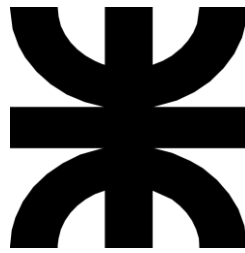


PROYECTO FINAL



**UNIVERSIDA TECNOLÓGICA NACIONAL
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“ALTERNATIVA ENERGÉTICA A PARTIR DE
RESIDUOS DEL MAÍZ”**

Profesores:

Ing. García Barrera, Eduardo

Ing. Pettorossi, Armando.

Alumnos:

Fernández, Omar

Ramos, Fernando

Alternativa energética a partir de los residuos del maíz
Proyecto Final Ingeniería Industrial - 2014

Índice

Resumen Ejecutivo	7
INTRODUCCIÓN	9
Mapa Energético.....	10
¿Qué es la biomasa?.....	10
Balance neutro de CO ₂ en la combustión de la biomasa.....	11
El marlo de maíz como materia prima en la generación de biomasa	12
¿Qué es un pellet?	14
Combustibles utilizados en los equipos de secado.....	14
Gas natural.....	14
Gas licuado de petróleo (GLP).....	15
Gasoil.....	16
ESTUDIO DE MERCADO	17
Introducción	18
Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas del proyecto.....	20
Mercado Proveedor	22
Mercado Competidor	27
Mercado Consumidor	28
Promoción.....	32
Precio.....	33
Mercado Internacional	33
Mercado distribuidor	36
ESTUDIO TÉCNICO	39
Introducción	40
Tecnologías para la fabricación de pellets.....	40
Sistemas auxiliares	40

Alternativa energética a partir de los residuos del maíz
Proyecto Final Ingeniería Industrial - 2014

Sistemas para transportar el material por el proceso	41
Ciclón separador.....	41
Tornillo sinfín ó transportadores de cinta.....	42
Tecnologías de Pelletizado	43
Sistemas de anillo Plano.....	44
Sistemas de anillo cilíndrico	45
Humedad del producto	46
Descripción del proceso de fabricación de pellets de marlo	48
Recepción	49
FLUJOGRAMA DEL PROCESO DE ALMACENAMIENTO	50
Descripción del proceso de recepción	51
Portería.....	51
Báscula	51
Plataforma de descarga y tornillo sin fin.....	52
Transportador de cinta.....	53
Chipeadora	54
Ciclón, ventilador y filtro de mangas.....	55
Elevador.....	56
Silos bunker	56
Fabricación.....	59
FLUJOGRAMA DEL PROCESO DE FABRICACIÓN	60
Descripción de los equipos y procesos.....	61
Transportadores de cinta de silos 1, 2 y 3.....	61
Transportador de cinta y fosa	61
Molino de martillos	62
Ciclón, ventilador y filtro de mangas.....	62
Tolva dosificadora	63
Equipos de pelletizado	63
Elevador y cinta transportadora.....	64
Enfriador/tamizador.....	65

Alternativa energética a partir de los residuos del maíz

Proyecto Final Ingeniería Industrial - 2014

Transportadores de tornillos desde enfriador hasta silos de almacenamiento final	66
Batería de Silos fondo cónico elevado para almacenamiento final	67
Calidad del pellet y estándares internacionales	68
Propiedades mecánicas:	69
Propiedades químicas:	69
Planificación de la producción	71
Planificación de la recepción/almacenamiento	71
Recepción de camiones, pesaje y descarga	72
Chipeado del marlo	72
Almacenamiento en silo bunkers	74
Planificación de la fabricación de pellets	75
Almacenamiento final	77
Lay Out	77
Requisitos de potencia	77
Requisitos de espacios	77
ESTUDIO DE LOCALIZACIÓN	79
Introducción	80
Macrolocalización	80
Microlocalización	81
ESTUDIO ORGANIZACIONAL	85
Introducción	86
Organigrama	86
Descripción de puestos de trabajo	87
Esquema de turnos	91
ESTUDIO LEGAL	92
Introducción	93

Alternativa energética a partir de los residuos del maíz
Proyecto Final Ingeniería Industrial - 2014

Estructura Laboral	93
Estructura organizativa de la empresa	93
Normativa de seguridad.....	95
ESTUDIO AMBIENTAL	97
Introducción	98
Análisis de impacto ambiental	99
Nivel de Complejidad Ambiental	99
Efluentes y Residuos.....	99
Rubro	100
Riesgo	101
Dimensionamiento.....	101
Localización	102
Conclusión	103
Polvos generados en el proceso.....	103
ESTUDIO DE COSTOS E INVERSIONES	104
Introducción	105
Inversiones del proyecto	105
Activos fijos	105
Activos Intangibles	108
Capital de Trabajo.....	108
Resumen de inversiones.....	109
Costos Operativos	110
Costos Fijos y Semi-fijos.....	110
Costos Variables	112
Análisis del punto de equilibrio y punto de cierre.....	114
Punto de equilibrio	114

Alternativa energética a partir de los residuos del maíz
Proyecto Final Ingeniería Industrial - 2014

Punto de cierre.....	116
ESTUDIO ECONÓMICO FINANCIERO.....	117
Introducción.....	118
Indicadores económicos.....	118
Flujo de caja con capital propio.....	118
Flujo de caja con capital financiado.....	119
Análisis de sensibilidad.....	119
Sensibilización de la Inversión.....	120
Sensibilización del precio de venta.....	120
Sensibilización del costo del flete.....	121
Sensibilización del costo del marlo.....	122
ANEXOS.....	128
Anexo 1.....	129
Anexo 2.....	133
Anexo 3.....	134
Anexo 4.....	136
Anexo 5.....	136
Anexo 6.....	137
Anexo 7.....	138
Anexo 8.....	139
Anexo 9.....	141

Resumen Ejecutivo

El proyecto de inversión presentado tendrá como objetivo la producción y comercialización de pellets a base de marlo de maíz, para utilizarlo como fuente de energía, mediante la combustión directa, en el secado de granos. El nombre de la empresa será **ECOENERGY S.R.L.**



El proyecto apuntará al mercado agropecuario nacional, más precisamente al sector de secado de granos. En este último el objetivo será ofrecer una alternativa al uso de combustibles, como el gas oíl y el GLP. La capacidad instalada de la planta nos permitirá abastecer al 5 % de estas secadoras tomando como referencia que las mismas tendrán una capacidad de secado de 60 tn/h y funcionarán a un régimen de 12 horas diarias durante el período de secado.

Los pellets serán vendidos a granel y su distribución la efectuarán empresas transportistas especialistas en el tema. Dada la importancia que tiene la logística en este proyecto, la localización de nuestra planta será en la Ruta Provincial 31 km. 82 en la localidad de Rojas (Pcia. De Buenos Aires) ya que es estratégicamente conveniente ubicarse lo más cerca posible de los proveedores de materia prima.

Las principales características de la empresa funcionando a régimen serán las siguientes:

- 35 empleados, teniendo en cuenta personal propio (26) y tercerizado (9).
- Volumen de producción anual de **39 Mt** al año promedio (esto corresponde a aproximadamente **187 M Gcal/año**).

La tecnología aplicada al proceso productivo constará de máquinas importadas desde China, capaces de realizar una transformación mecánica para pasar del marlo entero al

Alternativa energética a partir de los residuos del maíz
Proyecto Final Ingeniería Industrial - 2014

pellet. Por otro lado en el mercado nacional se adquirirán todos los equipamientos para el manejo y almacenaje del material.

En cuanto a la conversión tecnológica de las secadoras para poder operar con biomasa la Oficina Técnica de la empresa se encargará de la coordinación necesaria para el montaje e instalación de los quemadores. La inversión que el usuario deberá desembolsar le permitirá obtener un ahorro de hasta el 60 % en el costo de la materia prima por *Gcal* requerida para el secado de cereal, recuperando esta última en un plazo determinado por la utilización que le dé a la secadora (mientras más utilice su secadora, menor será el periodo de recupero, pues es mayor el ahorro).

La inversión para la puesta en marcha de la planta será de **3.78 MM USD** (84% en activos fijos, 14% en activos intangibles y 2% en capital de trabajo). El 60% de esta inversión será financiada. Durante la vida del proyecto solo se harán reinversiones en capital de trabajo por una suma de **USD 66,8 M USD**.

El proyecto ha sido evaluado a 10 años. Y con esta inversión con capacidad de producción **39 Mt**, presenta los indicadores económicos:

- Tasa interna de retorno (TIR): 31.8 %
- Valor actual neto (VAN; $i=15\%$): 2,54 MM USD.
- Periodo de recupero: 6 años y 3 meses.
- Punto de equilibrio: 12,9 M toneladas.

La sensibilización respecto al precio de venta del producto final demuestra que el proyecto dejará de ser recomendable si el precio disminuye más allá del 18% con respecto a los valores analizados durante el periodo de evaluación. En lo que refiere al costo de la materia prima el proyecto soportará un incremento de hasta el 65 % en el costo del transporte, y hasta un 700 % en el incremento del costo del marlo (hoy día el único que tiene un precio de venta es Monsanto que asciende a USD 1,86).