie de parcela, es suministrada por una línea de media tensión a 20 kV. Mediante una estación transformadora se transformará la media tensión en baja tensión y se repartirá por la planta a 400 V y una frecuencia de 50 Hz. El diseño de dicha estación se realizará en base al reglamento de baja tensión.



Los equipos, aparatos e instalaciones que necesitan corriente eléctrica son:

| EQUIPOS | POTENCIA (kWh) |
|--------------------------------|-----------------------|
| Cintas transportadoras | 73.52 |
| Filtros de placas | 4.4 |
| Bombas | 42 |
| Compresor | 7.5 |
| Caldera de vapor | 3.5 |
| Agitadores | 11.76 |
| Iluminación general, oficinas, | 25 |
| TOTAL | 167.68 kWh |

Tabla 13: Consumo eléctrico de la planta

Para obtener el consumo de la iluminación general tenemos:

- zonas 1 y 3: 8 proyectores de 250 W cada uno y 0.5 kW para alumbrado de emergencia.
- zonas 6 y 7: 4 proyectores de 250 W cada uno y 0.5 kW para alumbrado de emergencia.
- zona 4: 15 kW para alumbrado general, equipos de oficina, de sala de control y de laboratorio, y 3 para alumbrado de emergencia.
- resto de la planta al aire libre: 10 farolas (1 cada 25 m) con tecnología LED, de 8 m de altura y un consumo de 53 W cada una.

| ESPECIFICACIONES DEL TRANSFORMADOR | |
|---|---------------|
| kW | 167.68 |
| Factor | 0.85 |
| kVA requerido | 197.27 |
| Sobredimensión | 15% |
| kVA total | 226.86 |

Tabla 14: Especificaciones del transformador

7.5 Plazo de ejecución de la planta:

Para la ejecución del presente proyecto se estima un plazo máximo de 12 meses, a contar desde el inicio de la obras. Para ello se seguirá el programa que se detalla en el siguiente diagrama de Gantt.



| TAREAS | INICIO | FINAL | 01-Jan | 01-Feb | 01-Mar | 01-Apr | 01-May | 01-Jun | 01-Jul | 01-Aug | 01-Sep | 01-Oct | 01-Nov | 01-Dec |
|--------------------------------------|------------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Movimientos de tierra i excavaciones | 01/01/2018 | 28/02/2018 | ■ | ■ | | | | | | | | | | |
| Canalizaciones | 01/02/2018 | 28/02/2018 | | ■ | | | | | | | | | | |
| Cimentaciones y pavimentaciones | 01/03/2018 | 30/04/2018 | | | ■ | ■ | | | | | | | | |
| Obra civil | 01/04/2018 | 30/07/2018 | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | |
| Colocación de anclajes y depósitos | 01/05/2018 | 30/06/2018 | | | | | ■ | ■ | | | | | | |
| Montaje de equipos y tuberías | 01/06/2018 | 30/09/2018 | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | |
| Soldaduras | 01/08/2018 | 30/10/2018 | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | | |
| Colocación instrumentos de control | 01/09/2018 | 30/11/2018 | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | |
| Obras complementarias | 01/10/2018 | 30/12/2018 | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ |
| Puesta en marcha | 01/12/2018 | 30/12/2018 | | | | | | | | | | | | ■ |

Figura 9: Diagrama de Gantt



8. ORGANIGRAMA Y RECURSOS HUMANOS.

La organización empresarial consiste en definir las funciones que se van a desarrollar y distribuir las tareas entre los trabajadores que la forman, determinando las relaciones que existen entre ellos con la intención de obtener los objetivos previstos de la forma más eficaz.

Según la responsabilidad que conllevan, las distintas tareas que se realizan en una empresa están estructuradas en tres niveles: el directivo, el ejecutivo y el operativo.

En el nivel directivo se adoptan decisiones que afectan a toda la empresa y tienen trascendencia a largo plazo. Medidas como determinar los productos que se elaboran, las fábricas que se construyen o los acuerdos estratégicos nacionales o internacionales son algunas de ellas.

En el nivel ejecutivo se integran los distintos jefes o mandos intermedios. En él se toman decisiones de tipo técnico, relativas al cumplimiento de los planes y programas diseñados para alcanzar los fines generales.

En el nivel operativo se abordan cuestiones, normalmente más sencillas, relacionadas con el desarrollo de sus tareas específicas.

Todo esto queda plasmado a través de un organigrama. Un organigrama es la representación gráfica de la organización de una empresa, de su jerarquía o de su estructura formal. Permite diferenciar tanto las unidades organizativas como las relaciones que existen entre ellas. El organigrama es de gran ayuda para la empresa ya que permite analizar la organización existente y detectar los posibles fallos en la asignación de funciones (superposiciones, duplicidades...). Pero también representa una valiosa información de cara al exterior, ya que tanto clientes como instituciones, competencia, etc. pueden conocer el funcionamiento interno de la empresa desde el punto de vista de la organización.

Para representar el organigrama de nuestra empresa se realiza una estructura jerárquica encabezada por la dirección general y una división en 3 áreas funcionales: Administración, Producción y Marketing.

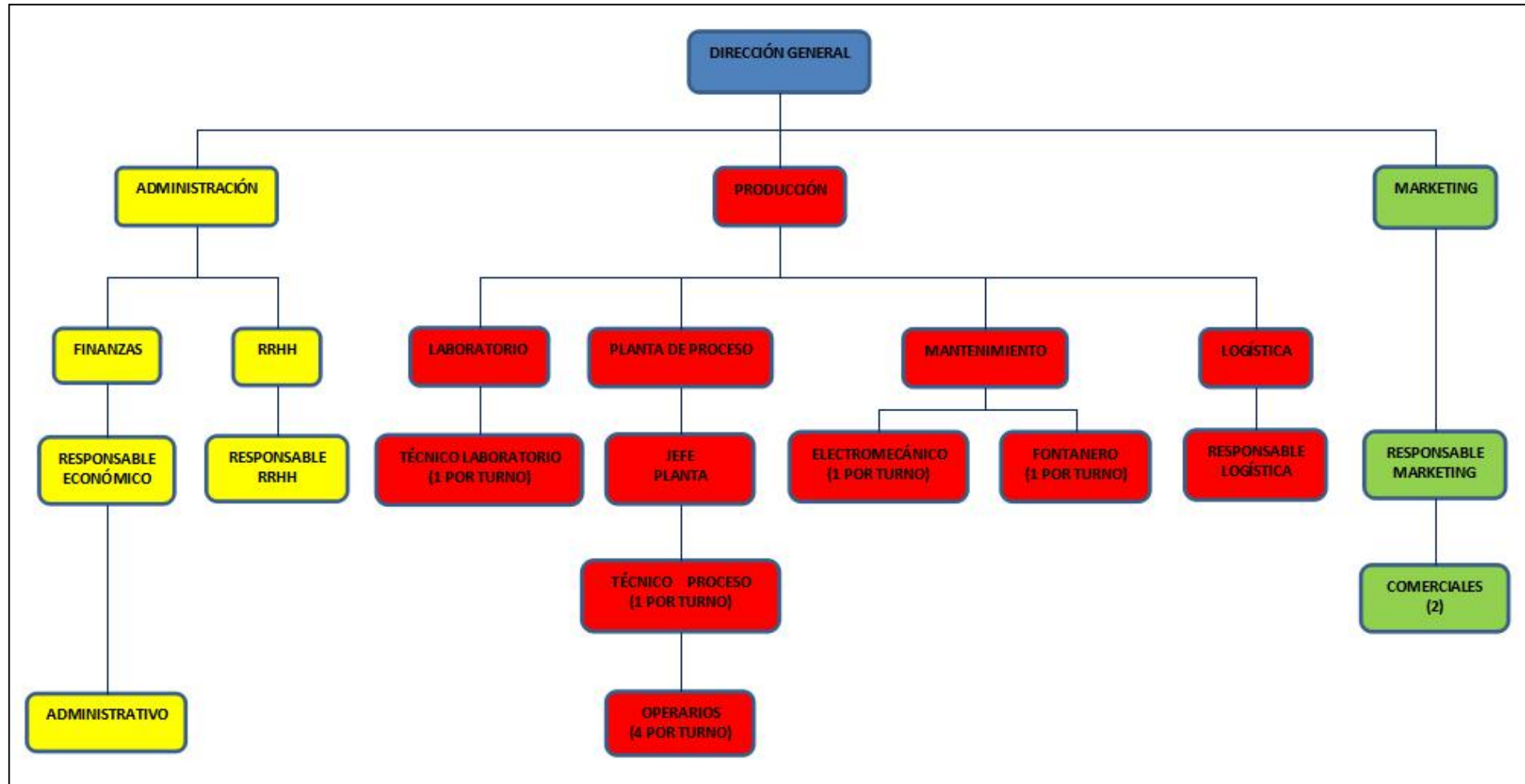


Figura 10: Organigrama de la empresa



Dirección general:

El Director general es la persona encargada de administrar y dirigir a la empresa en su totalidad, así como de tomar las decisiones estratégicas relacionadas con el crecimiento de la misma. Sus principales funciones son:

- Planificar los objetivos que se pretenden alcanzar y trazar el camino para conseguirlo.
- Organizar y ordenar los medios materiales y humanos para alcanzar esos objetivos.
- Gestionar para que las decisiones que se adopten se ejecuten eficazmente y conseguir que todo el personal realice el cometido que se le ha asignado.
- Controlar que los datos reales se corresponden con las previsiones y, si es necesario, corregir los posibles desvíos.

Finanzas:

En este departamento trabaja un contable, que será el responsable económico, y un administrativo.

Funciones del Contable:

- Elaborar la nómina mensual de los empleados.
- Mantener actualizados los saldos de bancos, clientes y proveedores.
- Elaborar mensualmente el estado financiero de la empresa.
- Recopilar y organizar la información financiera de la empresa.
- Pago de impuestos (locales, regionales o estatales).
- Proporcionar al Director General y al Jefe de Marketing, de manera mensual, el estado financiero de la empresa (saldos, fondos disponibles...).

Funciones del Administrativo:

- Pago a empleados y proveedores previa autorización del contable.
- Atender las llamadas telefónicas y la puerta de entrada.
- Ayudar en tareas administrativas al contable.



Producción:

El máximo responsable del departamento de producción es el Jefe de Planta. Este es el encargado de recibir los pedidos de los comerciales, programar el trabajo y coordinar la producción para surtir dichos pedidos. Supervisará a los técnicos de laboratorio, a los técnicos de proceso, a los operarios de planta, al personal de mantenimiento y al responsable de logística para que trabajen adecuadamente y se alcancen los objetivos.

Funciones del técnico de laboratorio:

- Supervisar la calidad de las materias primas.
- Supervisar la calidad de los productos intermedios.
- Supervisar la calidad de los productos terminados.
- Analizar las características de los suelos de aplicación de los NPK.
- Analizar las aguas de riego.
- Analizar las aguas residuales.
- Buscar nuevas formulaciones de NPK (I+D).

Funciones del técnico de proceso (técnico de control e instrumentación):

- Modificar y diseñar los sistemas automáticos de control.
- Operar sistemas de control con diferentes grados de automatización.
- Introducir el código del producto a fabricar en el sistema de control.
- Mantener los equipos de sistemas automáticos de control y de regulación.
- Calibrar los instrumentos de control automático.
- Optimizar el funcionamiento de los sistemas automatizados.

Funciones del personal de mantenimiento:

- Supervisar el correcto funcionamiento de los equipos de la planta.
- Mantener los equipos para su correcto funcionamiento y evitar averías.
- Reparar posibles averías de los equipos.



Funciones de los operarios:

- Cargar las tolvas de las materias primas sólidas.
- Control visual del proceso productivo.
- Gestión del almacén de residuos.
- Pesaje de los camiones.
- Carga y descarga de camiones cuba.
- Limpieza de los viales e instalaciones de la planta.
- Gestión de las balsas de tratamiento de aguas residuales.
- Envasado de NPK en contenedores GRG de 1000 Litros.

Funciones del responsable de logística:

- Recepción de las materias primas.
- Gestión de almacén de materias primas y de producto terminado.
- Contratar camiones y programar los viajes para cumplir los pedidos.
- Entregar al contable la relación de viajes que se contratan.

RRHH:

Este departamento lo conforma el responsable de recursos humanos, que es quien organiza, dirige, coordina y estudia las actividades de los trabajadores de la empresa. Sus responsabilidades son:

- Planificación de la plantilla.
- Selección del personal.
- Formación del personal.
- Elección de los contratos de trabajo.
- Formalización de los contratos de trabajo.
- Gestión de permisos, vacaciones, bajas por enfermedad, etc.
- Diseñar el sistema de retribución del personal.
- Prevención de riesgos laborales.



Marketing:

Nuestro departamento de Marketing estará formado por el responsable de marketing y 2 comerciales.

Las responsabilidades del responsable de Marketing son:

- Investigación de los mercados.
- Análisis de los consumidores.
- Establecer la política de comunicación de la empresa.
- Establecer la política de precios de la empresa.
- Compra de materias primas.

Por lo que respecta a las ventas, los comerciales se encargarán de:

- Crear, mantener y ampliar la cartera de clientes.
- Comunicar al Jefe de Producción los pedidos de los clientes.
- Asesorar al cliente sobre nuestros productos.
- Informar al cliente de nuevos productos de la empresa.
- Atender las reclamaciones de los clientes.

El número de trabajadores de la empresa queda resumido en la siguiente tabla:

| <i>Área funcional</i> | <i>Nº de trabajadores</i> |
|-----------------------|---------------------------|
| Dirección general | 1 |
| Administración | 3 |
| Producción | 18 |
| Marketing | 3 |

Tabla 15 : nº de Trabajadores por área funcional

La limpieza de las dependencias, los servicios informáticos y la seguridad privada se subcontratará a empresas externas.



9. LEGISLACIÓN Y NORMATIVA.

Durante la construcción y funcionamiento de la planta industrial se ha de cumplir la siguiente normativa:

9.1 Legislación de seguridad y salud en el trabajo:

- Ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo de 9 de marzo de 1971.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto (RD) 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- RD 485/1997 y RD 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- RD 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual (EPI).
- RD 1215/1997, de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- RD 1627/1997, de 24 de octubre, sobre seguridad, salud y medicina en el trabajo.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- RD 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades.

9.2 Legislación de los EPI's:

- RD 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los EPI's.
- RD 773/1997 de 30 de mayo sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de EPI's.



9.3 Legislación urbanística y de construcción:

- RD 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de Edificación.
- RD 604/2006, de 19 de mayo, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Plan General de Ordenación Urbana de Bèlgida, de junio de 2011, y las ordenanzas municipales relativas al mismo (vertidos, alcantarillado ...).
- Ley 5/2014, de 25 de julio, de la Generalitat, de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje, de la Comunidad Valenciana.
- RD 1072/2015, de 27 de noviembre, por el que se modifica el RD 2200/1995, de 28 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y la Seguridad Industrial.

9.4 Legislación en prevención de incendios:

- RD 1942/1993, del 5 de diciembre por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- RD 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales.
- RD 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de Edificación, en el que se contemplan las exigencias básicas de seguridad en caso de incendios.

9.5 Legislación en instalaciones eléctricas:

- RD 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Directiva 2014/30/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de febrero de 2014, sobre la armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética.
- RD 187/2016, de 6 de mayo, por el que se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.



9.6 Legislación en maquinaria:

- RD 2291/1985 de 8 de noviembre, Reglamento de Aparatos de Elevación y Mantenimiento de los mismos.
- RD 1849/2000, de 10 de noviembre, por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación de productos industriales.
- Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006, relativa a las máquinas y por la que se modifica la Directiva 95/16/CE.
- RD 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.

9.7 Legislación de fertilizantes y productos químicos

- RD 379/2001, de 6 de abril, por el que se aprueba el reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-MIE-APQ-1, ITC-MIE-APQ-2, ITC-MIE-APQ-3, ITC-MIE-APQ-4, ITC-MIE-APQ-5, ITC-MIE-APQ-6, ITC-MIE-APQ-7.
- RD 2016/2004, de 11 de octubre, por el que se aprueba la ITC- MIE APQ-8, "Almacenamiento de fertilizantes a base de nitrato amónico con alto contenido en nitrógeno".
- RD 1802/2008, de 3 de noviembre, por el que se modifica el reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas, con la finalidad de adaptar sus disposiciones al Reglamento (CE) n.º 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo (Reglamento REACH).
- Reglamento (CE) n.º 1272/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas, y por el que se modifican y derogan las Directivas 67/548/CEE y 1999/45/CE y se modifica el Reglamento REACH.
- RD 506/2013, de 28 de junio, sobre productos fertilizantes.
- Orden AAA/2564/2015, de 27 de noviembre, por la que se modifican los anexos I, II, III, IV y VI del RD 506/2013, de 28 de junio sobre productos fertilizantes.



9.8 Legislación medioambiental:

- RD 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos.
- Ley 10/2000, de 12 de diciembre, de residuos de la Comunidad Valenciana.
- RD 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.
- Ley 7/2002, de 3 de diciembre, de protección contra la contaminación acústica.
- Decreto 266/2004, de 3 de diciembre, del Consell de la Generalitat, por el que se establecen normas de prevención y corrección de la contaminación acústica en relación con actividades, instalaciones, edificaciones, obras y servicios.
- RD 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.
- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.
- RD 100/2011, de 28 de enero, por el que se actualiza el catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y se establecen las disposiciones básicas para su aplicación.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Ley 6/2014, de 25 de julio, de la Generalitat, de Prevención, Calidad y Control Ambiental de Actividades en la Comunidad Valenciana.
- RD 840/2015, de 21 de septiembre, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.
- RD Legislativo 1/2016, de 16 de diciembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de prevención y control integrados de la contaminación.



9.9 Legislación de aguas:

- Ley 2/1992, de 26 de marzo, del Gobierno Valenciano, de saneamiento de las aguas residuales de la Comunidad Valenciana.
- Resolución de 28 de abril de 1995, de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Vivienda, por la que se dispone la publicación del Acuerdo del Consejo de Ministros de 17 de febrero de 1995, por el que se aprueba el Plan Nacional de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales.
- RD Ley 4/2007, de 13 de abril, por el que se modifica el texto refundido de la Ley de Aguas, aprobado por el RD Legislativo 1/2001, de 20 de julio.
- Reglamento de vertidos de aguas residuales del Ayuntamiento de Bèlgida aprobado el 18 de abril de 2016.



10. SEGURIDAD E HIGIENE.

La seguridad y la higiene industrial se basan en la prevención de accidentes que pueden ocasionar daños a personas, instalaciones o al medio ambiente, así como a las medidas de actuación que se deben llevar a cabo con el objetivo de minimizar los efectos de un posible accidente.

Se define la seguridad en el trabajo como la técnica a través de la cual se pretenden detectar y corregir los riesgos de accidentes laborales, entendiendo estos como un suceso anormal, no querido ni deseado, que se presenta de manera brusca e inesperada, que es normalmente evitable, interrumpe la continuidad del trabajo y puede causar lesiones al trabajador.

Las técnicas de seguridad hacen referencia a los elementos mecánicos y físicos inherentes al trabajo, enlazando directamente con la salud física del trabajador. Estas técnicas pueden ser analíticas, encaminadas a la detección y valoración de los riesgos u operativas, cuya finalidad es el establecimiento de las medidas correctoras y preventivas pertinentes.

Se define la higiene industrial como el conjunto de conocimientos, técnicas aplicadas y medidas dirigidas a mantener un determinado nivel de calidad en el entorno de trabajo para evitar daños a la salud y bienestar de los trabajadores. De una manera más sencilla, la higiene industrial se define como la prevención técnica de la enfermedad profesional y otras patologías que tienen su origen en el trabajo, esto es, se ocupa de identificar, evaluar y controlar los factores ambientales que puedan afectar a la salud del trabajador.

A continuación se realiza un estudio de los riesgos existentes para los trabajadores en la planta de fertilizantes NPK líquidos, tanto en la fase de construcción como en la fase de operación y mantenimiento de la misma. Asimismo, se aplicarán las técnicas y procedimientos de seguridad e higiene necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente en este campo de aplicación.



10.1 Principales riesgos en la fase de construcción de la industria:

Trabajos previstos en el desarrollo de las unidades constructivas:

1. Trámites para la obtención de las licencias y/o permisos necesarios.
2. Organización de la zona de obra y de los trabajos.
3. Movimientos de tierras y excavaciones.
4. Canalizaciones.
5. Cimentaciones y pavimentaciones.
6. Colocación de los anclajes y depósitos.
7. Montaje de equipos y tuberías.
8. Soldaduras.
9. Colocación de las válvulas y accesorios de medida y/o control.
10. Obras complementarias.

Maquinaria, equipos y medios auxiliares utilizados:

- Camión bañera.
- Camión hormigonera.
- Retroexcavadora.
- Grúa autopropulsada (elevación y descarga de equipos).
- Herramientas en general (radiales, cizallas, taladro...).
- Compresor móvil.
- Andamios.
- Escaleras de mano.
- Grupo electrógeno.
- Cables.
- Montacargas.



Riesgos presentes en la fase de construcción de la planta:

- Corrimientos de tierras.
- Caídas al mismo nivel de personas y/o materiales.
- Caídas a distinto nivel de personas y/o materiales.
- Atrapamiento por maquinaria.
- Golpes y cortes.
- Generación de polvo.
- Proyección de partículas en los ojos.
- Ruido ambiental.
- Interferencias entre vehículos.
- Atropellos de personas.
- Vibraciones.
- Vuelco de maquinaria.
- Hundimientos de encofrados.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Electrocutión.
- Dermatitis provocadas por el contacto de la piel con el cemento.
- Neumoconiosis originada por la aspiración del polvo de cemento.
- Quemaduras (soldadura y luz solar).



Riesgos durante el montaje de equipos y la instalación eléctrica:

- Caídas al mismo nivel de personas y materiales.
- Caídas a distinto nivel de personas y materiales.
- Atrapamientos.
- Golpes y cortes
- Desprendimientos de unidades a montar.
- Exposición a polvos, humos y gases nocivos para la salud (soldadura).
- Exposición a rayos de luz perjudiciales para la vista y la piel (soldadura).
- Electrocutión.
- Quemaduras (soldadura y luz solar).
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Vuelco de maquinaria.
- Atropellos de personas.
- Ruido ambiental.
- Proyección de partículas en los ojos.

Principales causas de accidentes laborales:

- Maquinaria en malas condiciones.
- Falta de análisis del tipo de terreno y sus características.
- Falta de organización en el trabajo.
- Deficiente formación y/o atención por parte de los trabajadores.
- Deficiente señalización de los lugares de trabajo.
- No empleo de los equipos de protección individual y colectiva.
- Presencia de mala climatología.
- No guardar distancias de seguridad.
- Contactos eléctricos.



10.2 Principales riesgos en la fase de operación de la industria:

Riesgo de emisión:

Las fugas de los gases de combustión de la caldera, los polvos generados durante el manejo de sustancias químicas sólidas y los posibles derrames de productos químicos líquidos constituyen el riesgo de emisión más importante dentro de la planta. Cuando en las emisiones están involucrados productos tóxicos o inflamables, como es el caso de algunos de los utilizados en esta industria, se establecen 3 tipos de medidas protectoras:

1. Las destinadas a disminuir la frecuencia o probabilidad de que tengan lugar emisiones (mantenimiento equipos, manejo adecuado sólidos...).
2. Las destinadas a disminuir o mitigar el alcance una vez producida la emisión (cubetos estanco, control de emisiones...).
3. Las destinadas a disminuir los efectos y las consecuencias de las emisiones en los sujetos que puedan quedar dentro del alcance de las mismas (EPI's, sistemas emergencia...).

Riesgo de incendio y/o explosión:

Los factores esenciales para que exista un incendio son el combustible, el comburente y la energía de activación. Este se extinguirá cuando se elimine uno de los tres componentes. Sus principales efectos son el calor en forma de radiación y los humos asfixiantes y/o tóxicos.

Una explosión es un fenómeno en el cual se desprende una cantidad de energía en un tiempo tan corto que genera una onda de presión. Normalmente van acompañadas de altas temperaturas y de la liberación de gases.

En la planta de fertilizantes líquidos NPK, se tratará con sustancias como el HNO_3 , KNO_3 y NH_4NO_3 que presentan riesgo de incendio y explosión como veremos más adelante en sus fichas de seguridad.

Las medidas protectoras y correctoras frente a estos riesgos causados por las sustancias químicas se verán en el apartado sobre dichas sustancias (10.5).



10.3 Normativa general aplicable al área de producción:

El RD 486/1997 establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. De su anexo II podemos destacar los siguientes aspectos referentes al orden, limpieza y mantenimiento de los lugares de trabajo:

- ✓ Las salidas y vías de circulación de los lugares de trabajo y, en especial, las salidas de emergencia, deberán permanecer libres de obstáculos.
- ✓ Los lugares de trabajo y sus respectivos equipos e instalaciones, se limpiarán siempre que sea necesario para mantenerlos en todo momento en condiciones higiénicas adecuadas.
- ✓ Se eliminarán con rapidez los desperdicios, las manchas de grasa, los residuos de sustancias peligrosas y demás productos residuales que puedan originar accidentes o contaminar el ambiente de trabajo.
- ✓ Los lugares de trabajo y sus instalaciones, deberán ser objeto de un mantenimiento periódico, subsanándose con rapidez las deficiencias que puedan afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.

Según el Anexo III del mismo RD, se establecen los siguientes preámbulos referidos a las condiciones ambientales en los lugares de trabajo cerrados:

- ✓ La temperatura deberá permanecer entre 14 y 27 °C dependiendo de si el trabajo es sedentario o ligero.
- ✓ La humedad relativa deberá oscilar entre el 30 y el 70% siendo recomendable un 50%.
- ✓ Los trabajadores no deberán estar expuestos de forma frecuente o continuada a corrientes de aire cuya velocidad exceda los 0.25 m/s. para ambientes calurosos y entre 0.5 y 0.75 m/s para los no calurosos.
- ✓ Para evitar el ambiente viciado y los olores desagradables la renovación del aire variará , dependiendo del tipo de trabajo, entre 30 y 50 m³ de aire limpio por hora y trabajador.
- ✓ En los lugares de trabajo al aire libre y en los locales de trabajo que, por la actividad desarrollada, no puedan quedar cerrados, deberán tomarse medidas para que los trabajadores puedan protegerse, en la medida de lo posible, de las inclemencias del tiempo.



Por último, el anexo IV del RD 486/1997 trata sobre el nivel de iluminación de las zonas y locales de trabajo, del que podemos destacar que:

- ✓ La iluminación de cada zona o parte de un lugar de trabajo deberá adaptarse a las características de la actividad que se efectúe en ella.
- ✓ Siempre que sea posible, los lugares de trabajo tendrán iluminación natural, que en caso de ser insuficiente para garantizar las condiciones de visibilidad adecuadas se reforzará con iluminación artificial preferentemente general, complementada con una iluminación artificial localizada cuando las zonas requieran de niveles de iluminación elevados.
- ✓ La distribución de los niveles de iluminación será lo más uniforme posible.
- ✓ Se procurará mantener unos niveles y contrastes de luminancia adecuados a las exigencias visuales de la tarea.
- ✓ Los sistemas de iluminación utilizados no deben originar riesgos eléctricos, de incendio o de explosión.
- ✓ Se instalará alumbrado de emergencia de evacuación y de seguridad en los lugares en los que un fallo del alumbrado normal suponga riesgo para la seguridad.
- ✓ Se instalará alumbrado de emergencia en zonas vitales para la seguridad.

Además de la normativa anterior, también se debe tener en cuenta que:

- ✓ En todo centro de trabajo deben existir ciertos servicios básicos como agua potable, vestuarios (provistos de asientos, taquillas con llave y zonas de aseo), servicios, locales de descanso y comedor.
- ✓ Los lugares de trabajo dispondrán de material para primeros auxilios en caso de accidente, que deberá ser adecuado, en cuanto a su cantidad y características, al número de trabajadores, a los riesgos a que estén expuestos y a las facilidades de acceso al centro de asistencia médica más próximo. Los botiquines instalados en toda la planta deberán estar convenientemente señalizados. Como mínimo se ha de disponer un botiquín portátil con desinfectantes, antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, vendas, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas y guantes desechables.



10.4 Normativa aplicable a los trabajadores:

Normas generales de seguridad e higiene:

Según lo dispuesto en el Capítulo II de la Ley de prevención de riesgos laborales, entre otras cosas, cada trabajador debe de:

- ✓ Cuidar de su propia seguridad y salud y de la del resto de trabajadores.
- ✓ Mantener el lugar de trabajo limpio y ordenado.
- ✓ Colaborar entre trabajadores para el eficaz cumplimiento de las normas.
- ✓ No interferir con el propósito las normas ni hacer un mal uso de las mismas.
- ✓ Notificar a su cargo inmediato toda situación de trabajo peligrosa.
- ✓ No realizar trabajos para los que no esté cualificado.
- ✓ Estudiar y conocer estas normas de seguridad.
- ✓ Prestar atención al trabajo que se realiza y evitar acciones peligrosas.
- ✓ No realizar bromas y juegos, que puedan provocar distracciones.
- ✓ Cumplir las señales de tráfico situadas dentro de la planta.
- ✓ Todos los visitantes han de solicitar el acceso al interior de la planta.
- ✓ En zonas marcadas o acordonadas con alguna señal especial, sólo se permitirá el paso a los empleados que se encuentren trabajando en ellas.

Equipos de protección individual:

- ✓ Es obligatorio el uso de la ropa de trabajo proporcionada por la empresa.
- ✓ Queda prohibida la ropa de manga corta.
- ✓ El uso de gafas y guantes de protección es obligatorio en la manipulación de productos químicos corrosivos.
- ✓ El uso del casco y chaleco reflectante es obligatorio en toda la planta.
- ✓ Se usarán protecciones auditivas cuando el nivel sonoro sea molesto.
- ✓ Se usarán máscara y guantes de protección cuando se manipulen sustancias tóxicas.



Previsión contra incendios.

- ✓ Queda prohibido portar durante el trabajo cerillas, encendedores y cualquier otro elemento que pueda originar algún tipo de ignición.
- ✓ Se han de conocer las alarmas y sistemas contra incendios de que dispone la planta.

Productos químicos:

- ✓ Conocer todos los productos químicos de la empresa .
- ✓ Almacenarlos correctamente.
- ✓ Usar el sentido común y respetar las indicaciones de las fichas de seguridad de los productos químicos.
- ✓ No utilizar productos, contenedores o cualquier recipiente, conteniendo producto químico o no, que se encuentre en mal estado.

Vehículos.

- ✓ Seguir las instrucciones del personal de la planta en todo momento y respetar las señales dentro del recinto.
- ✓ La velocidad máxima de circulación en toda la planta es de 20 km/h, no pudiendo sobrepasarla bajo ningún concepto.
- ✓ Queda prohibido el uso de claxon.
- ✓ Es obligatorio el uso del cinturón de seguridad.



10.5 Sustancias químicas:

Según el RD 1802/2008, de 3 de noviembre, en función de sus propiedades intrínsecas, las sustancias y mezclas químicas se clasifican en:



Explosivos



Comburente (O)



Inflamables
Fácilmente inflamables (F)
Extremadamente inflamables (F+)



Tóxicos (T)
Muy tóxicos (T+)



Peligrosos para la salud



Corrosivos (C)



Peligrosos para el medio ambiente (N)



Irritante



Etiquetado y envasado:

Según el Título III, Capítulo 1 del Reglamento (CE) 1272/2008 CLP (Clasificación, Etiquetado y Envasado) de 16 de diciembre de 2008, una sustancia o mezcla química contenida en un envase llevará una etiqueta en la que figurarán los siguientes elementos:

- ✓ Nombre, dirección y número de teléfono del proveedor o proveedores.
- ✓ Cantidad nominal de la sustancia o mezcla contenida.
- ✓ Identificadores del producto.
- ✓ Cuando proceda, los pictogramas de peligro.
- ✓ Cuando proceda, las palabras de advertencia.
- ✓ Cuando proceda, las indicaciones de peligro.
- ✓ Cuando proceda, los consejos de prudencia apropiados de conformidad.
- ✓ Cuando proceda, una sección de información suplementaria.

El Capítulo II indica las reglas generales para la aplicación de las etiquetas:

- ✓ La etiqueta se fijará firmemente a una o más superficies del envase que contiene de inmediato la sustancia o mezcla, y se leerá en sentido horizontal en la posición en que se deja normalmente el envasado.
- ✓ El color y la presentación de las etiquetas serán tales que el pictograma de peligro resalte claramente.
- ✓ Los elementos de la etiqueta estarán marcados de forma clara e indeleble. Deberán destacar claramente del fondo y tener un tamaño y llevar una separación que faciliten su lectura.
- ✓ No se requerirá etiqueta cuando los elementos de la etiqueta aparezcan claramente en el propio envase.
- ✓ Las dimensiones de la etiqueta para envases con capacidad superior a 500 litros serán de 148 × 210 mm como mínimo.
- ✓ Los pictogramas de peligro tendrán forma de cuadrado apoyado en un vértice. Cada pictograma deberá cubrir al menos una quinceava parte de la superficie de la etiqueta armonizada y la superficie mínima en ningún caso será menor de 1 cm².



El Título IV hace referencia al envasado. Todo envase que contenga sustancias o mezclas peligrosas deberá cumplir las siguientes condiciones:

- ✓ Deberá estar concebido y realizado de modo que se evite la pérdida del contenido.
- ✓ Los materiales con los que estén fabricados los envases y los cierres no deberán ser susceptibles al daño provocado por el contenido ni formar, con este último, combinaciones peligrosas.
- ✓ Los envases y los cierres habrán de ser fuertes y sólidos en todas sus partes con el fin de impedir holguras y responder de manera segura a las exigencias normales de manipulación;
- ✓ Los envases con un sistema de cierre reutilizable habrán de estar diseñados de forma que puedan cerrarse repetidamente sin pérdida de su contenido.



Fichas de seguridad:

La ficha de datos de seguridad se elabora de conformidad con el artículo 31 del Reglamento REACH, sin perjuicio del artículo 17, apartado 2, del Reglamento (CE) nº 1272/2008. Deberá facilitarse en un idioma oficial del Estado o los Estados miembros en que se comercialice la sustancia o el preparado, a menos que el Estado miembro o Estados miembros interesados dispongan otra cosa. Irá fechada e incluirá los siguientes epígrafes:

- Identificación de la sustancia o preparado y de la sociedad o empresa.
- Identificación de los peligros.
- Composición/información sobre los componentes.
- Primeros auxilios.
- Medidas de lucha contra incendios.
- Medidas en caso de liberación accidental.
- Manipulación y almacenamiento.
- Control de exposición/protección individual.
- Propiedades físicas y químicas.
- Estabilidad y reactividad.
- Información toxicológica.
- Información ecológica.
- Consideraciones sobre eliminación.
- Información sobre el transporte.
- Información reglamentaria.
- Otra información.

A continuación se muestran las fichas de seguridad, consultadas en el INSHT, de algunas sustancias utilizadas en el proceso de fabricación de NPK líquidos.



Fichas Internacionales de Seguridad Química

ACIDO ORTOFOSFORICO

ICSC: 1008

|  | | | |
|---|--|---|---|
| <p>ACIDO ORTOFOSFORICO Acido fosfórico H_3PO_4 Masa molecular: 98.0</p> | | | |
| <p>Nº CAS 7664-38-2 Nº RTECS TB6300000 Nº ICSC 1008 Nº NU 1805 Nº CE 015-011-00-6</p>  | | | |
| TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION | PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS | PREVENCION | PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS |
| INCENDIO | No combustible. En caso de incendio se desprenden humos (o gases) tóxicos e irritantes. | | En caso de incendio en el entorno: están permitidos todos los agentes extintores. |
| EXPLOSION | | | |
| EXPOSICION | | ¡EVITAR LA GENERACIÓN DE NIEBLAS! | |
| • INHALACION | Sensación de quemazón, tos, jadeo, dolor de garganta. | Ventilación. | Aire limpio, reposo y proporcionar asistencia médica. |
| • PIEL | Enrojecimiento, dolor, ampollas, quemaduras. | Guantes protectores y traje de protección. | Quitar las ropas contaminadas, aclarar la piel con agua abundante o ducharse y proporcionar asistencia médica. |
| • OJOS | Enrojecimiento, dolor, quemaduras profundas graves. | Gafas ajustadas de seguridad o protección ocular combinada con la protección respiratoria. | Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad) y proporcionar asistencia médica. |
| • INGESTION | Dolor abdominal, sensación de quemazón, shock o colapso. | No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo. | Enjuagar la boca, NO provocar el vómito, dar a beber agua abundante y proporcionar asistencia médica. |
| DERRAMAS Y FUGAS | ALMACENAMIENTO | ENVASADO Y ETIQUETADO | |
| Barrer la sustancia derramada e introducirla en un recipiente tapado, recoger cuidadosamente el residuo y trasladarlo a continuación a un lugar seguro. (Protección personal adicional: traje de protección química incluyendo equipo autónomo de respiración). | Separado de alimentos y piensos. Ver Peligros Químicos. Mantener en lugar seco y bien cerrado. | No transportar con alimentos y piensos, símbolo C R: 34 S: (1/2)-26-45 Nota B Clasificación de Peligros NU: 8 Grupo de Envasado NU: III CE: | |
| | |  | |

VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE



ICSC: 1008

Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión de las Comunidades Europeas © CCE, IPCS, 2005

Fichas Internacionales de Seguridad Química












ACIDO ORTOFOSFORICO

ICSC: 1008

| | | |
|--|--|--|
| D A T O S I M P O R T A N T E S | ESTADO FISICO; ASPECTO Cristales higroscópicos, incoloros. | VIAS DE EXPOSICION La sustancia se puede absorber por inhalación del aerosol y por ingestión. |
| | PELIGROS FISICOS | RIESGO DE INHALACION Por evaporación de esta sustancia a 20°C no se alcanza, o se alcanza sólo muy lentamente, una concentración no dñva en el aire. |
| | PELIGROS QUIMICOS La sustancia polimeriza violentamente bajo la influencia de compuestos azo, epóxidos y otros compuestos polimerizables . Por combustión, formación de humos tóxicos (óxidos de fósforo). La sustancia se descompone en contacto con alcoholes , aldehídos , cianuros , celonas , fenoles , ésteres , sulfuros , halogenados orgánicos , produciendo humos tóxicos. La sustancia es moderadamente ácida. Ataca a los metales formando gas inflamable de hidrógeno. Reacciona violentamente con bases. | EFFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION La sustancia es corrosiva para los ojos, la piel y el tracto respiratorio. Corrosiva por ingestión. |
| | LIMITES DE EXPOSICION TLV (como TWA): 1 mg/m ³ ; (como STEL): 3 mg/m ³ (ACGIH 2004). MAK: 2 mg/m ³ (Fracción inhalable); Categoría de limitación de pico: I(2), Riesgo para el embarazo: grupo C (DFG 2005). LEP UE: 1 mg/m ³ (8h), 2 mg/m ³ (corto plazo) | EFFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA O REPETIDA |
| PROPIEDADES FISICAS | Punto de fusión: 42°C Densidad (g/cm ³): 1.9 Solubilidad en agua: Muy elevada | Presión de vapor, Pa a 20°C: 4 Se descompone por debajo del punto de ebullición a 213°C |
| DATOS AMBIENTALES |  | |
| NOTAS | | |
| NO verter NUNCA agua sobre esta sustancia; cuando se deba disolver o diluir, añadir MUY LENTAMENTE el ácido al agua mezclando continuamente. | | |
| Código NFPA: H 2; F 0; R 0; | | |
| INFORMACION ADICIONAL | | |
| FISQ: 4-012 ACIDO ORTOFOSFORICO | Los valores LEP pueden consultarse en línea en la siguiente dirección: http://www.insht.es/ | |
| ICSC: 1008 | ACIDO ORTOFOSFORICO | |
| © CCE, IPCS, 2005 | | |
| NOTA LEGAL IMPORTANTE: | Ni la CCE ni la IPCS ni sus representantes son responsables del posible uso de esta información. Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. | |



Fichas Internacionales de Seguridad Química

| ÁCIDO NÍTRICO | | ICSC: 0183 Octubre 2006 | |
|---|--|---|--|
| CAS: RTECS: NU: CE Índice Anexo I: CE / EINECS: | 7697-37-2 QU5775000 2031 007-004-00-1 231-714-2 | Ácido nítrico concentrado (70%) HNO ₃ Masa molecular: 63,0 |      |
| TIPO DE PELIGRO / EXPOSICIÓN | PELIGROS AGUDOS / SÍNTOMAS | PREVENCIÓN | PRIMEROS AUXILIOS / LUCHA CONTRA INCENDIOS |
| INCENDIO | No combustible pero facilita la combustión de otras sustancias. En caso de incendio se desprenden humos (o gases) tóxicos e irritantes. El calentamiento intenso puede producir aumento de la presión con riesgo de estallido. | NO poner en contacto con sustancias inflamables. NO poner en contacto con productos químicos combustibles u orgánicos. | En caso de incendio en el entorno: NO espuma. |
| EXPLOSIÓN | Riesgo de incendio y explosión en contacto con muchos compuestos orgánicos frecuentes. | | En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones rociando con agua. |
| EXPOSICIÓN | | EVITAR TODO CONTACTO | CONSULTAR AL MÉDICO EN TODOS LOS CASOS |
| Inhalación | Sensación de quemazón. Tos. Dificultad respiratoria. Jadeo. Dolor de garganta. Síntomas no inmediatos (ver Notas). | Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria. | Aire limpio, reposo. Posición de semiincorporado. Respiración artificial si estuviera indicada. Proporcionar asistencia médica inmediatamente. |
| Piel | Quemaduras cutáneas graves. Dolor. Decoloración amarilla. | Gautes de protección. Traje de protección. | Quitar las ropas contaminadas. Aclarar la piel con agua abundante o ducharse. Proporcionar asistencia médica. |
| Ojos | Enrojecimiento. Dolor. Quemaduras. | Pantalla facial o protección ocular combinada con protección respiratoria. | Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad). Proporcionar asistencia médica inmediatamente. |
| Ingestión | Dolor de garganta. Dolor abdominal. Sensación de quemazón en la garganta y el pecho. Shock o colapso. Vómitos. | No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo. | NO provocar el vómito. Dar a beber uno o dos vasos de agua. Reposo. Proporcionar asistencia médica. |
| DERRAMES Y FUGAS | | ENVASADO Y ETIQUETADO | |
| ¡Evacuar la zona de peligro! Consultar a un experto. Protección personal adicional: traje de protección completa incluyendo equipo autónomo de respiración. Ventilar. Recoger el líquido procedente de la fuga en recipientes precintables. Neutralizar cuidadosamente el residuo con carbonato sódico. Eliminarlo a continuación con agua abundante. NO absorber en serrín u otros absorbentes combustibles. | | Envase irrompible; colocar el envase frágil dentro de un recipiente irrompible cerrado. No transportar con alimentos y piensos. Clasificación UE Símbolo: O, C R: 8-35 S: (1/2)-23-26-36-45 Nota: B Clasificación NU Clasificación de Peligros NU: 8 Riesgos Subsidiarios de las NU: 5.1 Grupo de Envasado NU: I Clasificación GHS Peligro Puede ser corrosiva para los metales. Mortal en caso de ingestión. Provoca graves quemaduras en la piel y lesiones oculares. Provoca daños en las vías respiratorias si se inhala. Provoca daños en el tracto digestivo por ingestión. Provoca daños en las vías respiratorias y en los dientes tras exposición prolongada o repetida si se inhala. | |
| RESPUESTA DE EMERGENCIA | | ALMACENAMIENTO | |
| Ficha de Emergencia de Transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-8052031-I Código NFPA: H4; F0; R0; OX | | Separado de sustancias combustibles y reductoras, bases y de alimentos y piensos orgánicos. Mantener en lugar fresco, seco y bien ventilado. | |
| Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión Europea © CE, IPCS, 2007 | | | |
| IPCS International Programme on Chemical Safety |   |   |   |

VÉASE INFORMACIÓN IMPORTANTE AL DORSO



Fichas Internacionales de Seguridad Química

| ÁCIDO NÍTRICO | | ICSC: 0183 |
|---|---|------------|
| DATOS IMPORTANTES | | |
| <p>ESTADO FÍSICO; ASPECTO Líquido incoloro a amarillo, de olor ace.</p> <p>PELIGROS QUÍMICOS La sustancia se descompone al calentarla suavemente, produciendo óxidos de nitrógeno. La sustancia es un oxidante fuerte y reacciona violentamente con materiales combustibles y reductores, p.ej. turpentina, carbón, alcohol. La sustancia es un ácido fuerte, reacciona violentamente con bases y es corrosiva para los metales, formando gas combustible (hidrógeno-ver FISQ:0001). Reacciona violentamente con compuestos orgánicos.</p> <p>LÍMITES DE EXPOSICIÓN TLV: 2 ppm como TWA, 4 ppm como STEL; (ACGIH 2006). MAK: IIb (no establecido pero hay datos disponibles) (DFG 2008).</p> | <p>VÍAS DE EXPOSICIÓN Efectos locales graves por todas las vías de exposición.</p> <p>RIESGO DE INHALACIÓN Por evaporación de esta sustancia a 20°C se puede alcanzar muy rápidamente una concentración nociva en el aire.</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN La sustancia es corrosiva para los ojos, la piel y el tracto respiratorio. Corrosiva por ingestión. La inhalación puede causar edema pulmonar (ver Notas). Los efectos pueden aparecer de forma no inmediata (ver Notas).</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA Los pulmones pueden resultar afectados por la exposición prolongada o repetida al vapor. La sustancia puede afectar a los dientes, dando lugar a erosión dental.</p> | |
| PROPIEDADES FÍSICAS | | |
| <p>Punto de ebullición: 121°C Punto de fusión: -41,6°C Densidad relativa (agua = 1): 1,4 Solubilidad en agua: miscible Presión de vapor, kPa a 20°C: 6,4 Densidad relativa de vapor (aire = 1): 2,2</p> | <p>Densidad relativa de la mezcla vapor/aire a 20°C (aire = 1): 1,07 Coeficiente de reparto octanol/agua como log Pow: -0,21</p> | |
| DATOS AMBIENTALES | | |
| NOTAS | | |
| <p>Está indicado un examen médico periódico dependiendo del grado de exposición. Los síntomas del edema pulmonar no se ponen de manifiesto hasta que han pasado unas pocas horas o incluso días y se agravan con el esfuerzo físico. Esta Ficha ha sido parcialmente actualizada en enero de 2008: ver Límites de exposición.</p> | | |
| INFORMACIÓN ADICIONAL | | |
| <p>Límites de exposición profesional (INSHT 2011): VLA-EC: 1 ppm, 2,6 mg/m³</p> <p>Notas: Agente químico que tiene un valor límite indicativo por la UE</p> | | |
| NOTA LEGAL | <p>Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. Su posible uso no es responsabilidad de la CE, el IPCS, sus representantes o el INSHT, autor de la versión española.</p> | |
| © IPCS, CE 2007 | | |



Fichas Internacionales de Seguridad Química

NITRATO DE POTASIO

ICSC: 0184

|  <p style="text-align: center;">NITRATO DE POTASIO Nitrato potásico KNO₃ Masa molecular: 101.1</p> <p>Nº CAS 7757-79-1 Nº RTECS TT3700000 Nº ICSC 0184 Nº NU 1486</p>  | | | |
|--|--|---|---|
| TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION | PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS | PREVENCION | PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS |
| INCENDIO | No combustible pero facilita la combustión de otras sustancias. | NO poner en contacto con agentes combustibles o reductores. | En caso de incendio en el entorno: están permitidos todos los agentes extintores. |
| EXPLOSION | Riesgo de incendio y explosión en contacto con agentes reductores. | | |
| EXPOSICION | | ¡EVITAR LA DISPERSION DEL POLVO! | |
| • INHALACION | Tos (véase Ingestión). | Extracción localizada o protección respiratoria. | Aire limpio, reposo y proporcionar asistencia médica. |
| • PIEL | Enrojecimiento. | Guantes protectores. | Quitar las ropas contaminadas, aclarar y lavar la piel con agua y jabón. |
| • OJOS | Enrojecimiento, dolor. | Gafas de protección de seguridad. | Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad) y después proporcionar asistencia médica. |
| • INGESTION | Dolor abdominal, labios o uñas azuladas, piel azulada, vértigo, dificultad respiratoria. | No comer, ni beber ni fumar durante el trabajo. Lavarse las manos antes de comer. | Enjuagar la boca. |
| DERRAMAS Y FUGAS | | ALMACENAMIENTO | ENVASADO Y ETIQUETADO |
| Barrer la sustancia derramada e introducirla en un recipiente de plástico o vidrio. Eliminar el residuo con agua abundante. | | Separado de sustancias combustibles y reductoras. | Clasificación de Peligros NU: 5.1 Grupo de Envasado NU: III |
| VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE | | | |
| ICSC: 0184 | | Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión de las Comunidades Europeas © CCE, IPCS, 1994 | |



Fichas Internacionales de Seguridad Química

NITRATO DE POTASIO

ICSC: 0184

| | | |
|--|---|--|
| D A T O S I M P O R T A N T E S | <p>ESTADO FISICO; ASPECTO Polvo cristalino inodoro, entre incoloro y blanco.</p> <p>PELIGROS FISICOS</p> <p>PELIGROS QUIMICOS La sustancia se descompone al calentarla intensamente o al arder produciendo óxidos de nitrógeno y oxígeno, que aumenta el peligro de incendio. La sustancia es un oxidante fuerte y reacciona con materiales combustibles y reductores.</p> <p>LIMITES DE EXPOSICION TLV no establecido.</p> | <p>VIAS DE EXPOSICION La sustancia se puede absorber por inhalación del aerosol y por ingestión.</p> <p>RIESGO DE INHALACION La evaporación a 20°C es despreciable; sin embargo, se puede alcanzar rápidamente una concentración nociva de partículas en el aire cuando se dispersa.</p> <p>EFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION La sustancia irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio. La sustancia puede causar efectos en la sangre, dando lugar a la producción de metahemoglobina. Los efectos pueden aparecer de forma no inmediata. Se recomienda vigilancia médica.</p> <p>EFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA O REPETIDA</p> |
| | <p>PROPIEDADES FISICAS</p> <p>Se descompone por debajo del punto de ebullición a 400°C con formación de oxígeno. Punto de fusión: 333-334°C</p> | <p>Densidad relativa (agua = 1): 2.1 Solubilidad en agua, g/100 ml a 25°C: 35.7</p> |
| DATOS AMBIENTALES | | |
| NOTAS | | |
| Enjuagar la ropa contaminada con agua abundante (peligro de incendio). | | |
| Código NFPA: H 1; F 0; R 0; | | |
| INFORMACION ADICIONAL | | |
| FISQ: 3-155 NITRATO DE POTASIO | | |
| ICSC: 0184 | © CCE, IPCS, 1994 | NITRATO DE POTASIO |
| NOTA LEGAL IMPORTANTE: | Ni la CCE ni la IPCS ni sus representantes son responsables del posible uso de esta información. Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. La versión española incluye el etiquetado asignado por la clasificación europea, actualizado a la vigésima adaptación de la Directiva 67/548/CEE traspuesta a la legislación española por el Real Decreto 363/95 (BOE 5.6.95). | |



Fichas Internacionales de Seguridad Química

CLORURO DE POTASIO

ICSC: 1450

| | | | | | | |
|----------------------|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | |
| KCl | | | | | | |
| Masa molecular: 74.6 | | | | | | |
| Nº ICSC 1450 | | | | | | |
| Nº CAS 7447-40-7 | | | | | | |
| Nº RTECS TS8050000 | | | | | | |

| TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION | PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS | PREVENCION | PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS |
|------------------------------|---|--|--|
| INCENDIO | No combustible. | | En caso de incendio en el entorno: están permitidos todos los agentes extintores. |
| EXPLOSION | | | |
| EXPOSICION | | | |
| • INHALACION | Tos. Dolor de garganta. | Extracción localizada. | Aire limpio, reposo. |
| • PIEL | | Guantes protectores. | Aclarar la piel con agua abundante o ducharse. |
| • OJOS | Enrojecimiento. Dolor. | Gafas ajustadas de seguridad. | Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después proporcionar asistencia médica. |
| • INGESTION | Diarrea. Náuseas. Vómitos. Debilidad. Convulsiones. | No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo. | Enjuagar la boca. Provocar el vómito (¡UNICAMENTE EN PERSONAS CONSCIENTES!). Dar a beber agua abundante. Proporcionar asistencia médica. |

| DERRAMES Y FUGAS | ALMACENAMIENTO | ENVASADO Y ETIQUETADO |
|---|-------------------------|---|
| Barrer la sustancia derramada e introducirla en un recipiente. Recoger cuidadosamente el residuo, trasladarlo a continuación a un lugar seguro. (Protección personal adicional: respirador de filtro P1 contra partículas inertes). | Mantener en lugar seco. | NU (transporte): No clasificado CE: No clasificado |
| VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE | | |
| ICSC: 1450 | | |
| Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión Europea © CE, IPCS, 2003 | | |



Fichas Internacionales de Seguridad Química

CLORURO DE POTASIO

ICSC: 1450

| | | |
|---|--|---|
| D A T O S I M P O R T A N T E S | <p>ESTADO FÍSICO: ASPECTO: Cristales incoloros, higroscópicos.</p> <p>PELIGROS FÍSICOS:</p> <p>PELIGROS QUÍMICOS:</p> <p>LÍMITES DE EXPOSICIÓN: TLV no establecido.</p> | <p>VIAS DE EXPOSICIÓN: La sustancia se puede absorber por ingestión .</p> <p>RIESGO DE INHALACIÓN: La evaporación a 20°C es despreciable; sin embargo, se puede alcanzar rápidamente una concentración molesta de partículas en el aire cuando se dispersa, especialmente si está en forma de polvo.</p> <p>EFCITOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN: La sustancia irrita los ojos y el tracto respiratorio . La sustancia puede causar efectos en sistema cardiovascular, dando lugar a arritmia cardíaca, cuando se ingiere en grandes cantidades.</p> <p>EFCITOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA:</p> |
| PROPIEDADES FÍSICAS | <p>Punto de sublimación: 1500°C Punto de fusión: 770-773°C Densidad: 1.98g/cm³</p> | <p>Solubilidad en agua, g/100 ml a 20°C: elevada</p> |
| DATOS AMBIENTALES | | |
| NOTAS | | |
| INFORMACIÓN ADICIONAL | | |
| <p>Los valores LEP pueden consultarse en línea en la siguiente dirección: http://www.mtas.es/insht/practice/vlas.htm</p> | | <p>Última revisión IPCS: 2003 Traducción al español y actualización de valores límite y etiquetado: 2003</p> |
| ICSC: 1450 | | CLORURO DE POTASIO |
| <small>© CE, IPCS, 2003</small> | | |
| NOTA LEGAL IMPORTANTE: | <p>Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. Su posible uso no es responsabilidad de la CE, el IPCS, sus representantes o el INSHT, autor de la versión española.</p> | |



Fichas Internacionales de Seguridad Química

UREA FISQ: 1-199

ICSC: 0595

|  | | | |
|--|---------------------------|---|---|
| <p>UREA FISQ: 1-199 Carbamida Carbonildiamida $\text{NH}_2\text{CONH}_2/\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$ Masa molecular: 60.1</p> | | | |
| <p>Nº CAS 57-13-6 Nº RTECS YR6250000 Nº ICSC 0595</p> | | | |
| TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION | PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS | PREVENCION | PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS |
| INCENDIO | No combustible. | | En caso de incendio en el entorno: están permitidos todos los agentes extintores. |
| EXPLOSION | | | |
| EXPOSICION | | | |
| • INHALACION | | | |
| • PIEL | | | |
| • OJOS | Enrojecimiento. | Gafas de protección de seguridad. | Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después consultar a un médico. |
| • INGESTION | | | |
| DERRAMAS Y FUGAS | | ALMACENAMIENTO | ENVASADO Y ETIQUETADO |
| Barrer la sustancia derramada e introducirla en un recipiente y eliminar el residuo con agua abundante. | | Mantener en lugar frío, seco. | |
| VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE | | | |
| ICSC: 0595 | | Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IFCS y la Comisión de las Comunidades Europeas © CCE, IFCS, 1994 | |

Fichas Internacionales de Seguridad Química

UREA FISQ: 1-199

ICSC: 0595

| | | | |
|--|--|--|--|
| D A T O S I M P | ESTADO FISICO; ASPECTO Cristales blancos, con olor característico. | VIAS DE EXPOSICION La sustancia se puede absorber por inhalación del aerosol y por ingestión. | |
| | PELIGROS FISICOS | RIESGO DE INHALACION La evaporación a 20°C es despreciable; sin embargo se puede alcanzar rápidamente una concentración molesta de partículas en el aire en caso de polvo. | |
| | PELIGROS QUIMICOS La sustancia se descompone al calentar intensamente por encima del punto de fusión, produciendo gases tóxicos. | EFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION La sustancia irrita los ojos. | |
| | LIMITES DE EXPOSICION TLV no establecido. | EFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA O REPETIDA | |
| | | | |
| | | | |





| | | |
|---|---|--|
| O R T A N T E S | | |
| PROPIEDADES FÍSICAS | Punto de fusión: 132.7-135°C Densidad relativa (agua = 1): 1.32 | Solubilidad en agua: miscible Coeficiente de reparto octanol/agua como log Pow: -3.00 a -1.54 |
| DATOS AMBIENTALES | | |
| NOTAS | | |
| Temperatura de descomposición desconocida en la bibliografía. | | |
| INFORMACION ADICIONAL | | |
| FISQ: 1-199 UREA | | |
| ICSC: 0595 | © CCE, IPCS, 1994 | UREA FISQ: 1-199 |
| NOTA LEGAL IMPORTANTE: | Ni la CCE ni la IPCS ni sus representantes son responsables del posible uso de esta información. Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. La versión española incluye el etiquetado asignado por la clasificación europea, actualizado a la vigésima adaptación de la Directiva 67/548/CEE tras puesta a la legislación española por el Real Decreto 363/95 (BOE 5.6.95). | |



Fichas Internacionales de Seguridad Química

NITRATO DE AMONIO

ICSC: 0216


|  | | | |
|---|---|--|---|
| <p>NITRATO DE AMONIO Sal amónica del ácido nítrico NH_4NO_3 Masa molecular: 80.1</p> | | | |
| <p>Nº CAS 6484-52-2 Nº RTECS BR9050000 Nº ICSC 0216 Nº NU 1942</p> | |  | |
| TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION | PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS | PREVENCION | PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS |
| INCENDIO | No combustible pero facilita la combustión de otras sustancias. Explosivo. En caso de incendio se desprenden humos (o gases) tóxicos e irritantes. | NO poner en contacto con agentes combustibles o reductores. | Agua en grandes cantidades. NO utilizar otros agentes de extinción. En caso de incendio en el entorno: usar agua en grandes cantidades. |
| EXPLOSION | Riesgo de incendio y explosión bajo aislamiento y a elevadas temperaturas. | | Evacuar el área de peligro. En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones rociando con agua. Combatir el incendio desde un lugar protegido. |
| EXPOSICION | | ¡EVITAR LA DISPERSION DEL POLVO! | |
| • INHALACION | Tos, dolor de cabeza, dolor de garganta (véase Ingestión). | Extracción localizada o protección respiratoria. | Aire limpio, reposo, respiración artificial si estuviera indicada y proporcionar asistencia médica. |
| • PIEL | Enrojecimiento. | Guantes protectores. | Aclarar con agua abundante, después quitar la ropa contaminada y aclarar de nuevo y proporcionar asistencia médica. |
| • OJOS | Enrojecimiento, dolor. | Gafas ajustadas de seguridad. | Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad) y proporcionar asistencia médica. |
| • INGESTION | Dolor abdominal, labios o uñas azuladas, piel azulada, convulsiones, diarrea, vértigo, vómitos, debilidad. | No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo. | Enjuagar la boca y proporcionar asistencia médica. |
| DERRAMAS Y FUGAS | | ALMACENAMIENTO | ENVASADO Y ETIQUETADO |
| Evacuar el área de peligro. Consultar a un experto. Barrer la sustancia derramada e introducirla en un recipiente no combustible, eliminar el residuo con agua abundante. | | Medidas para contener el efluente de extinción de incendios. Separado de sustancias combustibles y reductoras. Mantener en lugar seco. | Clasificación de Peligros NU: 5.1 Grupo de Envasado NU: III |
| VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE | | | |
| ICSC: 0216 | | Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión de las Comunidades Europeas © CCE, IPCS, 2005 | |



Fichas Internacionales de Seguridad Química

NITRATO DE AMONIO

ICSC: 0216

| | | |
|---|--|---|
| D A T O S I M P O R T A N T E S | <p>ESTADO FÍSICO; ASPECTO Sólido higroscópico, entre incoloro y blanco, en diversas formas.</p> <p>PELIGROS FÍSICOS</p> <p>PELIGROS QUÍMICOS El calentamiento intenso puede originar combustión violenta o explosión. La sustancia se descompone al calentarla intensamente o al arder produciendo humos tóxicos de óxidos de nitrógeno. La sustancia es un oxidante fuerte y reacciona con materiales combustibles y reductores.</p> <p>LÍMITES DE EXPOSICIÓN TLV no establecido.</p> | <p>VIAS DE EXPOSICIÓN La sustancia se puede absorber por inhalación del aerosol.</p> <p>RIESGO DE INHALACIÓN La evaporación a 20°C es despreciable; sin embargo, se puede alcanzar rápidamente una concentración nociva de partículas en el aire.</p> <p>EFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN La sustancia irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio. La sustancia puede causar efectos en la sangre, dando lugar a la producción de metahemoglobina. Se recomienda vigilancia médica. Los efectos pueden aparecer de forma no inmediata.</p> <p>EFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA</p> |
| | <p>PROPIEDADES FÍSICAS</p> <p>Se descompone por debajo del punto de ebullición sobre 210°C Punto de fusión: 170°C</p> | <p>Densidad (g/cm³): 1.7 Solubilidad en agua, g/100 ml a 20°C: 190</p> |
| <p>DATOS AMBIENTALES</p> | <p>Esta sustancia puede ser peligrosa para el ambiente; debería prestarse atención especial al agua.</p> |  |
| NOTAS | | |
| <p>Resulta sensible a los golpes cuando se mezcla con materiales orgánicos. Enjuagar la ropa contaminada con agua abundante (peligro de incendio). Está indicado examen médico periódico dependiendo del grado de exposición. En caso de envenenamiento con esta sustancia es necesario realizar un tratamiento específico; así como disponer de los medios adecuados junto a las instrucciones correspondientes. Ficha de emergencia de transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-51S1942 o 51G02-I-II+III. Código NFPA: H 2; F 0; R 3;OX</p> | | |
| INFORMACION ADICIONAL | | |
| FISQ: 3-154 NITRATO DE AMONIO | | |
| ICSC: 0216 | | NITRATO DE AMONIO |
| © CCE, IPCS, 2005 | | |
| NOTA LEGAL IMPORTANTE: | <p>Ni la CCE ni la IPCS ni sus representantes son responsables del posible uso de esta información. Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales.</p> | |



Fichas Internacionales de Seguridad Química

SULFATO DE POTASIO

ICSC: 1451

|  |  |  |  |  |  |  |
|--|---|---|--|---|--|---|
| <p>Sulfato de dipotasio Sal de dipotasio del ácido sulfúrico K_2SO_4 Masa molecular: 174.3</p> | | | | | | |
| <p>Nº ICSC 1451 Nº CAS 7778-80-5 Nº RTECS TT5900000</p> | | | | | | |
| TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION | PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS | PREVENCION | PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS | | | |
| INCENDIO | No combustible. | | En caso de incendio en el entorno: están permitidos todos los agentes extintores. | | | |
| EXPLOSION | | | | | | |
| EXPOSICION | | | | | | |
| • INHALACION | Tos. Dolor de garganta. | Extracción localizada. | Aire limpio, reposo. | | | |
| • PIEL | Enrojecimiento. | Guantes protectores. | Aclarar y lavar la piel con agua y jabón. | | | |
| • OJOS | Enrojecimiento. Dolor. | Gafas ajustadas de seguridad. | Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después proporcionar asistencia médica. | | | |
| • INGESTION | Dolor abdominal. Diarrea. Náuseas. Vómitos. | No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo. | Dar a beber agua abundante. | | | |
| DERRAMES Y FUGAS | ALMACENAMIENTO | ENVASADO Y ETIQUETADO | | | | |
| Barrer la sustancia derramada e introducirla en un recipiente. (Protección personal adicional: respirador de filtro P1 contra partículas inertes). | | NU (transporte): No clasificado CE: No clasificado R: S: | | | | |
| VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE | | | | | | |
| <p>ICSC: 1451 Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión Europea © CE, IPCS, 2003</p> | | | | | | |

Fichas Internacionales de Seguridad Química

SULFATO DE POTASIO

ICSC: 1451



| | | |
|--|---|---|
| D A T O S I M P O R T A N T E S | ESTADO FÍSICO: ASPECTO: Cristales de incoloros blancos. | VIAS DE EXPOSICION: |
| | PELIGROS FISICOS: | RIESGO DE INHALACION: La evaporación a 20°C es despreciable; sin embargo, se puede alcanzar rápidamente una concentración molesta de partículas en el aire cuando se dispersa, especialmente si está en forma de polvo. |
| | PELIGROS QUIMICOS: La sustancia se descompone al calentarla intensamente, produciendo óxidos de azufre . | EFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION: La sustancia irrita levemente los ojos, la piel y el tracto respiratorio . |
| | LIMITES DE EXPOSICION: TLV no establecido. | EFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA O REPETIDA: |
| PROPIEDADES FISICAS | Punto de ebullición: 1689°C Punto de fusión: 1067°C Densidad: 2.66g/cm ³ | Solubilidad en agua, g/100 ml a 25°C: 12 |
| DATOS AMBIENTALES | | |
| NOTAS | | |
| INFORMACION ADICIONAL | | |
| Los valores LEP pueden consultarse en línea en la siguiente dirección: http://www.mtas.es/insht/practice/vias.htm | | Última revisión IPCS: 2003 Traducción al español y actualización de valores límite y etiquetado: 2003 |
| ICSC: 1451 | SULFATO DE POTASIO | |
| © CE, IPCS, 2003 | | |
| NOTA LEGAL IMPORTANTE: | Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. Su posible uso no es responsabilidad de la CE, el IPCS, sus representantes o el INSHT, autor de la versión española. | |

Almacenamiento de productos químicos:

La seguridad en el almacenamiento de sustancias peligrosas es fundamental a la hora de evitar posibles riesgos sobre la salud de las personas y el medio ambiente.

En España, el almacenamiento de productos químicos está regulado por el RD 379/2001 por el que se aprueba el reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-MIE-APQ-1, ITC-MIE-APQ-2, ITC-MIE-APQ-3, ITC-MIE-APQ-4, ITC-MIE-APQ-5, ITC-MIE-APQ-6, ITC-MIE-APQ7.

Por lo que respecta a los nitratos, su almacenamiento se rige por el RD 2016/2004, de 11 de octubre, por el que se aprueba la Instrucción técnica complementaria MIE APQ-8 "Almacenamiento de fertilizantes a base de nitrato amónico con alto contenido en nitrógeno".

Como norma general, en la planificación del almacenamiento se deberán tener en cuenta las características físico-químicas de las sustancias ,ya que ciertas sustancias pueden reaccionar violentamente entre sí, por lo que se prohíbe su almacenamiento conjunto, sobre todo a partir de ciertas cantidades.

| |  |  |  |  |  |
|---|---|---|---|--|---|
|  | + | - | - | - | + |
|  | - | + | - | - | - |
|  | - | - | + | - | + |
|  | - | - | - | + | ○ |
|  | + | - | + | ○ | + |

+ Se pueden almacenar conjuntamente.
 ○ Solamente podrán almacenarse juntos, si se adoptan ciertas medidas preventivas.
 - No deben de almacenarse juntos.

Figura 11: Incompatibilidades de almacenamiento



Otra de las acciones básicas para conseguir un almacenamiento seguro y adecuado de productos químicos se encuentra en la reducción al mínimo del stock, puesto que la acumulación de productos, sobre todo inflamables, aumenta el riesgo de incendio.

Observando las fichas de seguridad expuestas anteriormente, podemos detectar varias sustancias catalogadas como peligrosas:

Entre las sustancias peligrosas líquidas tenemos el HNO_3 y el H_3PO_4 .

El HNO_3 no es combustible pero facilita la combustión de otras sustancias. En caso de incendio desprende humos (o gases) tóxicos e irritantes y su calentamiento intenso puede producir aumento de la presión con riesgo de estallido. En contacto con muchos compuestos orgánicos frecuentes presenta riesgo de incendio y explosión. Reacciona violentamente con materiales combustibles, reductores, bases y es corrosivo para los metales, formando gas combustible.

El H_3PO_4 tampoco es combustible pero en caso de incendio desprende humos (o gases) tóxicos e irritantes. Polimeriza violentamente bajo la influencia de compuestos azo, epóxidos y otros compuestos polimerizables. Se descompone en contacto con alcoholes, aldehídos, cianuros, cetonas, fenoles, ésteres, sulfuros, halogenados orgánicos, produciendo humos tóxicos. Ataca a los metales formando gas inflamable de hidrógeno y reacciona violentamente con bases.

El almacenamiento de ambas sustancias líquidas se regirá por la ITC-MIE-APQ-6 «Almacenamiento de líquidos corrosivos». Se almacenarán al aire libre en depósitos atmosféricos manteniendo accesible toda la superficie lateral exterior de los depósitos. No existen requerimientos especiales de distancias entre instalaciones de líquidos corrosivos entre sí, ni respecto a otras instalaciones de la planta, excepto que la pared interior de los cubetos diste, como mínimo, 1.5 metros del vallado exterior de la planta. El resto de las instalaciones del almacenamiento distarán al menos 3 metros de dicho vallado. La separación entre dos recipientes de líquidos corrosivos contiguos debe ser la suficiente para garantizar un buen acceso a los mismos, con un mínimo de 1 metro.

El cubeto de retención será común a ambos depósitos y su capacidad útil será, como mínimo, igual a la capacidad del recipiente mayor. Las paredes y fondos de los cubetos deberán ser de un material que asegure la estanquidad de los productos almacenados durante el tiempo necesario previsto para su evacuación, con un tiempo mínimo de 48 horas, debiendo ser diseñadas para poder resistir la presión hidrostática debida a la altura total del líquido a cubeto



lleno. La altura máxima de las paredes del cubeto será de un metro y deberán existir accesos normales y de emergencia, señalizados, con un mínimo de dos en total y en número tal que no haya que recorrer una distancia superior a 25 metros hasta alcanzar un acceso desde cualquier punto del interior del cubeto. Se dispondrá de accesos directos a zonas de operación frecuente. Como mínimo, la cuarta parte de la periferia del cubeto debe ser accesible por dos vías diferentes. Estas vías deberán tener una anchura de 2,5 m y una altura libre de 4 m como mínimo para permitir el acceso de vehículos de emergencia. Las tuberías no deben atravesar más cubeto que el del recipiente o recipientes a los cuales estén conectadas. El paso de las tuberías a través de las paredes del cubeto deberá hacerse de forma que su estanquidad quede asegurada. La pendiente del fondo del cubeto desde los depósitos hasta el sumidero de drenaje será, como mínimo, del 1%.

Entre las sustancias peligrosas sólidas tenemos el NH_4NO_3 y el KNO_3 .

El KNO_3 no es combustible pero facilita la combustión de otras sustancias. Se descompone al calentarlo intensamente o al arder produciendo óxidos de nitrógeno y oxígeno, que aumenta el peligro de incendio. La sustancia es un oxidante fuerte y reacciona con materiales combustibles y reductores.

El NH_4NO_3 no es combustible pero facilita la combustión de otras sustancias. En caso de incendio desprende humos (o gases) tóxicos e irritantes. Bajo aislamiento y a elevadas temperaturas presenta riesgo de incendio y explosión. Es un oxidante fuerte y reacciona con materiales combustibles y reductores.

El almacenamiento de ambas sustancias sólidas se rige por el RD 2016/2004, de 11 de octubre, por el que se aprueba la Instrucción técnica complementaria MIE APQ-8 "Almacenamiento de fertilizantes a base de nitrato amónico con alto contenido en nitrógeno". Estas se almacenarán a granel en trojes y para la construcción de estos se tendrá en cuenta la proximidad a vías de comunicación pública, y se construirán, en caso necesario, barreras de protección adecuadas para el caso de salidas de vehículos de la calzada o de la vía. Los servicios móviles de seguridad deberán poder acceder al almacenamiento desde dos puntos opuestos, preferentemente según la dirección de los vientos predominantes. La cantidad máxima almacenada de cada nitrato será de 600 Tm. La distancia mínima entre dicha área y las vías de comunicación públicas será de 48 m y entre esta y el lugar de concentración del personal propio de la industria 12 m. El piso de los almacenes debe ser construido preferentemente sin juntas de alquitrán. Se evitará la construcción de fosos, desagües o canales. Los almacenes se proyectarán con el adecuado aislamiento térmico, de modo que se garantice que la temperatura del producto



no sobrepase los 32 °C, única forma de evitar la formación de polvo y los peligros que ello conlleva. El tejado debe tener una estructura ligera y no se utilizarán maderas ni cualquier otro material combustible. Los edificios destinados al almacenamiento deberán disponer de instalación de pararrayos. Las instalaciones permanentes eléctricas deben proyectarse de tal manera que el fertilizante nunca pueda entrar en contacto con ellas. Las fuentes de luz serán siempre frías y sus componentes deben ser de materiales incombustibles. La colocación y protecciones de las lámparas deben evitar la acumulación de polvo. La instalación eléctrica se ejecutará de acuerdo con el Reglamento electrotécnico de baja tensión y en especial con su Instrucción técnica complementaria BT-029 «Prescripciones particulares para las instalaciones eléctricas de los locales con riesgo de incendio o explosión».

Debido al riesgo de incendio y descomposición de estos productos debe reducirse al mínimo posible la generación de polvo. No se almacenarán, junto a materiales combustibles (gasóleo, aceites, grasas, maderas, papel, etc.), agentes reductores, ácidos, álcalis, azufre, cloratos, cromatos, nitritos, permanganatos y polvos metálicos o sustancias que contengan metales como el cobre, cobalto, níquel, zinc y sus aleaciones. Se almacenarán de modo que se evite su mezcla con otros tipos de fertilizantes distintos a los nitratos amónicos sólidos. En caso de almacenamientos a granel, deben separarse los montones mediante muros o paredes sólidas. Se asegurará que estos fertilizantes no entren en contacto con la urea o con fertilizantes con riesgo de descomposición autosostenida. La altura de las pilas del producto a granel deben quedar, por lo menos, 1 m por debajo de los aleros, vigas, puntos de iluminación e instalaciones eléctricas. Se evitará la exposición a la luz solar del fertilizante y los almacenamientos dispondrán de ventilación adecuada para evitar que se superen las concentraciones máximas admisibles de polvo en las condiciones de trabajo. No se permitirá la manipulación del producto, excepto para su carga y descarga o alimentación a las instalaciones de proceso.

Por último, la empresa elaborará e implantará un plan de emergencia interior con el objeto de prevenir los accidentes de cualquier tipo y, en su caso, limitar sus consecuencias. El plan considerará las emergencias que pueden producirse, la forma precisa de controlarlas por el personal del almacenamiento, así como la posible actuación de servicios externos al establecimiento. Para su elaboración e implantación se tendrá en cuenta, cuando proceda, la aplicación del RD 1254/1999, de 16 de julio, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas. Se realizarán, al menos, dos ejercicios anuales de prácticas de emergencia guardando registro de su realización, del resultado de aquéllos y de los puntos del plan de emergencia que puedan mejorarse o modificarse a la vista de los resultados obtenidos.



10.6 Prevención contra incendios:

Los sistemas de protección contra incendios de los que constará la planta de NPK líquidos serán los siguientes:

Sistemas manuales de alarma de incendio:

La instalación de pulsadores de alarma tiene como finalidad la transmisión de una señal a un puesto de control, centralizado y perfectamente vigilado, de forma tal que resulte localizable la zona del pulsador que ha sido activado y puedan ser tomadas las medidas pertinentes. Los pulsadores estarán provistos de dispositivo de protección que impida su activación involuntaria.

A excepción de la zona 8, será necesaria la instalación de sistemas manuales de alarma en el resto de zonas de la planta según lo establecido en el Anexo III del Real Decreto 2267/2004. Los pulsadores habrán de ser fácilmente visibles y la distancia a recorrer desde cualquier punto de un edificio protegido por la instalación de pulsadores hasta alcanzar el pulsador más próximo, habrá de ser inferior a 25 metros.

Las señales serán acústicas en todo caso y, además, visuales cuando así se requiera por las características del edificio o de los ocupantes del mismo. El plan de emergencia contra incendios contemplará la forma de utilización de estos sistemas, así como de la existencia de varios niveles de alarma en función de la gravedad de la emergencia. La instalación de alerta podrá considerarse sustituida por la de megafonía, cuando ésta exista y pueda cumplir todos los requisitos establecidos para aquella.

Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios:

Según el RD 2267/2004 de protección contra incendios en establecimientos industriales y teniendo en cuenta las áreas de los sectores, el nivel de riesgo intrínseco y el tipo de establecimiento industrial, será necesaria la instalación de hidrantes exteriores en la planta de producción de NPK líquidos.

Los hidrantes son tomas de agua no equipadas que permiten a los servicios de extinción que conecten sus mangueras. Estos dispositivos constan de tres elementos: cuerpo del hidrante, boca de conexión y válvula. Los hidrantes exteriores serán del tipo de columna hidrante al exterior o hidrante de arqueta.

El número de hidrantes exteriores que deben instalarse se determinará de modo que la zona protegida por cada uno de ellos sea la cubierta por un radio de 40 m, medidos horizontalmente desde el emplazamiento del hidrante. La distancia entre el emplazamiento de cada hidrante y el límite exterior del



edificio o zona protegidos, medida perpendicularmente a la fachada, debe ser al menos de 5 m. Al menos uno de los hidrantes (situado, a ser posible, en la entrada) deberá tener una salida de 100 mm. Puesto que los hidrantes exteriores serán empleados por los servicios de extinción de incendios y deberán de estar debidamente señalizados e instalados en lugares de fácil acceso.

Boca de incendios:

Ajustándose a las prescripciones de las Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-MIE-APQ-6 «Almacenamiento de líquidos corrosivos» e ITC-MIE-APQ-8 "Almacenamiento de fertilizantes a base de nitrato amónico con alto contenido en nitrógeno", las áreas de almacenamiento de dichas sustancias deberán de disponer de una red contra incendios con abastecimiento y acometida exclusiva para este fin.

Extintores:

La eficacia de un extintor en un fuego en particular depende del tamaño del incendio y de la cantidad y tipo de agente que contenga el extintor. La elección del extintor se realiza teniendo en cuenta el tipo de fuego, el cual se cataloga según los materiales que intervengan en la combustión, asignándoles letras a diferentes grupos para establecer qué agentes extintores serán los indicados para combatirlo.

- Fuegos Clase A: son aquellos que se producen en combustibles sólidos que producen brasas. Se debe utilizar agua a presión, espuma o extintores con polvo químico seco o multiuso.
- Fuegos Clase B: son aquellos que involucran líquidos inflamables o combustibles, tales como gasolina, queroseno, pintura, disolventes de pintura y gas propano. Estos tipos de fuegos deben ser apagados utilizando extintores de espuma, dióxido de carbono, polvo químico seco ordinarios o polvo químico seco de uso múltiple y de halón.
- Fuegos Clase C: son aquellos que involucran equipo eléctrico energizado, tales como aparatos eléctricos, interruptores, paneles y tableros de electricidad. Para sofocarlos se puede utilizar un extintor de dióxido de carbono, polvo químico seco ordinario, polvo químico seco de uso múltiple o uno de halón. Nunca debe utilizarse agua en fuegos eléctricos ya que existe el riesgo de un choque o descarga eléctrica.
- Fuegos Clase D: Son fuegos que involucran ciertos metales combustibles, (magnesio, titanio, potasio o sodio). Estos metales arden a temperaturas tan elevadas que permiten absorber el oxígeno de otros materiales haciendo



posible la combustión. Estos fuegos pueden reaccionar violentamente con el agua u otros químicos y deben ser manejados con mucho cuidado.

Sólo se deben utilizar los agentes extintores de polvo seco que estén especialmente diseñados para extinguir el material específicamente involucrado.

En función de su movilidad, los extintores pueden clasificarse en portátiles y carros extintores, éstos últimos disponen de ruedas para facilitar su traslado y pesan más de 30 kilogramos. Los extintores se ubicarán en sitios de fácil acceso y clara identificación, libres de cualquier obstáculo y estarán en condiciones de funcionamiento máximo. Se colocarán a una altura máxima de 1.30 metros, medidos desde el suelo hasta la base del extintor.

Para esta industria se emplearán extintores tipo ABCD y se dispondrán conforme dicta la normativa, es decir, la distancia a recorrer horizontalmente desde cualquier punto de la planta al extintor más próximo no deberá ser mayor de 15 metros.



11. MEDIO AMBIENTE

El medio ambiente es un sistema muy complejo y frágil en el que juegan un papel importante múltiples factores de distinta naturaleza. Las alteraciones graves pueden modificar las condiciones de vida del planeta y poner en peligro la vida en la Tierra.

La contaminación, junto con el consumo de recursos, son unas de las principales causas de los problemas ambientales que actualmente tenemos sobre el planeta. De esta forma, es necesario conocer las causas que producen la contaminación de los distintos medios, para que, así, las actitudes individuales y del conjunto de la sociedad puedan ser orientadas a no agravar dichos problemas. Los posibles tipos de contaminación de esta industria son:

11.1 Contaminación atmosférica:

El principal gas que provoca el efecto invernadero en esta industria es el dióxido de carbono (CO_2) que procede de la combustión del gasóleo C de la caldera.

Conociendo la fuente de emisión, podemos realizar acciones correctoras que reduzcan, en la medida de lo posible, las consecuencias que lo producen; como por ejemplo el ahorro y uso racional en el consumo de combustibles, la reducción de las emisiones a la atmósfera mediante filtros, utilización de transportes alternativos, e incluso la habilitación de espacios arbolados ya que los árboles actúan absorbiendo el CO_2 .

Según el anexo IV de la Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad de aire y protección de la atmósfera la producción de fertilizantes NPK líquidos es una actividad potencialmente contaminante de la atmósfera. La planta de producción genera como contaminantes atmosféricos CO_2 procedente de la combustión del gasóleo C de la caldera y partículas en suspensión originadas por el manejo de las materias primas sólidas. En dicho anexo, el código de identificación de esta industria es el 04 04 07 y está enmarcada dentro de las industrias del grupo A, es decir, que debido a los altos índices de emisiones que presenta está sujeta a unos requisitos de control más exigentes y queda sometida a autorización ambiental integrada por parte de la Generalitat Valenciana y por tanto al correspondiente estudio de impacto ambiental.

El valor límite de emisión (VLE) es un máximo que nos va a establecer el órgano competente (Conselleria de Territori i Habitatge en la Comunitat Valenciana), y que se indicará en la Autorización Ambiental Integrada. La empresa no podrá superar dicho valor de manera normal.



Los VLE's se fijan a partir de las Mejores Técnicas Disponibles (MTD's), que se determinan a nivel europeo. Estos documentos, que tienen carácter sectorial, definen cuál es la situación tecnológica del momento con respecto a la protección del medio ambiente que existe en el sector y a qué niveles de emisión deberían poder llegar las empresas si aplicaran las tecnologías limpias a sus instalaciones. Esto quiere decir que los límites que se exijan a las empresas dependerán de si existen en su sector unas técnicas más o menos avanzadas que permitan reducir la contaminación.

Los VLE's serán particulares para cada empresa, ya que no sólo se tendrá en cuenta la legislación existente hasta la fecha y las MTD's sino también las características propias que la empresa haya descrito en su proyecto y las condiciones locales de la zona donde se vaya a ubicar la instalación. Además, no se expresarán siempre en concentraciones (mg/L, ppm, etc.) como han sido fijados tradicionalmente, sino que también se podrán limitar los factores de emisión (CO₂ emitido / Tm de producto acabado).

La Ley también contempla que, como mínimo, al definir los valores límites de emisión, se tengan en cuenta los establecidos por la legislación estatal y/o autonómica existente en la actualidad para cada tipo de instalación.

Dicho esto, y, en base al anexo IV del RD 833/1975, de 6 de febrero, por el que se desarrolla la Ley 38/1972, de 22 de diciembre, de protección del ambiente atmosférico se establecen los siguientes VLE's:

- Gases de combustión de la caldera:

| CONTAMINANTE | VLE | PERIODICIDAD DE MEDICIÓN |
|------------------------------------|-------------------------|--|
| Partículas | 30 mg/Nm ³ | Q<10000 Nm ³ /h: trienal 10000≤Q≤30000 Nm ³ /h: bienal Q>30000 Nm ³ /h: anual |
| SO ₂ | 850 mg/Nm ³ | |
| NO _x (NO ₂) | 1000 mg/Nm ³ | |
| CO | 1806 mg/Nm ³ | |
| Opacidad | 2 Escala Bacharach | |

Tabla 16: VLE's de los gases de combustión

- Partículas sólidas:

| CONTAMINANTE | VLE | PERIODICIDAD DE MEDICIÓN |
|-----------------------|--|--------------------------|
| Nitrogenados | 150 mg/Nm ³ | Anual |
| fosfatados | 150 mg/Nm ³ | |
| Superfosfatos simple | 0,07 Kg F/Tm P ₂ O ₅ | |
| Superfosfatos triples | 0,05 Kg F/Tm P ₂ O ₅ | |

Tabla 17: VLE's de partículas sólidas



Respecto al almacenamiento en trojes de materias primas a granel, la empresa dispone de un parque de almacenamiento distribuido en compartimentos o celdas formadas por tres muros de contención y una estructura de techado de todo el parque. En dicha instalación de almacenamiento, para evitar la posible emisión de partículas, la altura de las celdas será siempre superior a la altura del acopio, al menos, en una distancia equivalente al 10% de lado mayor de su base. Asimismo, la zona de acceso a la celda deberá estar libre de material, al menos, en una distancia equivalente al 10% del ancho de acceso a la misma. Para facilitar el cumplimiento de estas restricciones se deberá marcar de forma clara en paredes y suelo las distancias mínimas establecidas, debiendo ser fácilmente visibles en todo momento. En caso de que puntualmente no pueda cumplirse lo indicado, los acopios se cubrirán mediante láminas plásticas opacas.

Como norma general se mantendrán limpias las zonas de circulación de vehículos y se limitará la velocidad en las mismas, controlando, a la entrada y salida de la instalación que los camiones que transportan los materiales a granel van cubiertos y cerrados para evitar derrames y reboses.

Para el control de las emisiones atmosféricas se tendrá en cuenta los siguientes aspectos:

- Los focos canalizados deberán tener la situación, disposición, dimensión y accesos correspondientes de acuerdo con el RD 100/2011, de 28 de enero. Las características y distribución de los focos emisores a la atmósfera será tal que garantice una correcta dispersión de los contaminantes emitidos.
- La temperatura de los gases en el punto de muestreo será preferiblemente menor de 200 °C.
- Las medidas se realizarán en condiciones normales de operación de las instalaciones, registrando los parámetros que las determinen y cubrirán todas las diferentes tipologías o grupos de productos que se fabriquen.
- Las concentraciones medidas siempre estarán referidas a condiciones normales de presión y temperatura (101.3 kPa; 273 K), y en las condiciones habituales de funcionamiento, con un contenido de oxígeno nunca superior al 15 %.
- La industria debe mantener, debidamente actualizado, un registro que incluya al menos, datos relativos a la identificación de cada actividad, de cada foco emisor, y de su funcionamiento, emisiones, incidencias, controles e inspecciones. Deberá asimismo conservar la información relativa a un periodo no inferior a 10 años tal y como se describe en el artículo 8 del RD 100/2011.



11.2 Contaminación de las aguas:

Los orígenes de contaminación son muy variados, pero los principales son los vertidos urbanos propios de la red de saneamiento y los vertidos industriales.

La empresa contará con 3 redes independientes de saneamiento y realizará la siguiente gestión de las aguas residuales:

- Las aguas de origen sanitario serán vertidas a la red de saneamiento municipal. Para ello se deberá contar con el pertinente permiso de vertido otorgado por el Ayuntamiento de Bèlgida y cumplir con las ordenanzas municipales que correspondan.
- Las aguas de limpieza de las instalaciones de proceso (reactores, tuberías y depósitos), corriente 15, así como los posibles derrames accidentales que pudiesen ocurrir en las mismas y las aguas de lavado de camiones cisterna, se recogerán mediante un sistema de canalizaciones subterráneo construido en las zonas de manipulación de materias primas, zonas de carga/descarga de líquidos y zona de limpieza de camiones, conduciéndose por gravedad hasta una fosa de almacenamiento completamente impermeable, de 75 m³ de capacidad. El agua acumulada en ella será bombeada hasta un filtro prensa identificado con el código F801, que procederá a la concentración de las mismas y separación de la parte líquida mediante filtración por presión. Tras esta operación, las aguas de baldeo serán conducidas a una balsa de evaporación con una superficie de 150 m². Esta balsa será completamente impermeable y en ella se producirá la evaporación de las aguas procedentes del baldeo de las instalaciones, quedando depositado en el fondo un lodo con elevada concentración de sales (fosfatos, nitratos, sulfatos y cloruros). Este lodo será finalmente introducido en big-bags en los que irá eliminándose la humedad restante por evaporación natural, actuando la membrana del saco como un filtro de tamaño de poro adecuado para la separación del agua que arrastrará consigo los cloruros, los cuales quedarán precipitados en la cara externa del saco filtrante y serán retirados por gestor autorizado.

Una vez evaporada la humedad, los lodos se caracterizarán para determinar su naturaleza, tipología y la posibilidad de valorización de los mismos mediante su empleo como abono agrícola en terrenos de cultivo. Se atenderá, en este último caso, a lo establecido en el RD 261/1996, de 16 de febrero, sobre protección de las aguas contra la contaminación producida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias. En caso de no poder utilizar estos lodos con fines agronómicos, se procederá a su retirada mediante gestor autorizado.



La limpieza de los sedimentos acumulados en las balsas deberá realizarse mediante procedimientos que no deterioren las características de resistencia e impermeabilización de las mismas, y con la frecuencia adecuada para evitar que la acumulación de los residuos decantados impliquen una disminución significativa de su capacidad de almacenamiento; en todo caso, al menos una vez al año.

Las balsas estarán realizadas con muros y solera de hormigón armado de 20 cm de espesor. Se realizará un revestimiento proyectado de sus superficies con una lámina de PEAD con el fin de evitar fugas/filtraciones y obtener los certificados de impermeabilidad correspondientes. Ambas dispondrán de un sistema de detección de fugas como medida de control del estado del sistema de impermeabilización que consistirá en una red de recogida de filtraciones canalizadas a arqueta de detección de fugas, ubicada en el punto más bajo del terreno. Esta arqueta deberá permanecer cerrada y deberá ser estanca y sobresalir del terreno para evitar el acceso de aguas subterráneas o aguas pluviales. Para evitar el desborde de las balsas en períodos de fuertes lluvias, se construirán con una profundidad de seguridad de 0.5 m e irán provistas de una lona plegable para poder cubrirlas si fuese necesario. Por último, frente al peligro de caídas accidentales hacia el interior de las balsas, se deberá realizar un cerramiento perimetral que impida el paso a personas ajenas a la instalación, así como disponer de algún dispositivo que permita la salida hacia el exterior de la balsa en caso de caída.

- Para las aguas pluviales, la planta dispone de un sistema de recogida y canalización compuesto por dos redes independientes:
 1. Comprende la zonas 4, 6, 7 y 8. Estas aguas, previo paso por una arqueta de decantación, se conectan con la red de recogida de aguas pluviales del polígono industrial el Tossalet.
 2. Comprende las zonas 1, 2, 3 y 5. En ellas se puede producir el arrastre de materias primas o productos. Por ello los sumideros de superficie y las canalizaciones enterradas van a parar hasta una arqueta final previa a la balsa de evaporación, que dispone de un sistema de válvulas que se pueden modificar para realizar las siguientes acciones:
 - Si se trata de aguas de limpieza y baldeo de estas zonas, la válvula derivará las aguas recogidas hasta la balsa.
 - Si se trata de aguas de lluvia, la válvula derivará las aguas hasta el colector de pluviales del polígono.



11.3 Contaminación de los suelos:

El suelo contaminado es aquel cuya calidad ha sido alterada como consecuencia del vertido directo o indirecto de residuos o productos tóxicos y peligrosos. Los problemas que puede plantear la contaminación de los suelos son tan variados como pueden serlo las sustancias presentes en los vertidos. De forma general se pueden presentar los siguientes daños y riesgos:

- ✓ El suelo pierde sus capacidades para la agricultura o cualquier otra labor productiva.
- ✓ Contaminación de aguas subterráneas, superficiales y del aire.
- ✓ Envenenamiento por contacto directo o a través de la cadena alimentaria. Tanto los insecticidas y herbicidas como los abonos nitrogenados producen una contaminación del suelo que acaba trasladándose a las aguas subterráneas.

En este punto se estará a lo dispuesto en el RD 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados, de modo que no se realizará ningún vertido que pueda afectar al suelo o a las aguas subterráneas, ni se podrán ejecutar pozos, zanjas, galerías o cualquier otro dispositivo destinado a facilitar la absorción de las aguas residuales por el terreno. Al objeto de prevenir vertidos no autorizados a la red de saneamiento, todos los almacenamientos de disoluciones y productos químicos líquidos, así como las líneas de proceso, se ubicarán sobre pavimento impermeable y se asegurará la retención y recogida de fugas de fluidos.

11.4 Contaminación acústica:

Se define la contaminación acústica como aquella que se genera por un sonido no deseado, que afecta negativamente a la calidad de vida y sobre todo, a aquellos individuos que desarrollan actividades industriales.

El ruido industrial está originado fundamentalmente por el funcionamiento de los diferentes tipos de máquinas existentes en estos lugares y, en general por toda su actividad interna.

Respecto al nivel de ruidos transmitidos al exterior deberá cumplirse lo establecido en la Ley 7/2002, de 3 de diciembre, de la Generalitat Valenciana de protección contra la contaminación acústica, y en el Decreto 266/2004, de 3 de diciembre, del Consell de la Generalitat, por el que se establecen normas de prevención y corrección de la contaminación acústica en relación con actividades, instalaciones, edificaciones, obras y servicios.



En particular, se cumplirán los límites sonoros externos establecidos para zonas de uso industrial, que son los siguientes:

| Diurno | Nocturno |
|----------|----------|
| 70 dB(A) | 60 dB(A) |

Tabla 18: Límites sonoros externos para zonas de uso industrial

Cada cinco años, se deberá realizar, por una entidad autorizada, una auditoría acústica con objeto de comprobar que no se superan los niveles sonoros en los puntos donde se sitúa el receptor más cercano, es decir, en el perímetro de la instalación. Además, la empresa dispondrá de un libro de control que estará constituido por los certificados de los resultados obtenidos en dichas auditorías, y de los informes completos de las mismas.

11.5 Residuos:

La Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, en su artículo 3, clasifica los residuos en:

- ✓ Residuos domésticos: residuos generados en los hogares como consecuencia de las actividades domésticas. Se consideran también residuos domésticos los similares a los anteriores generados en servicios e industrias y los residuos que se generan en los hogares de aparatos eléctricos y electrónicos, ropa, pilas, acumuladores, muebles y enseres así como los residuos y escombros procedentes de la construcción.
- ✓ Residuos industriales: residuos resultantes de los procesos de fabricación, transformación, utilización, consumo, limpieza o mantenimiento generados por la actividad industrial.
- ✓ Residuo peligroso: residuo que presenta una o varias de las características peligrosas enumeradas en el anexo III, y aquél que pueda aprobar el Gobierno de conformidad con lo establecido en la normativa europea o en los convenios internacionales de los que España sea parte, así como los recipientes y envases que los hayan contenido.
- ✓ Aceites usados: todos los aceites minerales o sintéticos, industriales o de lubricación, que hayan dejado de ser aptos para el uso originalmente previsto, como los aceites usados de motores de combustión y los aceites de cajas de cambios, los aceites lubricantes, los aceites para turbinas y los aceites hidráulicos.



Esta industria está sujeta a los requisitos establecidos en la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, en la Ley 10/2000, de 12 de diciembre, de residuos de la Comunidad Valenciana y en el RD 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos.

Durante el funcionamiento de la planta se producirán los siguientes residuos:

| | RESIDUO | ORIGEN | LISTA EUROPEA DE |
|----------------------|--------------------------------|------------------------|---------------------|
| NO PELIGROSOS | Cartuchos impresoras | oficinas | 08 03 99 |
| | Papel y envases cartón | oficinas/almacén | 15 01 01 |
| | Pilas alcalinas | oficinas | 16 06 04 |
| | Envases plástico | almacén | 15 01 02 |
| | Envases madera | almacén | 15 01 03 |
| | Neumáticos | vehículos | 16 01 03 |
| | Metales | mantenimiento | 17 04 07 |
| | Restos de poda | jardinería | 20 02 01 |
| PELIGROSOS | Aceites y grasas | vehículos / maquinaria | 13 02 05 / 13 01 10 |
| | Envases plásticos contaminados | Almacén | 15 01 10 |
| | Envases metálicos contaminados | Mantenimiento | 15 01 10 |
| | Trapos y absorbentes | Mantenimiento | 15 02 02 |
| | Filtros aceite | Vehículos | 16 01 07 |
| | Pilas botón | Oficina | 16 06 03 |
| | Lodos | Balsas | 06 03 13 |

Tabla 19: Residuos generados por la empresa

Todos los residuos, peligrosos y no peligrosos, se entregarán a gestores autorizados.

11.6 Integración paisajística:

Tal y como refleja el artículo 6 de la Ley 5/2014, de 25 de julio, de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje, de la Comunitat Valenciana, el paisaje es cualquier parte del territorio, tal y como es percibido por sus habitantes, cuyo carácter resulta de la interacción de factores naturales y humano. Este se integrará en todas las políticas sectoriales que incidan en el mismo. En concreto, la planificación territorial y urbanística, en el marco del Convenio Europeo del Paisaje, se orientará por conservar y valorizar los paisajes más valiosos y socialmente apreciados que identifique.

Teniendo en cuenta que esta planta industrial se va a construir en Bèlgida, una población eminentemente rural, habrá que tomar ciertas medidas para evitar un impacto visual negativo e integrarla estéticamente con el entorno que la rodea. Para ello se acondicionará una zona perimetral arbolada que disimule, principalmente, los depósitos de gran capacidad.



12. ESTUDIO ECONÓMICO.

El factor primordial en el diseño de una planta química, como en cualquier tipo de proyecto, es su viabilidad económica, ya que las posibilidades de que un proyecto arranque están intensamente relacionadas con las expectativas de beneficio que se espera, donde este se estima en función del capital invertido.

La estructura que se seguirá en el análisis de la viabilidad será la siguiente:

1. Estimación del capital invertido y costes de operación.
2. Análisis de la rentabilidad y viabilidad del proyecto.
3. Desarrollo analítico sobre la financiación y los recursos propios.

12.1 Inversión inicial:

Esta inversión hace referencia al capital que se desembolsa previo a la operación de la planta y se estima en función de las siguientes partidas:

- Gastos previos al proyecto.
- Capital inmovilizado (CI).
- Capital circulante (CC).
- Gastos asociados a la puesta en marcha de la planta.

Gastos previos al proyecto:

Hacen referencia al capital necesario antes de empezar la realización del proyecto e incluyen los gastos derivados de la gestión administrativa, costes de los estudios previos y los costes de investigación y desarrollo para determinar la calidad del producto a fabricar i el método de obtención más seguro, eficaz y económico. Son gastos anteriores al diseño de la planta y despreciables con respecto a los de la totalidad del proyecto, por lo que no se tendrán en cuenta.

Capital inmovilizado:

Se trata de la partida más importante de la inversión inicial. Es la parte del capital que se destina a la compra e instalación de equipos y materiales de la planta. Debido al desgaste y envejecimiento de estos, este capital pierde su valor con el tiempo y ,por tanto, será amortizable.

De la totalidad del capital inmovilizado, solo será recuperable íntegramente la parte destinada a la compra de la parcela. Del resto del capital solamente se podrá recuperar una pequeña parte correspondiente a la posible venta de equipos de segunda mano.



Para estimar de una manera aproximada el capital inmovilizado hay diferentes métodos de cálculo.

- ✓ Métodos globales (error 50%- 100%).
- ✓ Métodos de factor único (error 20-30 %).
- ✓ Métodos de factor múltiple (error 10-20 %).

En este caso, y por ser mas fiable, se utiliza un método de factor múltiple llamado método de Vian. Este método estima el capital inmovilizado a partir de porcentajes de diversas partes respecto a los costes de equipos y maquinaria. Por lo tanto, para iniciar los cálculos es necesario conocer los costes que suponen los equipos.

A continuación se expone el precio unitario de cada uno de los equipos e instalaciones.

- Depósitos de entrada:

| CÓDIGO | MATERIAL | VOLUMEN (L) | PRECIO (€) | PROVEEDOR |
|---------------|----------|-------------|-----------------|------------|
| DE201 | AISI 316 | 50000 | 17220 | Assa |
| DE202 y DE203 | PES RFV | 80000 | 8800 | Grupo Delf |
| DE204 | AISI 316 | 200000 | 65750 | Assa |
| DE205 | PES RFV | 150000 | 16500 | Grupo Delf |
| TOTAL | | | 117070 € | |

- Depósitos finales:

| CÓDIGO | MATERIAL | VOLUMEN (L) | PRECIO (€) | PROVEEDOR |
|--------------|----------|-------------|-----------------|------------|
| DF501-DF510 | PES RFV | 50000 | 6910 | Grupo Delf |
| DF511-DF520 | PES RFV | 80000 | 14160 | Grupo Delf |
| TOTAL | | | 210700 € | |

- Depósitos intermedios y reactores:

| CÓDIGO | MATERIAL | VOLUMEN (L) | PRECIO (€) | PROVEEDOR |
|--------------|----------|-------------|----------------|-----------|
| R301y R302 | AISI 316 | 10000 | 7540 | Assa |
| DI301y DI302 | AISI 316 | 10000 | 7540 | Assa |
| TOTAL | | | 30160 € | |



- Bombas:

| CÓDIGO | MODELO | POTENCIA (kw) | PRECIO (€) | PROVEEDOR |
|------------------------------------|----------------|----------------|------------|-----------|
| B201-B203, B205, B306, B307 y B810 | NKE 65-250/232 | 4 | 5664 | Grundfos |
| B204 y B509 | NKE 65-315/261 | 5,5 | 7254 | Grundfos |
| B508 | NKE 65-250/215 | 3 | 4832 | Grundfos |
| TOTAL | | 58988 € | | |

- Filtros:

| CÓDIGO | POTENCIA (kw) | MATERIAL | PRECIO (€) | PROVEEDOR |
|--------------|---------------|----------|---------------|-----------|
| F301 y F801 | 2.2 | AISI 316 | 36600 | Cramix |
| F302 y F303 | - | AISI 316 | 1550 | Siebec |
| TOTAL | | | 76300€ | |

- Tolvas de carga:

| CÓDIGO | MATERIAL | PRECIO (€) | PROVEEDOR |
|--------------|----------|----------------|-----------|
| TC301-TC306 | AISI 316 | 3500 | Assa |
| TOTAL | | 21000 € | |

- Cintas transportadoras:

| CÓDIGO | MATERIAL | POTENCIA (kw) | PRECIO (€) | PROVEEDOR |
|--------------|----------|---------------|----------------|-----------|
| CT301-CT306 | AISI 316 | 9.19 | 5050 | Weir |
| TOTAL | | | 30300 € | |

- Caldera de vapor:

| CÓDIGO | CONSUMO (L/h) | MATERIAL | POTENCIA (Kw) | PRECIO (€) | PROVEEDOR |
|--------------|---------------|----------|---------------|----------------|-----------|
| CV401 | 102 | AISI 304 | 3.5 | 43900 | Taishan |
| TOTAL | | | | 43900 € | |

- Compresor:

| CÓDIGO | CAPACIDAD (L/min) | POTENCIA (Kw) | PRECIO (€) | PROVEEDOR |
|--------------|-------------------|---------------|---------------|-----------|
| COM 201 | 1210 | 7.5 | 3960 | Abac |
| TOTAL | | | 3960 € | |



A estos costes hay que sumar el precio de la pala cargadora (54800 €), el de las dos carretillas elevadoras (11900 € x 2) y la báscula para el pesaje de camiones (9970 €). El coste total de los equipos queda resumido en la tabla siguiente:

| EQUIPO | Precio(€) |
|--------------------------|-----------------|
| Depósitos | 357930 |
| Bombas | 58988 |
| Filtros | 76300 |
| Tolvas | 21000 |
| Cintas transportadoras | 30300 |
| Caldera | 43900 |
| Compresor | 3960 |
| Otros (pala, báscula...) | 88570 |
| TOTAL | 680948 € |

Tabla 20: Coste total equipos e instalaciones

Una vez obtenido el precio de los equipos de la planta se procede a hacer el cálculo del capital inmovilizado a partir del método de Vian. Las diferentes partidas utilizadas en el cálculo son:

- I1 (Maquinarias y aparatos): coste de compra de los equipos de la planta.
- I2 (Gastos de instalación): Contabiliza la instalación de los equipos, la mano de obra y los costes de los materiales necesarios para el desarrollo de esta tarea, tales como: el cimiento, las estructuras, etc. Se calcula a partir de aplicar un porcentaje entre 35 a 50% al coste de maquinarias y aparatos (I1), en el cual un 0,2 corresponde al coste de material y el resto a la mano de obra. En nuestro caso, debido a los cubetos, balsas, trojes, etc. aplicaremos el 50%.
- I3 (Tuberías y válvulas): Supone los costes de instalación de las conducciones. El porcentaje variará en función de la naturaleza de la sustancia que circule por las conducciones: 10% para sólidos y 60% para fluidos.
- I4 (Instrumentos de medida y control): Se calcula el coste de compra de los aparatos indicadores, de regulación y registro, etc. Corresponde a unos valores entre 5 a 30% sobre la primera partida I1 en función del grado de automatización de la planta. Aplicaremos el 30% ya que la planta es prácticamente automática en su totalidad.
- I5 (Aislamiento térmico): Incluye el precio del material y de la mano de obra requerida para la instalación del aislamiento. Se calcula con un porcentaje de 3 a 10% sobre la primera partida I1. Aplicaremos el 5% ya que no es necesario aislar las tuberías de PE.



- I6 (Instalación eléctrica): Se incluye la instalación eléctrica, las subestaciones transformadoras y los motores eléctricos necesarios. Se utiliza un valor de 10 a 20% sobre I1. En este caso utilizaremos el 15%.
- I7 (Terrenos y edificios): Supone costes de análisis del terreno, nivelación de los mismos y construcción de edificios, pero no considera el coste de compra del terreno. Es la única partida que no pierde su valor con el tiempo. Se estima su valor aplicando un porcentaje de 5 a 80% sobre I1. Aunque se recomienda el 35%, irá en función de la magnitud y estructura de la planta. En este caso, aunque la mayor parte de la `planta está al aire libre y no hay gran cantidad de edificios construidos, consideraremos el 70% debido a las características especiales de la misma (impermeabilización de suelos, ignifugación de estructuras, construcción de distintas redes de aguas residuales y balsas...).
- I8 (Instalaciones auxiliares): Se calcula como el coste de los servicios, más la instalación de estos en la planta. Se aplica un porcentaje de 25 a 70% sobre I1. En este caso el 50%. Los servicios auxiliares están formados por:
 - ✓ Servicios de proceso: agua, gasóleo C y aire comprimido.
 - ✓ Servicios dentro y/o fuera del proceso: calefacción, aire acondicionado, sistemas de seguridad y comunicación, iluminación, etc.
- Y (Capital físico o primario): Consta del coste total des de la partida I1 a la I8.
- I9 (Honorarios del proyecto y dirección de la obra): Se calcula como un 20% del capital físico, este porcentaje se divide en: 12% correspondiente a la elaboración del proyecto, 6% a la dirección de la obra y el 2% restante a la gestión de compras.
- Z (Capital directo o secundario): Consta de la suma del capital físico (Y) más la partida I9.
- I10 (Contrato de obras): En función de la mida, complejidad y localización de la planta, se analizará aplicando un porcentaje más alto o bajo, donde su rango es de 4 a 10% sobre el capital directo (Z). Vamos a suponer el 7%.
- I11 (Gastos no previstos): En esta partida se incluyen las pérdidas asociadas a los posibles errores, gestión y constitución, puesta en marcha, etc. El rango en el que se encuentra es de un 10 a 30% del capital directo (Z). En este caso consideramos el 20%.

En la tabla 22 se muestra el valor del capital inmovilizado de nuestra planta que ha resultado del método. Este se calcula sumando todas las partidas des de la I1 a la I11, exceptuando el capital físico (Y) y el capital directo (Z).



| | Variable | % | Precio (€) |
|-----------------------------|----------|----|------------------|
| Maquinaria y aparatos | I1 | | 680948 |
| Instalación | I2 | 50 | 340474 |
| Tuberías y válvulas | I3 | 60 | 408569 |
| Instrumentación | I4 | 30 | 204284 |
| Aislamiento | I5 | 5 | 34047 |
| Instalación eléctrica | I6 | 15 | 102142 |
| Terrenos y edificios | I7 | 70 | 476664 |
| Instalaciones auxiliares | I8 | 50 | 340474 |
| Capital primario | Y | | 2587602 |
| Proyecto, dirección obra | I9 | 20 | 510711 |
| Capital secundario | Z | | 3098313 |
| Contrato obras | I10 | 7 | 214499 |
| Gastos no previstos | I11 | 20 | 612853 |
| Capital inmovilizado | | | 3925665 € |

Tabla 21: Cálculo del Capital Inmovilizado

Capital circulante:

El capital circulante es la cantidad de dinero necesaria para tener operativa la planta ya que permite la compra de materias primas, el pago de los sueldos de los trabajadores, el pago de servicios, etc. Es un capital que se encuentra en movimiento durante la vida de la planta hasta que se recupera con la venta del producto acabado. Este, a diferencia del capital inmovilizado, no pierde valor con el tiempo y por tanto no es amortizable.

Existen diferentes métodos para estimar el capital circulante necesario para un proyecto. En este caso, se utiliza un método global, donde el capital circulante de la planta se obtiene aplicando entre el 10 y el 30% del capital inmovilizado. Aplicaremos un 30% debido a la gran inversión que hay que hacer con la compra de materias primas para poner en funcionamiento la planta. De este modo obtenemos un capital circulante de 1177700 €.

Gastos asociados a la puesta en marcha de la planta:

Se extraen una vez realizadas todas las instalaciones. La planta se tiene que poner en marcha y se deben corregir todos los problemas que surjan antes de que esta empiece a producir para vender. En este caso su valor se ha incluido en la partida de gastos no previstos (I10), pero podría incluso no tenerse en cuenta ya que se considera un coste despreciable frente al resto de capitales calculados.



La inversión inicial requerida para la planta se determina a partir del sumatorio de los gastos previos al proyecto, el capital inmovilizado (CI), el capital circulante (CC) , los gastos asociados a la puesta en marcha de la planta y el precio de la parcela.

La parcela está situada en el polígono industrial "el Tossalet" de Bèlgida y tiene una superficie de 6583 m². El precio del suelo industrial en este municipio es de aproximadamente 120 €/m². Por tanto tenemos un gasto por la compra de la parcela de 789960 €. Este valor no se considera parte del inmovilizado debido a que al final de la actividad productiva se recupera su valor, y por lo tanto se considera como otro factor de inversión adicional.

| | |
|--|------------------|
| Gastos previos al proyecto | - |
| Capital inmovilizado | 3925665 |
| Capital circulante | 1177700 |
| Gastos asociados a la puesta en marcha | - |
| Compra de parcela | 789960 |
| Inversión inicial | 5893325 € |

Tabla 22: Resumen de la inversión inicial

12.2 Costes de operación:

Una vez calculada la inversión inicial de la planta, se estiman los costes de operación asociados a la producción de NPK líquido considerando el valor de los bienes y prestaciones utilizados.

El método de Vian clasifica los costes de operación en:

- ✓ Costes de fabricación o manufactura (M): son los costes debidos a la fabricación del producto final.
- ✓ Gastos generales (G): hace referencia a los costes de administración y ventas, y a los posibles costes extras.

A su vez, tanto los costes de manufactura como los generales se encuentran subdivididos en diferentes partidas temporales, en función de la dependencia del ritmo de producción. Estas subdivisiones son:

- ✓ Costes directos: son los atribuidos al producto
- ✓ Costes indirectos: costes que no se atribuyen directamente al producto pero que si afectan al precio final de este.
- ✓ Costes fijos: son costes independientes de la producción de la planta.
- ✓ Costes variables: varían en función de la producción.



En las siguientes tablas se muestra su clasificación según el método de Vian:

| Costes de manufactura (M) | | |
|---------------------------|---|-------------------------------------|
| Costes directos | Costes indirectos o gastos generales de fabricación | |
| | VARIABLES | Fijos |
| M1 materias primas | M4 mano de obra indirecta | M11 directivos y servicios técnicos |
| M2 mano de obra directa | M5 servicios generales | M12 amortización |
| M3 patentes | M6 suministros | M13 alquileres |
| | M7 mantenimiento | M14 impuestos |
| | M8 laboratorio | M15 seguro |
| | M9 envasado | |
| | M10 expedición | |

Tabla 23: Clasificación de los costes de fabricación

| Costes generales (G) | |
|-----------------------|---------------------------------------|
| VARIABLES | Fijos |
| G1 gastos comerciales | G2 gerencia |
| | G3 gastos financieros |
| | G4 investigación y servicios técnicos |

Tabla 24: Clasificación de los gastos generales

Los costes totales de operación se estiman a partir del sumatorio de los costes de fabricación y los generales: $C = M + G$.

Costes de fabricación (M):

Se desglosan en diferentes partidas anuales. Son las siguientes:

- M1 (Materias primas): En la tabla siguiente se exponen los costes anuales de las materias primas necesarias para la producción de la planta de NPK líquidos:

| Materia prima | Consumo (Tm/año) | Precio(€/Tm) | Coste (€/año) |
|--------------------------------------|------------------|--------------|-----------------|
| H ₃ PO ₄ (75%) | 8000 | 550 | 4400000 |
| HNO ₃ (52%) | 250 | 345 | 86250 |
| N20 | 350 | 185 | 64750 |
| N32 | 500 | 250 | 125000 |
| KNO ₃ | 350 | 780 | 273000 |
| MAP | 7000 | 500 | 3500000 |
| KCl | 8000 | 300 | 2400000 |
| CO(NH ₂) ₂ | 8000 | 230 | 1840000 |
| NH ₄ NO ₃ | 10000 | 362 | 3620000 |
| K ₂ SO ₄ | 300 | 490 | 147000 |
| TOTAL | | | 16456000 |

Tabla 25: Costes anuales de las materias primas



A estos precios de las materias primas hay que añadir los costes de transporte de las mismas hasta la planta. Vamos a suponer que el 90% de estas materias primas las compramos en el mercado internacional y el 10% restante en el mercado nacional.

Anualmente necesitamos aproximadamente 43000 Tm de materia prima, por tanto 38700 Tm se comprarán en el mercado internacional y 4300 Tm restantes en el nacional. Los costes del transporte son:

- Transporte marítimo: Flete por el Mediterráneo de 3000 Tm, 50 €/Tm.
- Transporte por carretera: vehículo cisterna articulado de 40 Tm, 1.594 €/km; vehículo articulado porta contenedores de 24 Tm, 1.259 €/km.

Por tanto, los costes anuales del transporte hasta la planta de las materias primas serán:

- Mercado internacional. Por transporte marítimo tenemos:

$38700 \text{ Tm/año} * 50 \text{ €/Tm} = 1935000 \text{ €/año}$. A estos costes les sumaremos el 15% por costes de transporte terrestre desde el puerto (Valencia o Alicante, a 100 km de distancia en ambos casos) hasta la planta. Por tanto tenemos $1935000 \text{ €/año} * 1.15 = 2225250 \text{ €/año}$.

- Mercado nacional: Supondremos que el 50% de la materia prima será líquida y el otro 50% será sólida. Por tanto, tenemos 54 viajes en vehículo cisterna articulado de 40 Tm y 90 viajes en vehículo articulado porta contenedores de 24 Tm. Si suponemos una media de 400 km por viaje tenemos los siguientes costes:

$54 \text{ viajes/año} * 400 \text{ km/viaje} * 1.594 \text{ €/km} = 34430 \text{ €/año}$

$90 \text{ viajes/año} * 400 \text{ km/viaje} * 1.259 \text{ €/km} = 45324 \text{ €/año}$

Por tanto, el coste total de M1 es de 18761004 €/año.

- M2 (mano de obra directa): Se considera mano de obra directa a aquella que está directamente relacionada con el proceso de fabricación. Por tanto, no están incluidos ni el director general ni los encargados. La planta operará en 2 turnos, con un total de 4 trabajadores por turno, 1 técnico de proceso por turno y el jefe de planta. Por lo tanto la mano de obra directa consta de 11 trabajadores. Suponiendo que el salario bruto anual, en 14 pagas, de un operario en la industria química es de 22500 €, se obtiene un total de costes de mano de obra directa de 247500 €/año.



- M3 (Patentes): Las patentes se pagan en concepto de derechos de explotación de un proceso ya desarrollado, el cual la empresa ya fija a priori. Debido a la amplia gama de formulaciones de fertilizantes NPK, vamos a considerar que el coste generado por la utilización de patentes es de un 1% de las ventas. Como veremos posteriormente, las ventas anuales ascienden a la cantidad de 22500000 €, por tanto los costes por patentes serán 225000 €/año.

- M4 (Mano de obra indirecta): Se trata del personal de fábrica que desempeña actividades no atribuibles directamente a la producción del producto. Por lo tanto, se trata del personal de mantenimiento (2 por turno) y logística. Se calcula de un 15 a un 45% de la mano de obra directa, por lo que para este caso se escoge el 45%, obteniendo un coste de mano de obra indirecta de 111375 €/año.

- M5 (Servicios): Se trata de la partida que incluye todos los servicios utilizados en el proceso de fabricación, y el coste anual de estos:

| Servicio | Consumo anual | Precio | Coste (€/año) |
|--------------|-----------------|-------------|---------------------|
| Agua | 27000 (m3/año) | 0,18 (€/m3) | 4860 |
| Electricidad | 672000 (kW/año) | 0,19 (€/kW) | 127680 |
| Gasóleo C | 280 (m3/año) | 874 (€/m3) | 244720 |
| TOTAL | | | 377260 €/año |

Tabla 26: Costes anuales de los servicios

- M6 (Suministros): Coste del material de adquisición regular (sin considerar las materias primas) para el proceso de fabricación. Por ejemplo: herramientas, vestuario y EPI's, lubricantes para máquinas, etc. Se calcula como un 1% del capital inmovilizado, por lo tanto, los costes ascienden a 39257 €/año.

- M7 (Mantenimiento): Se incluye todo tipo de mantenimiento que no puede ser resuelto mediante el personal de la planta (revisión de extintores, reparación ordenadores, reparaciones complejas puntuales...). El valor se calcula como un porcentaje del capital inmovilizado dependiendo de si las condiciones de operación son suaves, moderadas o extremas. Para la industria química se consideran condiciones moderadas por lo cual el cálculo supone entre el 5 y el 7% del capital inmovilizado. Para este caso se utiliza un 5% del inmovilizado, resultando un coste de mantenimiento de 196283 €/año.

- M8 (Laboratorios): Son costes derivados de controles de calidad de materias primas, producto acabado y de puntos intermedios del proceso. Normalmente este valor representa entre un 5 y un 25% de la partida de mano de obra directa. En este caso se estima como un 20%, resultando un coste de laboratorios de 49500 €/año.



- M9 (Envasado): El coste de fabricación derivado del envasado se supone nulo debido a que la mayoría del producto, el 99% se distribuirá mediante camiones cisterna y, en principio, solo el 1% se envasará en contenedores GRG.
- M10 (Expedición): Costes derivados del transporte del producto final hasta el consumidor. En este caso dicho coste será cero, ya que será cargado al consumidor.
- M11 (Directivos): Se trata del salario del personal directivo de la industria. Representa entre el 10 y 40% del total de mano de obra directa en función de la complejidad del proceso. En nuestro caso se considera un 15%, resultando un coste de 37125 €/año.
- M12 (Amortización): Coste asociado a la pérdida de valor del inmovilizado. No se trata de un gasto físico. Se calcula como un 10% del inmovilizado y, por lo tanto, el coste de amortización es de 392567 €/año.
- M13 (Alquileres): Contempla tanto el renting de la parcela donde está ubicada la planta como el alquiler de maquinaria. En este caso se considera nulo, ya que, tanto la parcela como la maquinaria son compradas.
- M14 (Impuestos): Son los pagos administrativos no atribuibles a los beneficios y este coste está comprendido entre el 0.5 y el 1% del capital inmovilizado. Considerando el 0.75% resulta un coste por impuestos de 29442 €/año.
- M15 (Seguros): Costes referentes a los seguros contratados sobre instalaciones y edificios. No incluye los seguros sobre personas físicas. Se evalúan como un 1% del capital inmovilizado, resultando 39257 €/año.

| | | |
|----------|------------------------------|-------------------------|
| M1 | materias primas | 18761004 |
| M2 | mano de obra directa | 247500 |
| M3 | patentes | 225000 |
| M4 | mano de obra indirecta | 111375 |
| M5 | servicios | 377260 |
| M6 | suministros | 39257 |
| M7 | mantenimiento | 196283 |
| M8 | laboratorio | 49500 |
| M9 | envasado | 0 |
| M10 | expedición | 0 |
| M11 | directivos | 37125 |
| M12 | amortización | 392567 |
| M13 | alquileres | 0 |
| M14 | impuestos | 29442 |
| M15 | seguros | 39257 |
| M | $\sum M_i$ | 20505570 (€/año) |

Tabla 27: Costes de fabricación



Gastos generales (G):

- G1 (Gastos comerciales): Incluye los gastos de agentes comerciales, viajes, publicidad, marketing, etc. Generalmente se estima entre el 5% y el 20% de los costes de fabricación. En este caso se utiliza el valor mínimo del 5% de modo que resulta un coste de gastos comerciales de 1025279 €/año.
- G2 (Gerencia y administración): Engloba los salarios de gerencia y administración de la planta; se trata de un coste fijo, ya que no está asociado al ritmo de producción. En nuestro caso tenemos 3 trabajadores en administración que son: el contable, el administrativo y el responsable de RRHH. Para calcular el coste de estos trabajadores vamos a considerar el 30% de los costes de mano de obra directa, obteniendo unos costes de 74250 €/año.
- G3 (Gastos financieros): Coste asociado a los intereses de capitales prestados e invertidos en el negocio. Se evalúan según el interés del capital prestado. Esta partida tiene un valor nulo, ya que se desconoce la cantidad que se va a solicitar en concepto de préstamo para realizar el proyecto.
- G4 (Investigación y Servicios técnicos): Costes derivados del asesoramiento a clientes y la investigación. Este coste se calcula como un 3% del capital inmovilizado, del cual un 1% corresponde al servicio técnico y el 2% restante a investigación y desarrollo (I+D). El valor para este coste es de 117770 €/año.

| | | |
|-----------|--------------------------|------------------------|
| G1 | gastos comerciales | 1025279 |
| G2 | Administración | 74250 |
| G3 | gastos financieros | 0 |
| G4 | I+D y servicios técnicos | 117770 |
| G | $\sum G_i$ | 1217299 (€/año) |

Tabla 28: Gastos generales

Los costes totales de operación (C) serán: $C = M+G = 21722869$ €/año.

12.3 Ingresos por ventas.

El precio del fertilizante NPK líquido oscila entre 250 y 450 €/Tm, dependiendo de la formulación del producto. Como media podemos estimar un precio de 300 €/Tm.

| PRODUCTO | PRODUCCIÓN ANUAL (Tm/año) | Precio (€/Tm) | Venta (€/año) |
|------------|---------------------------|---------------|-----------------|
| NPK | 75000 | 300 | 22500000 |

Tabla 29: Ingresos por ventas



12.4 Viabilidad de la planta.

Net Cash Flow (NCF):

Consiste en contabilizar la entrada y salida (cobros y pagos) de dinero en base a ejercicios anuales a partir del año en que se realiza la inversión inicial. De este modo se puede estimar la capacidad que tiene la planta de generar recursos líquidos para un periodo de tiempo determinado.

Para la realización de los balances económicos se han de tener en cuenta los siguientes parámetros:

- Vida útil de la planta: 20 años y al final de la vida útil se recupera la cantidad total del valor del terreno y el CC.
- Construcción de las instalaciones: periodo máximo de 1 año.
- Impuestos: El 35% de la base imponible del año anterior.
- Beneficios: El precio del producto se mantiene constante durante la vida útil de la planta y este tiene una salida total al mercado.
- Valor residual: El valor residual es la suma de dinero recuperable al final de la vida operativa de la planta, en el caso en que se pudiera vender algún equipo o maquinaria. En este caso solo se considera el valor de los terrenos, ya que es el único importe que no pierde valor con el tiempo.
- Amortización: Coste asociado a la pérdida de valor del CI. Se considera una amortización regresiva que es la más utilizada en la industria y se basa en el coste de reposición, es decir, se paga mucho al principio y poco al final. De entre los diferentes métodos de cálculo de amortizaciones regresivas se ha utilizado la suma de dígitos, que se calcula mediante las siguientes ecuaciones:

$$A_i = CI \frac{(t - (n - 1))}{z} \quad ; \quad z = \frac{t(t + 1)}{2}$$

Dónde:

A_i : Amortización del año "i"; CI: Inversión inicial sin contar el terreno (capital inmovilizado); t: vida útil de la planta; n: año del estudio

Para el balance económico, primero se calcula el beneficio bruto anual, sin costes de amortización, utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Beneficio bruto} = V - C$$

Dónde: V son las ventas y C los costes anuales.



Este valor del beneficio bruto ayuda a tener una idea de la situación económica de la empresa en cada año pero no tiene en cuenta ni la amortización ni los impuestos. Para ello se es necesario conocer el valor de la base imponible, que se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Base imponible} = V - C - A$$

Una vez cuantificados los impuestos se calcula el NCF real de cada año. La ecuación general para determinarlo es:

$$\text{NCF}_i = (-\text{CI} - \text{CC} + V_R)_n + (V - C)_n - t_i(V - C - A)_{n-1}$$

Dónde: V_R son los ingresos por valor residual, t_i la tasa de impuesto (35%) y n el año del estudio.

Los resultados obtenidos en el balance económico por año de la planta se presentan en la siguiente tabla. Las unidades de los datos que se presentan están en euros.



| AÑO | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------|----------|-------------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| CI | 3925665 | | | | | | | | | | |
| VALOR RESIDUAL | 789960 | | | | | | | | | | |
| CC | | 1177700 | | | | | | | | | |
| VENTAS | | 22500000 | 22500000 | 22500000 | 22500000 | 22500000 | 22500000 | 22500000 | 22500000 | 22500000 | 22500000 |
| COSTES | | 21722869 | 21715502 | 21715502 | 21715502 | 21715502 | 21715502 | 21715502 | 21715502 | 21715502 | 21715502 |
| BENEFICIO BRUTO (V-C) | | 777131 | 784498 | 784498 | 784498 | 784498 | 784498 | 784498 | 784498 | 784498 | 784498 |
| AMORTIZACIÓN | | 373872,8571 | 355179,214 | 336485,57 | 317791,928 | 299098,285 | 280404,642 | 261711 | 243017,357 | 224323,714 | 205630,0714 |
| BASE IMPONIBLE | | 403258,1429 | 429318,785 | 448012,42 | 466706,071 | 485399,714 | 504093,357 | 522787 | 541480,642 | 560174,285 | 578867,9286 |
| IMPUESTOS | | | 141140,35 | 150261,57 | 156804,35 | 163347,125 | 169889,9 | 176432,675 | 182975,45 | 189518,225 | 196061 |
| NFC | -4715625 | -400569 | 643357,65 | 634236,42 | 627693,65 | 621150,875 | 614608,1 | 608065,325 | 601522,55 | 594979,775 | 588437 |

| AÑO | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
|-----------------------|------------|------------|------------|----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|---------|
| CI | | | | | | | | | | | 0 |
| VALOR RESIDUAL | | | | | | | | | | | 789960 |
| CC | | | | | | | | | | | 1177700 |
| VENTAS | 22500000 | 22500000 | 22500000 | 22500000 | 22500000 | 22500000 | 22500000 | 22500000 | 22500000 | 22500000 | |
| COSTES | 21715502 | 21715502 | 21715502 | 21715502 | 21715502 | 21715502 | 21715502 | 21715502 | 21715502 | 21715502 | |
| BENEFICIO BRUTO (V-C) | 784498 | 784498 | 784498 | 784498 | 784498 | 784498 | 784498 | 784498 | 784498 | 784498 | |
| AMORTIZACIÓN | 186936,428 | 168242,785 | 149549,142 | 130855,5 | 112161,857 | 93468,2142 | 74774,5714 | 56080,9285 | 37387,2857 | 18693,6428 | |
| BASE IMPONIBLE | 597561,571 | 616255,214 | 634948,857 | 653642,5 | 672336,142 | 691029,785 | 709723,428 | 728417,071 | 747110,714 | 765804,357 | |
| IMPUESTOS | 202603,775 | 209146,55 | 215689,325 | 222232,1 | 228774,875 | 235317,65 | 241860,425 | 248403,2 | 254945,975 | 261488,75 | |
| NFC | 581894,225 | 575351,45 | 568808,675 | 562265,9 | 555723,125 | 549180,35 | 542637,575 | 536094,8 | 529552,025 | 523009,25 | 1967660 |

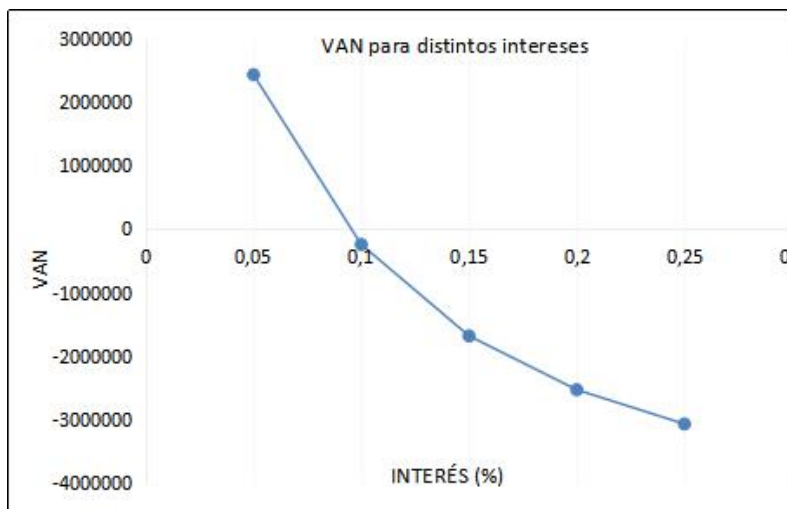
Tabla 30: Cálculo del Net Cash Flow

Valor Actual Neto (VAN):

El valor actual neto (VAN) es la suma de los valores actuales de los futuros ingresos y costes. Para calcularlo, se debe realizar una actualización del dinero en función del interés del capital (i) y el número de años de vida de la planta (n).

$$VAN = \sum_{t=1}^{n=t} \frac{NCF_t}{(1+i)^t}$$

Representando la curva del VAN para diferentes tipos de interés (del 5 al 25% con incrementos de 5) se puede comprobar que valores de estos dan un VAN positivo. Si el VAN es negativo no tiene ningún sentido realizar el proyecto, ya que las pérdidas superan al desembolso inicial. Por lo tanto, interesa que el VAN sea lo más positivo posible, para conseguir un mayor beneficio.



| INTERÉS | VAN |
|---------|--------------|
| 0,05 | 2428413,375 |
| 0,1 | -239256,9369 |
| 0,15 | -1675463,257 |
| 0,2 | -2521718,039 |
| 0,25 | -3059825,32 |

Gráfica 10: VAN para distintos intereses

Tasa Interna de Retorno (TIR):

El TIR viene determinado por valor del tipo de interés para el que el VAN es 0, o lo que es lo mismo, el interés máximo que se puede admitir para que, al final de la vida útil de la planta, no obtener pérdidas y recuperar la inversión inicial. Cuanto mayor sea su valor, mayor será el margen de intereses que puede manejar la empresa.

En la gráfica 10 se puede observar que para intereses mayores al 9.5%, el VAN es negativo, es decir, para dichos intereses se obtienen pérdidas y no se recupera ni el capital invertido en el proyecto. Para intereses menores al 9.5% el valor del VAN es positivo. Por tanto, en nuestro caso el TIR es de 9.5%. Este interés no es bajo, por lo que no deberíamos tener dificultades para encontrar entidades financieras dispuestas a invertir en el.



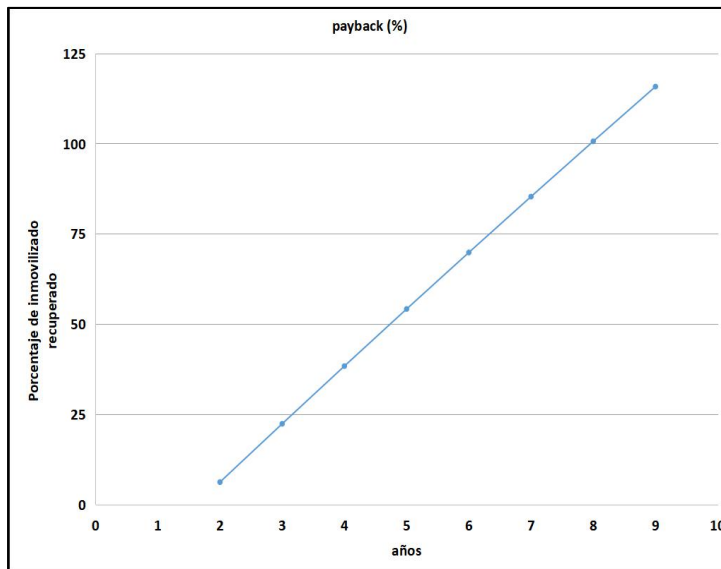
Periodo de Retorno (Pay back):

El pay back indica el tiempo que tardará la planta en generar la suma de ingresos suficiente para recuperar la inversión inicial y, por tanto, generar beneficios absolutos.

El cálculo del pay-back se realiza utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Pay back}_n = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{\text{NCF}_i}{\text{CI}} \cdot 100$$

Dónde: Payback_n es el porcentaje de capital inmovilizado recuperado en el año n , NCF_i es el flujo de caja en el año i , CI es el capital inmovilizado y n el año que se está estudiando.



| año | payback (%) |
|-----|-------------|
| 2 | 6,184650244 |
| 3 | 22,34080277 |
| 4 | 38,33028863 |
| 5 | 54,15310782 |
| 6 | 69,80926034 |
| 7 | 85,2987462 |
| 8 | 100,6215654 |
| 9 | 115,7777179 |

Gráfica 11: Porcentaje de inversión recuperada en función de los años

En la gráfica 11 se observa que la inversión inicial se recupera totalmente al 100% entre los años 7 y 8. Realizando una interpolación, obtenemos que el pay back del proyecto es de exactamente 7 años y 11 meses. A partir de ese momento la empresa habrá recuperado el capital invertido y, por tanto, todos los ingresos que obtenga serán beneficios netos.



12.5 Financiación y recursos propios:

Para finalizar la evaluación económica, se presenta de manera muy breve, con que recursos económicos vamos a afrontar la inversión inicial, que como hemos visto, asciende a 5849063 €.

A la hora de conceder un préstamo, las entidades financieras exigen al solicitante que aporte entre el 10 y el 20% del total de la cantidad solicitada. En este caso vamos a suponer que los recursos económicos propios que tendremos que aportar al proyecto serán el 20% de la inversión inicial, ya que la cantidad solicitada al banco en concepto de préstamo es elevada.

Por tanto, necesitaremos aportar como recursos propios 1169813 €. Estos recursos los obtendremos a través de socios accionistas. El 80% restante del capital inicial (4679250 €) lo obtendremos a través de un préstamo bancario.



13. PUESTA EN MARCHA:

Puesta en marcha de los servicios auxiliares:

- Servicio de agua: Se consideran aguas de servicio tanto el agua contra incendios como el agua de proceso. Ambas provienen de la red municipal.
 - Agua contra incendios: se abrirán las válvulas de todos los hidrantes de la planta para comprobar que el caudal y la presión de esta son correctos.
 - Agua de proceso: El depósito de entrada DE203 será el destinado a almacenar el agua de proceso. Este tanque se halla en la zona 2. Para su llenado se abrirá la válvula de entrada del agua procedente de la red municipal y se comprobará que el llenado y el control del nivel son correctos. Una vez lleno, se procederá a suministrar agua a los reactores ubicados en la zona 3. Para ello se iniciará el sistema de control, se abrirá la válvula de salida del depósito y se activará la bomba B203.
- Servicio de vapor: El vapor se produce en la caldera C401 a partir de agua de servicio. Primero se realiza el encendido de la caldera siguiendo las especificaciones indicadas por el proveedor. A continuación se realiza la obertura de la válvula de la línea que conecta la red de agua de servicio con la caldera y se procede a la puesta en marcha del sistema de generación de vapor. Por último se procede a la apertura de las válvulas del circuito de vapor que conecta la caldera con los reactores.
- Servicio de aire comprimido: Se dispone de un compresor para obtener aire comprimido para ser utilizado en la instrumentación y el control del proceso. Inicialmente se abrirán las válvulas que suministran el aire comprimido a los instrumentos de control y a la instrumentación en general, para a continuación proceder al encendido del compresor mediante las especificaciones del proveedor.

Puesta en Marcha del Proceso:

- Puesta en marcha de la zona 1 o zona de almacenamiento de materias primas sólidas: Únicamente se basa en el llenado de los trojes de almacenamiento y en el suministro de materias primas sólidas, con pala cargadora, a las tolvas de carga ubicadas en la zona 3.
- Puesta en marcha de la zona 2 o zona de almacenamiento de materias primas líquidas: En primer lugar se llenan los depósitos de almacenamiento con las materias primas líquidas, que llegan a la planta en los camiones cisterna, comprobando que el llenado y el control del nivel son correctos. Una vez llenos, se procede al suministro de materia prima líquida a los



reactores ubicados en la zona 3. Para ello se abrirá la válvula del depósito de entrada correspondiente y se activará la bomba correspondiente.

- Puesta en marcha de la zona 3 o zona automática de proceso: Una vez llenos los reactores R301 y R302 de materias primas líquidas, se procede a la activación de los agitadores que llevan incorporados dichos reactores, y al llenado de las materias primas sólidas abriendo las compuertas de las tolvas correspondientes y activando, según las indicaciones del fabricante, las cintas transportadoras correspondientes. Transcurrido el tiempo necesario de agitación para obtener una mezcla homogénea, se tomará una muestra de esta para comprobar que la composición en nutrientes del fertilizante es correcta. Si desde el laboratorio se da el visto bueno al producto se procede a la descarga de los reactores, en caso contrario se añaden las materias primas necesarias hasta obtener la composición requerida.

Para la descarga de los reactores se abrirá la válvula de salida del reactor correspondiente y se activará la bomba correspondiente (B306 o B307) para conducir el líquido hasta el filtro de placas F301 que se pondrá en marcha siguiendo las especificaciones indicadas por el proveedor. Una vez el líquido salga del filtro de placas, este se transportará o bien hasta un segundo filtrado (F302 o F303), o hasta los depósitos intermedios, o hasta los depósitos finales o hasta el punto de expedición. Dependiendo de dónde se conduzca el líquido se abrirán unas válvulas u otras.

- Puesta en marcha de la zona 5 o zona de almacenamiento de producto terminado: Para descargar los depósitos finales y depósitos intermedios, se abrirá la válvula del depósito que se quiera descargar y se activará la bomba B508 si el líquido proviene de los depósitos finales o la B509 si proviene de los depósitos intermedios. Se controlará que la descarga y el nivel son correctos.
- Puesta en marcha de la zona 8 o zona de tratamiento de aguas residuales: Consiste en el bombeo y filtrado de las aguas residuales desde la fosa de almacenamiento hasta la balsa de evaporación. Para ello se activará la bomba B810 que bombeará las aguas hasta el filtro de placas F804 y desde este hasta la balsa de evaporación.



BIBLIOGRAFIA

1. PÁGINAS WEB:

- <http://anffe.com/>
- <http://acefer.com/>
- <https://www.boe.es/>
- <http://www.dogv.gva.es/>
- <http://es.grundfos.com/>
- <http://coarval.com/index.php?id=33>
- <http://www.fertiberia.com/>
- <https://herogra.es/>
- <http://fertinova.es/>
- <http://www.fao.org/home/es/>

2. LIBROS:

- RICHARD TURTON RICHARD, C. BAILIE WALLACE, B. WHITING JOSEPH, A. SHAEIWITZ. Analysis, Synthesis and Design of Chemical Processes. Third Edition. Editorial: Prentice Hall.
- MANUEL DE COS CASTILLO. Teoría general del proyecto. Editorial: Síntesis.
- JOSE LUÍS FUENTES YAGÜE. Manual práctico sobre utilización de suelo y fertilizantes. Editorial: S.A. Mundi-prensa libros

3. DOCUMENTOS:

- Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- Los fertilizantes y su uso: FAO y Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes (IFA)
- World fertilizer trends and outlook to 2018. FAO.
- Estudio sectorial de fertilizantes. ALTAIR.
- Fertilizantes Líquidos "A Medida". Fuentes fertilizantes.
- Apuntes de Ingeniería Química. UPV.



ANEXOS.

ANEXO I: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES.

Todos los datos expuestos en el presente trabajo referentes a la planta de fertilizantes NPK líquidos han de servir de información fundamental para el contratista de las obras. Este no podrá modificar las especificaciones del proyecto citadas en los capítulos anteriores. Antes de realizar cualquier modificación, el contratista deberá informar al contratante y, en caso de ser necesario, esta quedará reflejada en un documento contractual.

Serán responsabilidad del contratista todos aquellos errores causados por desconocimiento de la información y/o falta de formación necesaria para la ejecución de este proyecto.

Descripción de las obras:

Las obras se sitúan en el polígono industrial "El Tossalet" de Bèlgida.

Las unidades de obra que se requieren para este proyecto han sido descritas anteriormente en sus apartados correspondientes, detallando sus características de manera individual. Estas son:

1. Movimientos de tierras y excavaciones.
2. Canalizaciones.
3. Cimentaciones y pavimentaciones.
4. Obra civil.
5. Colocación de los anclajes y depósitos.
6. Montaje de equipos y tuberías.
7. Soldaduras.
8. Colocación de las válvulas y accesorios de medida y/o control.
9. Obras complementarias.



Programa y plazo de ejecución:

El plazo máximo de ejecución del presente proyecto se estima en 12 meses a contar desde el inicio de la obras. Para ello se seguirá el siguiente programa:

- Meses 1 y 2: Movimiento de tierras, excavaciones y canalizaciones.
- Meses 3 y 4: Cimentaciones y pavimentaciones.
- Meses 5 al 11: Obra civil y Montaje de equipos.
- Mes 12: Obras complementarias y puesta en marcha de la planta.

Modificaciones de las obras:

El contratante podrá realizar cualquier cambio en las obras, siempre y cuando entregue al contratista la información de dichos cambios y no de lugar a grandes variaciones en el precio del proyecto.

Las modificaciones serán recogidas en un libro de órdenes, que deberá ser entregado a la contrata para el replanteo de la obra, permaneciendo a disposición del director de obra, que será quien resuelva cualquier duda al respecto.

Condiciones de los materiales:

Si la procedencia de cada material viene fijada en algún documento contractual, el contratista debe utilizarla de manera obligatoria, a menos que haya autorización por parte del Director de Obra para no hacerlo.

Si los materiales no cumplen las prescripciones presentes en el Pliego y el Director de Obra los rechaza, el contratista deberá de sustituirlos por otros que presenten las mismas prestaciones y cumplan las condiciones requeridas en el proceso, sin que afecte al precio. Deberá aportar las muestras y datos técnicos necesarios que lo corroboren.

Los materiales que se utilicen deberán cumplir los requisitos de calidad especificados en este pliego. Los materiales que no estén en este pliego y se utilicen en la obra deberán ser aceptados por el Director de Obra. Además, deberán presentar los certificados de calidad vigentes de acuerdo con la Unión Europea.

El acero utilizado en los equipos y estructuras de la planta será inoxidable debido a que el ambiente de trabajo en una planta de fertilizantes líquidos es bastante corrosivo. Se utilizará el acero inoxidable austenítico AISI 316 que está regulado por la norma UNE-EN 10020:2001. El fabricante del acero de estructura deberá garantizar que este cumplirá las características mecánicas y



químicas necesarias para realizar su función, tal y como vienen establecidas en la norma NBE-EA/95: “Estructuras de acero en edificación”.

El muro perimetral de la planta se realizará con bloques de cemento huecos que, en ningún caso, presentarán grietas, deformaciones o cualquier otra anomalía.

Las tuberías de las canalizaciones serán de cloruro de polivinilo (PVC) y estarán fabricadas según la norma UNE-53111/12. Las tuberías de trasiego de líquidos de la planta de proceso serán de polietileno de alta densidad (PEAD) y estarán fabricadas de acuerdo a la norma UNE-EN-12201.

Ningún material podrá presentar elementos tóxicos que puedan reaccionar con las sustancias químicas utilizadas en el proceso de fabricación.

Los elementos y mecanismos de llaves y válvulas serán sometidos a pruebas de funcionamiento y resistencia de estanqueidad, para un mismo diámetro nominal y presión de trabajo.

Por lo que respecta a la seguridad contra incendios, la planta deberá de estar equipada con extintores portátiles homologados por la Delegación de Industria, de acuerdo con el Reglamento de Recipientes a Presión vigente del Ministerio de Industria y Energía. Estos son probados en un ensayo por laboratorios especializados que emiten certificado de calidad.

Todas las naves y dependencias de la planta deberán tener alumbrado de emergencia, según la Norma Básica de la Edificación NBE-CPI/96, con una fuente propia de energía, que funcionará cuando la tensión sufra una bajada superior al 15%.

Control de la Obra:

Como condición general, todas las obras previstas en este proyecto se efectuarán de acuerdo a lo especificado en los planos y en este Pliego de condiciones, siguiendo las indicaciones del Director de Obra. Esta será la responsables de resolver las dudas o problemas que se presenten durante la ejecución de las mismas.

Las obras provisionales, como caminos y accesos provisionales, deberán cumplir las preinscripciones dichas en este Pliego como si de obras definitivas se tratasen, y serán a cuenta del contratista.

Será obligación del contratista hacer una gestión correcta de de los residuos generados durante las obras.



La conservación de la obra implica limpieza, vigilancia, mantenimiento y reparación. Esto se extiende a todas las obras ejecutadas bajo el mismo contrato.

Será responsabilidad del contratista afrontar la reposición de elementos ya sea por deterioro o robo. Para ello deberá contratar los seguros que crea necesarios para depurar dicha responsabilidad.

Las paredes de las dependencias deberán estar constituidas con aislante acústico que presente su correspondiente sello de calidad. La insonorización de dicha zona ayudara a crear el ambiente adecuado de trabajo.

En el caso de hacer subcontratas, el contratista será el encargado de programar los trabajos complementarios.

Instalaciones y equipos:

Las maquinas que se vayan a adquirir deberán presentar por lo menos un año de garantía desde el momento que se compruebe su buen funcionamiento. Esta garantía abarcara todo defecto de fabricación e instalación.

Una vez estén terminadas las distintas instalaciones, se hará una puesta en marcha y los encargados de realizar estos procedimientos deberán dar instrucciones para su manejo y control al personal encargado del mismo. A continuación se harán periodos de pruebas de control de cada máquina para verificar su correcto funcionamiento. Si el director de obra creyese conveniente la sustitución de una maquina por funcionamiento defectuoso, la entidad tendrá que facilitar una nueva.

La instalación eléctrica deberá ejecutarse bajo la legislación vigente por una empresa autorizada. Dicha instalación deberá estar equipada con protecciones mecánicas y señalizada. Los cables deberán llevar impreso el fabricante, año y características.

La instalación de fontanería se extenderá desde la red general de abastecimiento hasta los puntos de consumos tal y como proyecte el arquitecto. Las tuberías serán de PVC. No se admitirán rugosidades de más de dos milímetros, ni ondulaciones. La colocación de los contadores de agua se ajustará a lo que dicte el reglamento de gestión de las aguas municipales del Ayuntamiento de Bèlgida. Toda toma de agua destinada a uso humano deberá constar de agua fría y caliente.

Para las ventanas deberá colocarse vidrio armado que en su interior tiene una malla metálica que mantiene los trozos unidos en caso de rotura. Se colocarán ventanas de gran tamaño en las zonas cubiertas construidas (a excepción de la zona 2) para aprovechar al máximo la luz solar y ahorrar energía eléctrica.



Seguridad:

Se cumplirá con toda la legislación vigente y las ordenanzas municipales.

Como medida de seguridad se instalará un sistema de fichaje para las salidas y entradas de los trabajadores de modo que permita detectar rápidamente al personal presente en la planta en caso de accidente, facilitando así la evacuación.

Ante cualquier daño o imprevisto en las obras que afecte a la seguridad de los trabajadores, el encargado de obra deberá señalizarlo para alertar al resto de trabajadores.

Será obligatorio el uso de los EPI's (zapatos de seguridad, guantes, cascos chalecos reflectantes, etc).

El Director de obra estará autorizado a paralizar la obra en caso de detectar conductas indebidas o mal funcionamiento ya sea por parte de los trabajadores o de la entidad contratada.

El constructor tiene la libertad de proveerse de los materiales y aparatos de cualquier clase que crea necesarios para realizar la tarea excepto en los casos que deba emplear equipos especializados indicados en el Pliego de condiciones. Deberá presentar al Director de obra una lista con dichos materiales y equipo.

Pago del proyecto:

El pago del proyecto se realizará en 3 plazos distribuidos de la siguiente manera:

- Inicio de obra: 40% del total.
- Mitad de obra: 30% del total.
- Final de obra: 30% del total.

ANEXO II: CÁLCULOS

a) Diámetro de las tuberías:

Como ya hemos dicho anteriormente, los tubos de PEAD se fabrican de acuerdo con la norma UNE-EN 12201 y con unos diámetros nominales estandarizados. Sabiendo que el diámetro nominal escogido es de 63 mm y su espesor es de 4.7 mm, tenemos que el diámetro interior es de 58.3 mm

b) Caudal:

Para evitar la abrasión de las tuberías debida a la corriente líquida así como la cavitación, hay que considerar secciones suficientes de las conducciones y procurar velocidades no superiores a 2 m/s en el caso de tuberías rugosas y a 3.5 m/s en tuberías lisas como el PE. Considerando que la velocidad media de circulación del líquido por el interior de las tuberías es de 3 m/s, y conociendo el diámetro interior de las mismas, obtendremos el caudal.

$$Q = VA$$

Donde:

- Q es el caudal (m^3/s)
- V es la velocidad media de circulación del fluido (m/s)
- A es el área de la sección transversal de la tubería (m^2)

De este modo obtenemos un caudal de $0.008 m^3/s \approx 0.5 m^3/min \approx 30 m^3/h$.

c) Potencia de las bombas centrífugas:

Para calcular la potencia que necesitan las bombas para transportar los líquidos a través del sistema aéreo de tuberías, nos basaremos en el siguiente esquema de bombeo.

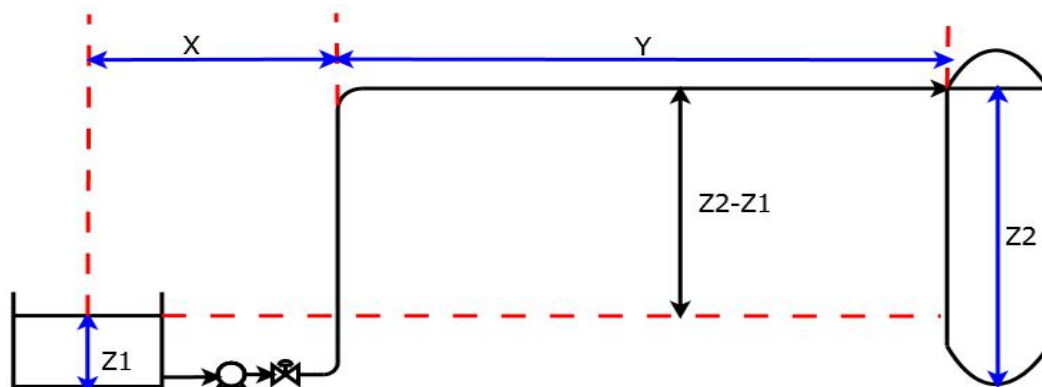


Figura 12: Esquema de bombeo



La potencia teórica de una bomba hidráulica es:

$$W_{\text{teor}} = \rho g Q H$$

Dónde:

- W es la potencia teórica de la bomba (en Vatios; 1 Hp = 745.7 Vatios)
- ρ es la densidad del fluido (1000 Kg/m³ en el caso del agua)
- g es la aceleración de la gravedad (generalmente se adopta: 9.81 m/s²)
- Q es el caudal (m³/s)
- H es la altura dinámica de la bomba (m)

Con la ecuación de Bernoulli generalizada entre la superficie del mezclador (1) y la superficie del depósito (2) tenemos:

$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 + h_w - h_L = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2$$

Dónde:

- $P_1 = P_2 = 0$. Presiones manométricas.
- $V_1 = V_2 = 0$. Suponiendo áreas de tanques suficientemente grandes.
- $z_2 - z_1 = 5$ m
- h_L es la altura de pérdidas por cargas (m).

Por tanto, necesitamos conocer el valor de H, y nos queda que:

$$H = z_2 - z_1 + h_L$$

Para calcular la altura de trabajo de la bomba, necesitamos conocer h_L .

$$h_L = h_f + h_a$$

Dónde:

- h_f es la pérdida por fricción y se calcula a partir de la ecuación de Darcy.
- h_a es la pérdida por accesorios.

$$h_f = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$$

L es la longitud total de la tubería ($L = X + Y + Z_1 + Z_2$).

El factor de fricción, f , es función del número de Reynolds y de la rugosidad relativa de la tubería. El número de Reynolds se calcula a partir de:

$$Re = \frac{\rho V D}{\mu}$$

De la tabla de las propiedades del agua tenemos que la densidad (ρ) de esta a 20°C es 998.2 Kg/m³ y la viscosidad (μ) es 1.005x10⁻³ N·s/m².

Sustituyendo los valores obtenemos Re.

- Re < 2000, Régimen laminar
- Re > 4000, Régimen turbulento
- 2000 < Re < 4000, hay incertidumbre sobre el régimen

La rugosidad relativa ($\frac{\epsilon}{D}$) para tuberías lisas como el polietileno es 0,000001.

Con Re y $\frac{\epsilon}{D}$, se obtiene el valor f del diagrama de Moody.

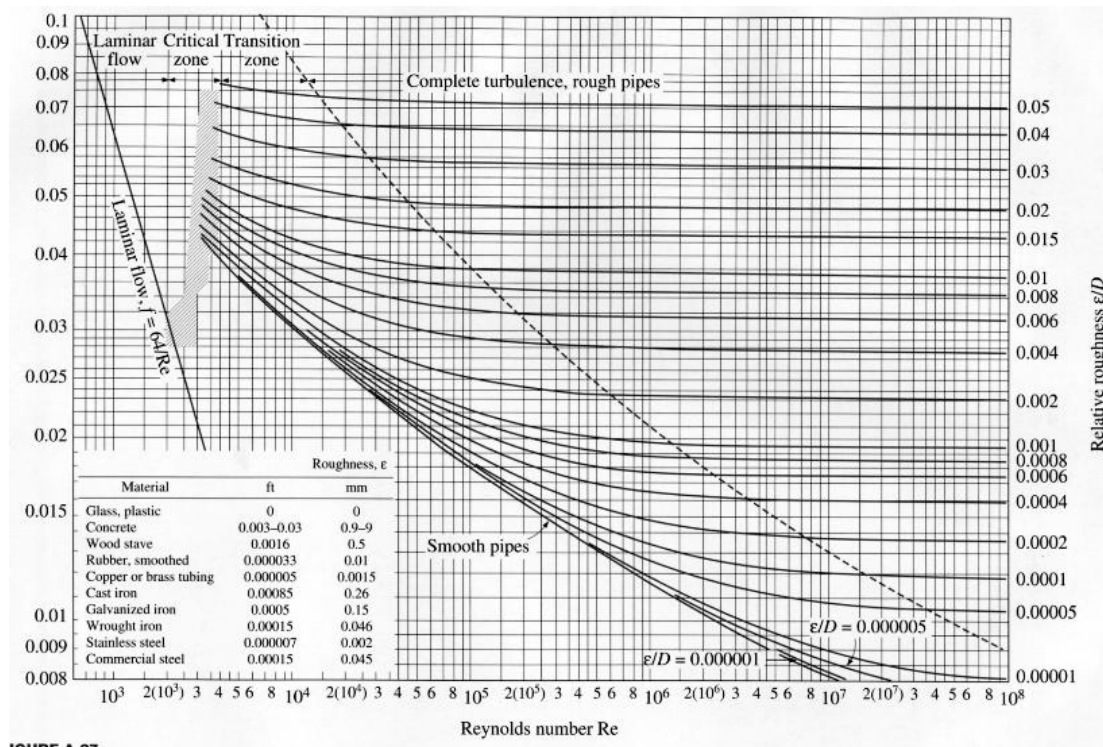


Figura 13: Diagrama de Moody



Para calcular las pérdidas por accesorios (h_a) debemos obtener $\sum k_i$, que es la suma de los coeficientes de pérdidas secundarias.

$$h_a = \sum k_i \frac{V^2}{2g}$$

En el circuito de bombeo debemos distinguir tres tramos de tubería para calcular las pérdidas por accesorios de cada uno de ellos:

1. Desde los depósitos de entrada hasta los reactores. Donde tenemos 3 codos de 90° , 2 válvulas de globo, y 1T.
2. Desde los reactores hasta los depósitos intermedios y finales. Donde tenemos 5 codos de 90° , 3 válvulas de membrana, 2 ensanchamientos a la entrada de los filtros, 2 estrechamientos a la salida de los filtros y 3 T's.
3. Desde los depósitos intermedios y finales hasta el punto de expedición. Donde tenemos 3 codos de 90° , 2 válvulas de globo y 2 T's.

Suponiendo válvulas totalmente abiertas y accesorios roscados, los coeficientes de pérdidas secundarias en una tubería con flujo turbulento para un diámetro nominal de 63 mm son:

- Entrada a la tubería ($k_{ent}=0.5$).
- Salida de la tubería ($k_{sal}=1$).
- Válvula de globo ($k_{vg}=6.1$).
- Válvula de membrana ($k_{vm}=1$).
- T ($k_T=1.08$).
- Estrechamiento de la tubería ($k_{est}=0.5$).
- Ensanchamiento de la tubería ($k_{ens}=1$).
- Codo de 90° ($k_{codo}=0.54$).

Una vez conocidos h_f y h_a , calculamos h_L , calculamos H y por tanto W_{teor} :

$$W_{teor} = \rho g Q H$$

Suponiendo un rendimiento total de la bomba del 80%, su potencia real:

$$W_{real} = \frac{W_{teor}}{0.8}$$



Las características detalladas en el listado de bombas que aparece en la siguiente página son:

- Código.
- Líquido que bombea.
- Densidad del líquido: ρ (kg/m^3).
- Viscosidad del líquido: μ ($\text{N}\cdot\text{s/m}^2$).
- Longitud de tubería: L (m)
- Diámetro interior de la tubería: D (m)
- Diferencia de carga: $Z = Z_2 - Z_1$ (m)
- Caudal circulante: Q (m^3/h)
- Velocidad del fluido: V (m/s)
- Reynolds, para determinar el tipo de flujo: Re
- Rugosidad relativa del PE: ε/D
- Factor de Fanning, para determinar las pérdidas de carga por fricción: f
- Pérdidas por fricción o primarias: h_f (m)
- Pérdidas por accesorios o secundarias: h_a (m)
- Altura de pérdidas de carga: h_L (m)
- Altura capaz de vencer el fluido impulsado: H (m)
- Potencia: W (W)



| CÓDIGO | LÍQUIDO | ρ (kg/m ³) | μ (N·s/m ²) | L (m) | D (m) | Z (m) | Q (m ³ /s) | V (m/s) | Re | ϵ/D | f | h_f (m) | h_a (m) | h_L (m) | H (m) | $W_{teor}(w)$ | $W_{real}(w)$ |
|--------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------|--------|-------|-----------------------|---------|------------|--------------|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|---------------|
| B201 | HNO3 | 1310 | 0,0016 | 35 | 0,0583 | 5 | 0,008 | 3 | 143199,375 | 0,000001 | 0,017 | 4,681574268 | 7,52293578 | 12,20451005 | 17,20451005 | 1768,775033 | 2210,968791 |
| B202 | N2O | 1260 | 0,0011 | 35 | 0,0583 | 5 | 0,008 | 3 | 200340 | 0,000001 | 0,016 | 4,406187546 | 7,52293578 | 11,92912333 | 16,92912333 | 1674,032974 | 2092,541218 |
| B203 | H2O | 1000 | 0,0011 | 35 | 0,0583 | 5 | 0,008 | 3 | 159000 | 0,000001 | 0,016 | 4,406187546 | 7,52293578 | 11,92912333 | 16,92912333 | 1328,597599 | 1660,746998 |
| B204 | H3PO4 | 1574 | 0,032 | 35 | 0,0583 | 5 | 0,008 | 3 | 8602,89375 | 0,000001 | 0,032 | 8,812375092 | 7,52293578 | 16,33531087 | 21,33531087 | 2635,49804 | 3294,372551 |
| B205 | N32 | 1320 | 0,0011 | 35 | 0,0583 | 5 | 0,008 | 3 | 209880 | 0,000001 | 0,016 | 4,406187546 | 7,52293578 | 11,92912333 | 16,92912333 | 1753,74883 | 2192,186038 |
| B306 | NPK | 1250 | 0,0011 | 40 | 0,0583 | 5 | 0,008 | 3 | 198750 | 0,000001 | 0,016 | 5,03564291 | 6,165137615 | 11,20078052 | 16,20078052 | 1589,296569 | 1986,620712 |
| B307 | NPK | 1250 | 0,0011 | 40 | 0,0583 | 5 | 0,008 | 3 | 198750 | 0,000001 | 0,016 | 5,03564291 | 6,165137615 | 11,20078052 | 16,20078052 | 1589,296569 | 1986,620712 |
| B508 | NPK | 1250 | 0,0011 | 20 | 0,0583 | 5 | 0,008 | 3 | 198750 | 0,000001 | 0,016 | 2,517821455 | 8,018348624 | 10,53617008 | 15,53617008 | 1524,098285 | 1905,122856 |
| B509 | NPK | 1250 | 0,0011 | 40 | 0,0583 | 5 | 0,008 | 3 | 198750 | 0,000001 | 0,016 | 5,03564291 | 8,018348624 | 13,05399153 | 18,05399153 | 1771,096569 | 2213,870712 |
| B810 | H ₂ O residual | - | - | - | - | - | 0,008 | 3 | - | - | - | - | - | - | - | - | 2210,968791 |

Tabla 31: Cálculo de la potencia de las bombas.

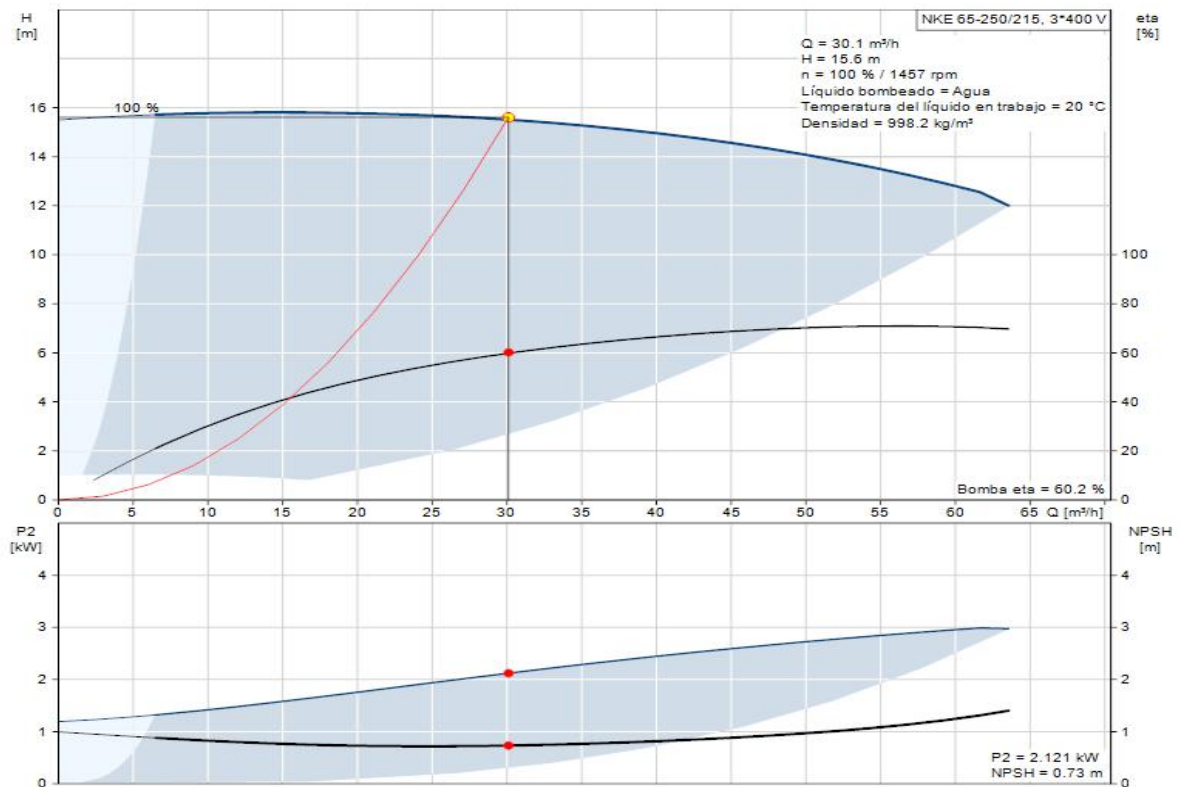


En el listado anterior podemos observar que las potencias reales de las bombas oscilan entre 1.5 kw y 3.5 kw. Una vez consultado el catálogo de nuestro proveedor, vemos en las gráficas de rendimiento, que las bombas que mejor se ajustan a nuestras necesidades son:

- B508: NKE 65-250/215.3

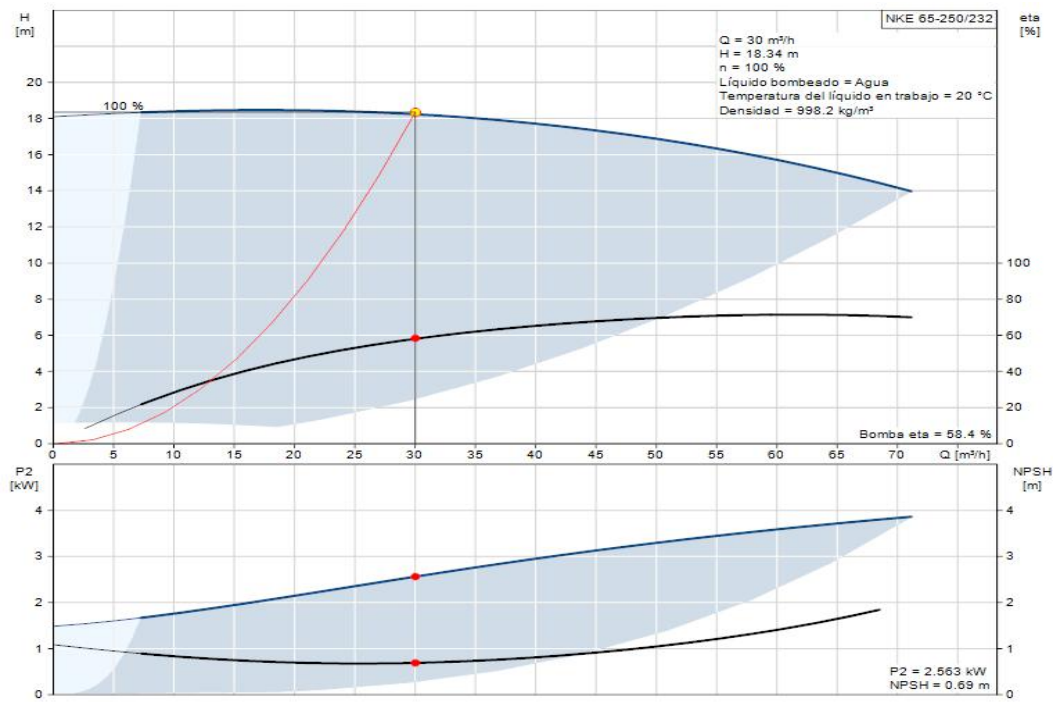
Donde:

- NKE es la gama de bomba
- 65 su diámetro nominal de descarga (mm)
- 250 el diámetro nominal del impulsor (mm)
- 215 el diámetro real del impulsor (mm)
- 3 es la potencia requerida (kW)

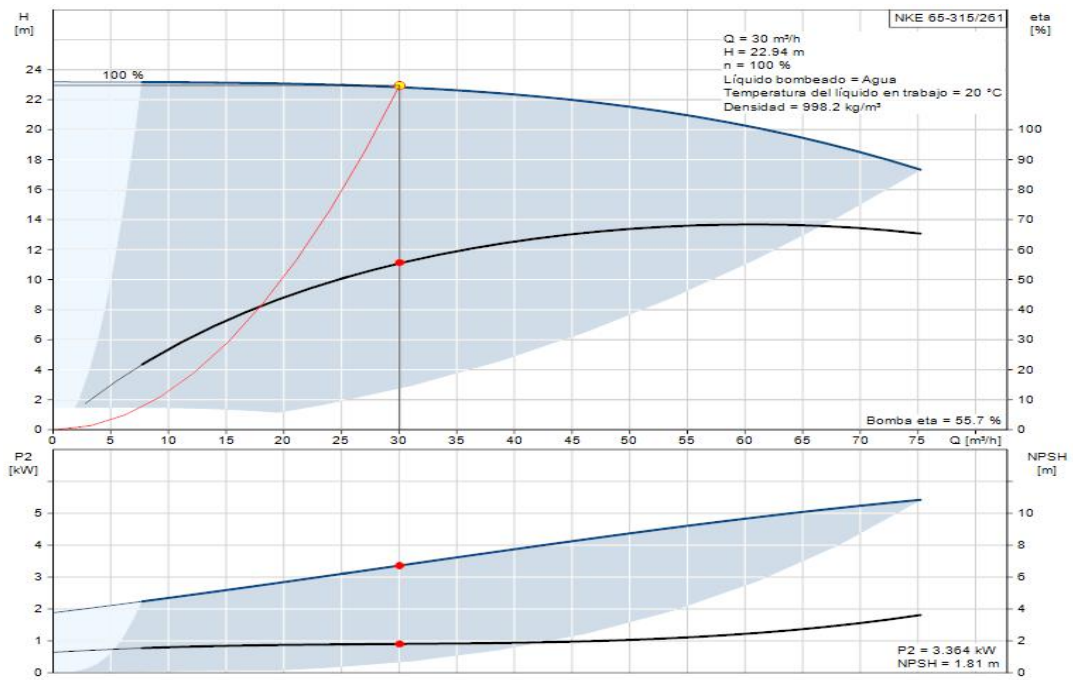




- B201, B202, B203, B205, B306, B307 y B810: NKE 65-250/232.4



- B204 Y B509: NKE 65-315/261.5,5





ANEXO III: BALANCES DE MATERIA.

Para estudiar los balances de materia que tienen lugar en el proceso de fabricación de fertilizantes NPK líquidos, vamos a centrarnos en 2 ejemplos de formulación de los más comunes, ya que al tratarse de simples mezclas físicas con agua, existen millones de formulaciones diferentes.

En este caso, vamos a fabricar 10 Tm de dos fertilizantes típicos NPK. Un NPK simple y otro NPK complejo:

1. Fertilizante NPK 12+4+6: Para cítricos como el naranjo en la época de floración (primavera). Las materias primas utilizadas son: Urea, H_3PO_4 , KCl y H_2O .

La Urea tiene una riqueza del 46% en N, por tanto, se necesitarán:

$$10 \text{ Tm} \times (12/46) = 2.61 \text{ Tm de Urea}$$

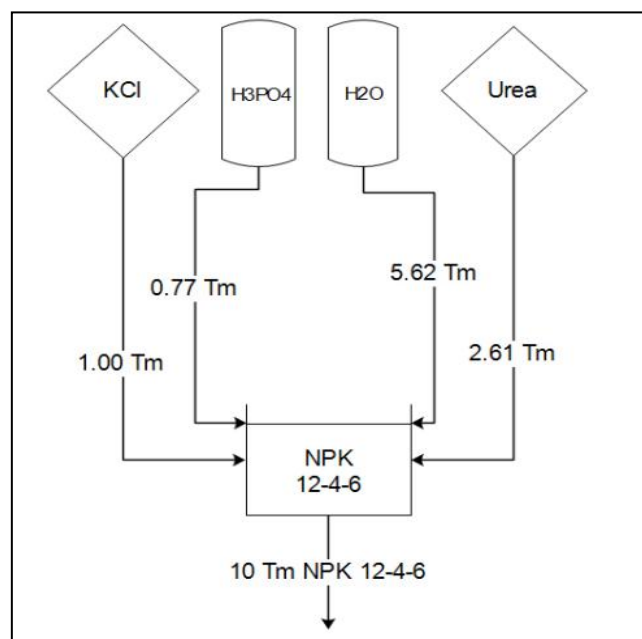
El Ácido Fosfórico tiene una riqueza del 52% en P_2O_5 , por tanto, se necesitarán:

$$10 \text{ Tm} \times (4/52) = 0.77 \text{ Tm de } H_3PO_4$$

El Cloruro de Potasio tiene una riqueza del 60% en K_2O , por tanto, se necesitarán:

$$10 \text{ Tm} \times (6/60) = 1 \text{ Tm de KCl}$$

El resto será agua: 5.62 Tm de H_2O .





2. Fertilizante NPK(Mg) 8+4+10(1): Para cítricos como el naranjo en la época que el cultivo empieza a aumentar su tamaño (otoño). Las materias primas utilizadas son: N₂O, H₃PO₄, KCl, MgSO₄ y H₂O.

La solución nitrogenada N₂O tiene una riqueza del 20 % (10% N nítrico y 10% N amoniacal). Por tanto, se necesitarán:

$$10 \text{ Tm} \times (8/20) = 4 \text{ Tm de N}_2\text{O}$$

El H₃PO₄ tiene una riqueza del 52% en P₂O₅, por tanto, se necesitarán:

$$10 \text{ Tm} \times (4/52) = 0.77 \text{ Tm de H}_3\text{PO}_4$$

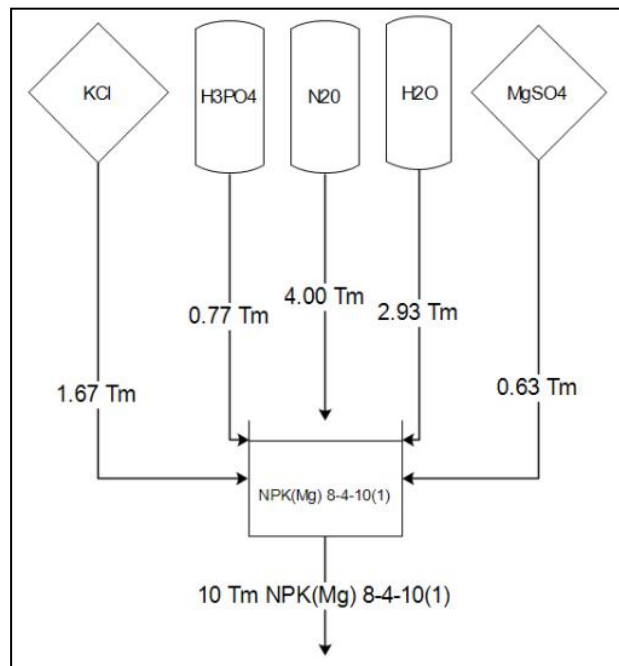
El KCl tiene una riqueza del 60% en K₂O, por tanto, se necesitarán:

$$10 \text{ Tm} \times (10/60) = 1.67 \text{ Tm de KCl}$$

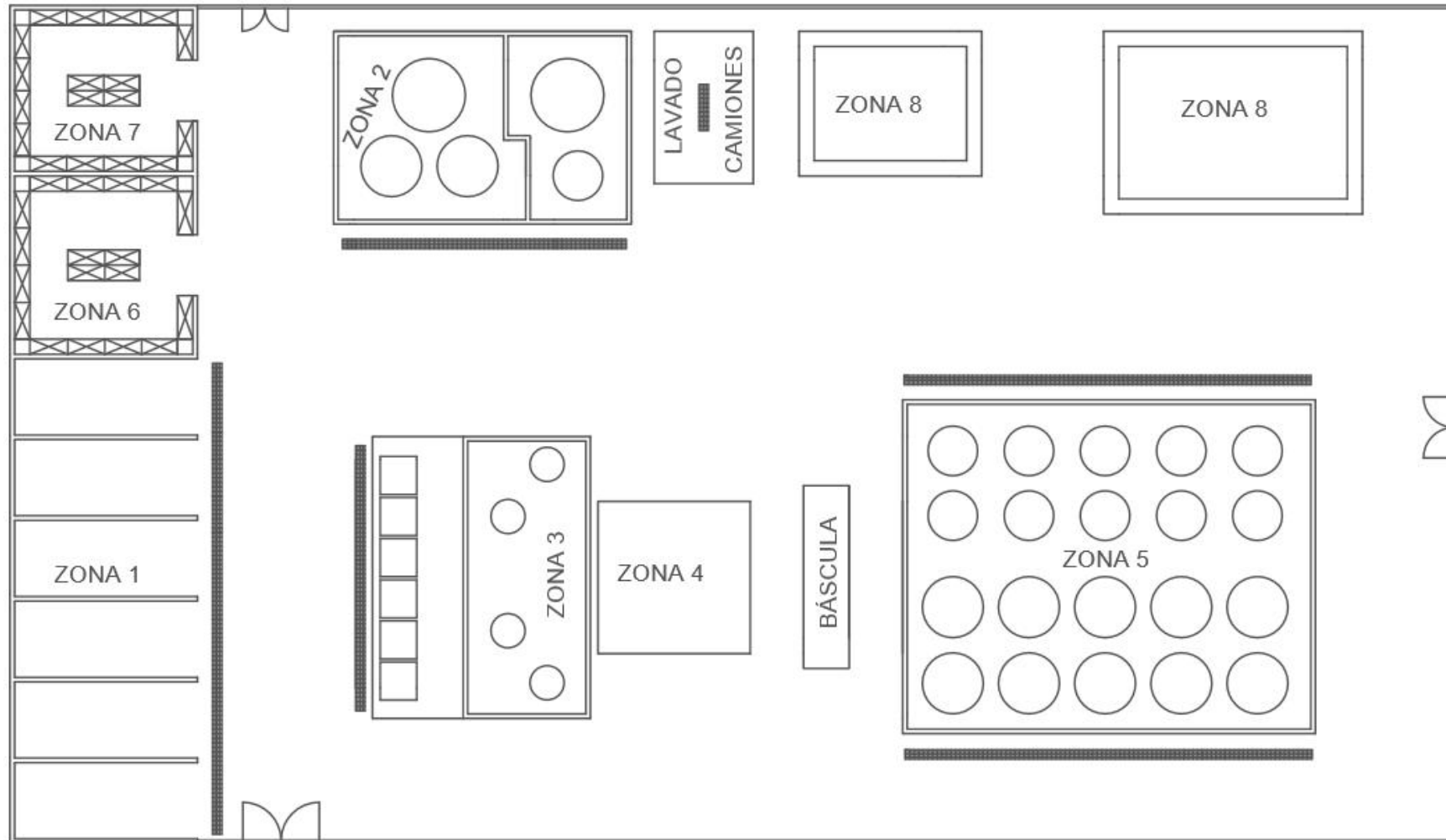
El MgSO₄ tiene una riqueza del 16% en MgO, por tanto, se necesitarán:

$$10 \text{ Tm} \times (1/16) = 0.63 \text{ Tm de MgSO}_4$$

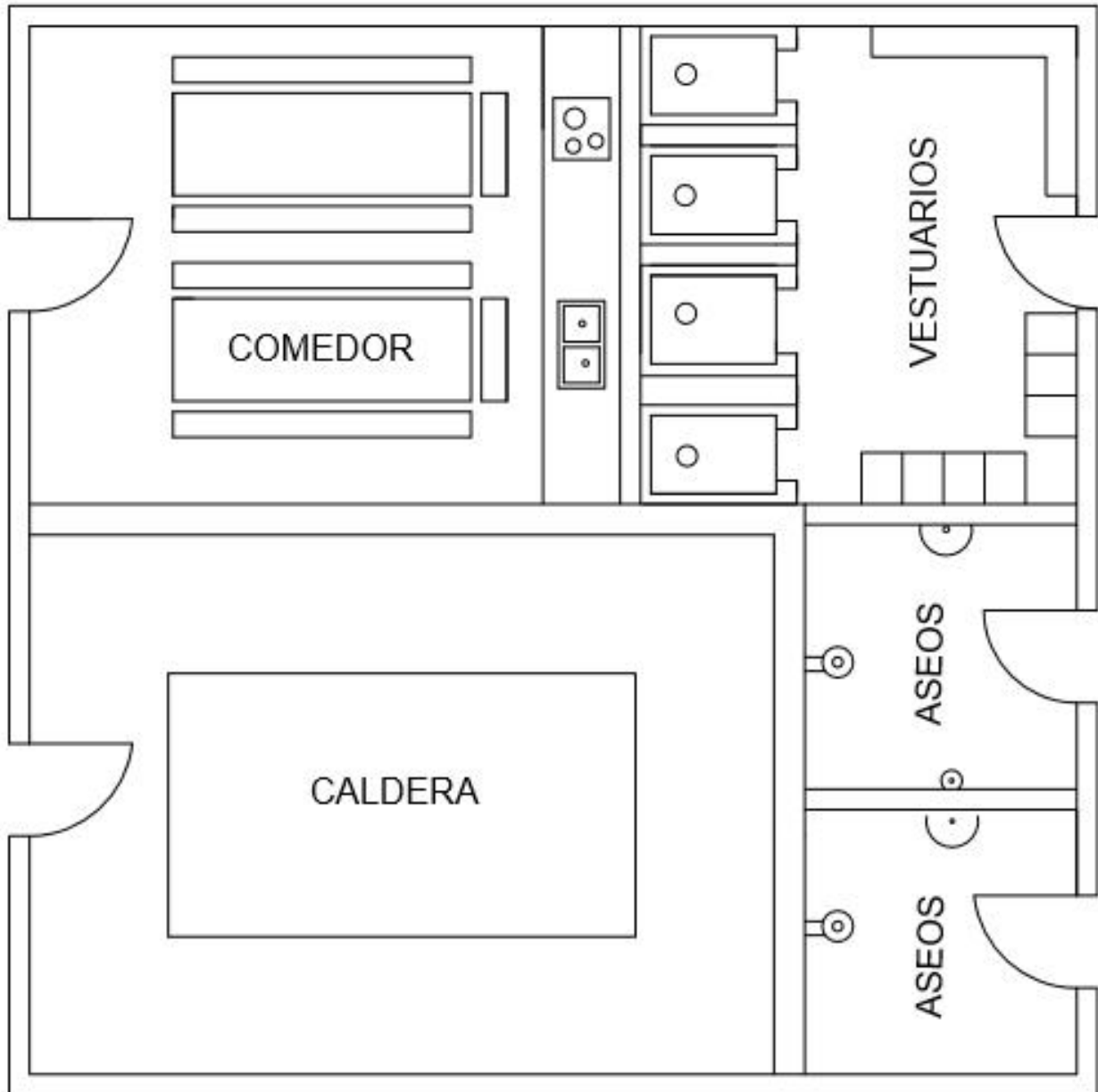
El resto será agua: 2.93 Tm H₂O.



ANEXO IV: PLANOS.



Plano general de la Planta



Plano dependencias, planta 1



Plano dependencias, planta 2