



XXII Curso de Saúde Ambiental
Betanzos (A Coruña) 18 - 21 Outubro 2004

Bioetanol : retos do futuro no mercado enerxético

Betanzos, 18 outubro 2004

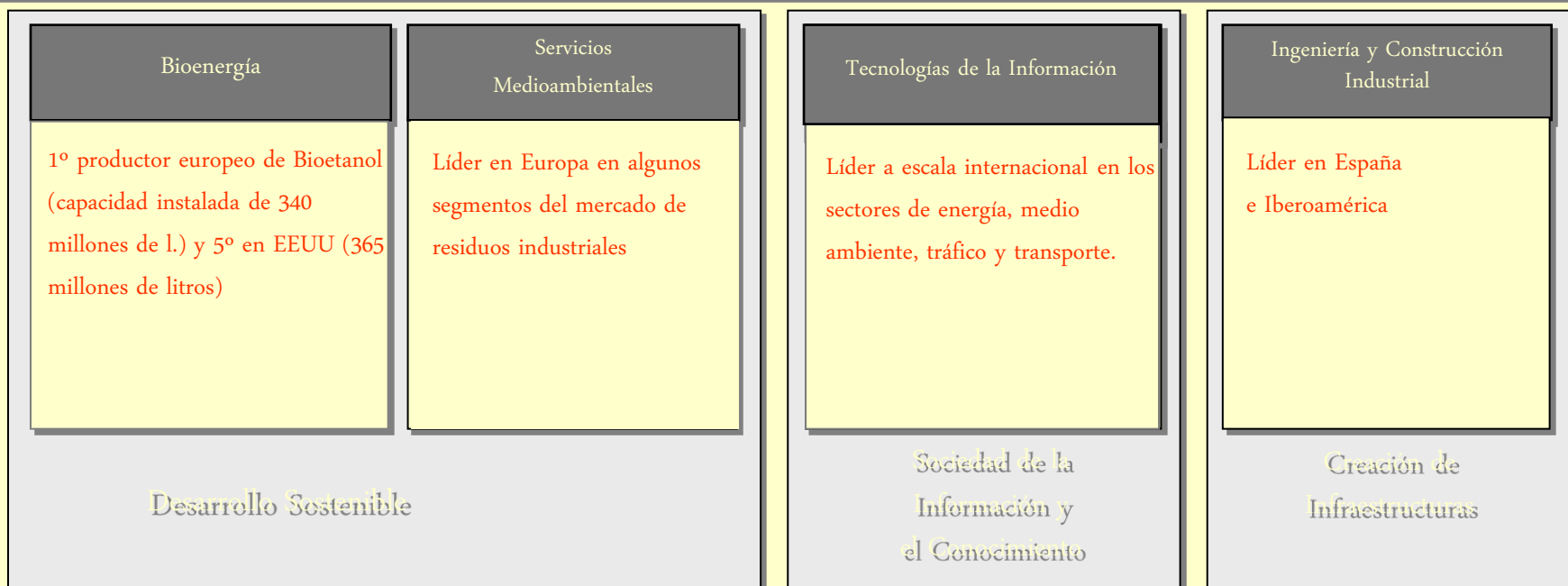
Índice General

- Abengoa
- Abengoa Bioenergía. Plantas de producción de Bioetanol
- Bioetanol. Conceptos Básicos
- Usos del bioetanol: ETBE y Blending Directo
- Datos económicos de la producción de etanol
- Procesos para la fabricación de Bioetanol
- Proyectos de I+D+I
- Planta de Cartagena (Ecocarburantes Españoles S.A.)
- Planta de Teixeiro (Bioetanol Galicia S.A.)

ABENGOA

Fundada en Sevilla en 1941. Es una empresa industrial y de tecnología que aporta soluciones para el Desarrollo Sostenible, la Sociedad de la Información y el Conocimiento y la Creación de Infraestructuras.

- Ventas y EBITDA en 2003 de 1.635,3 y 185,2 millones de euros respectivamente.
- Presente en más de 70 países.
- Busca la innovación como fuente para un crecimiento sostenido.



Porcentaje de Ventas 2003

18%

22%

16%

44%

Porcentaje de EBITDA 2003

20%

20%

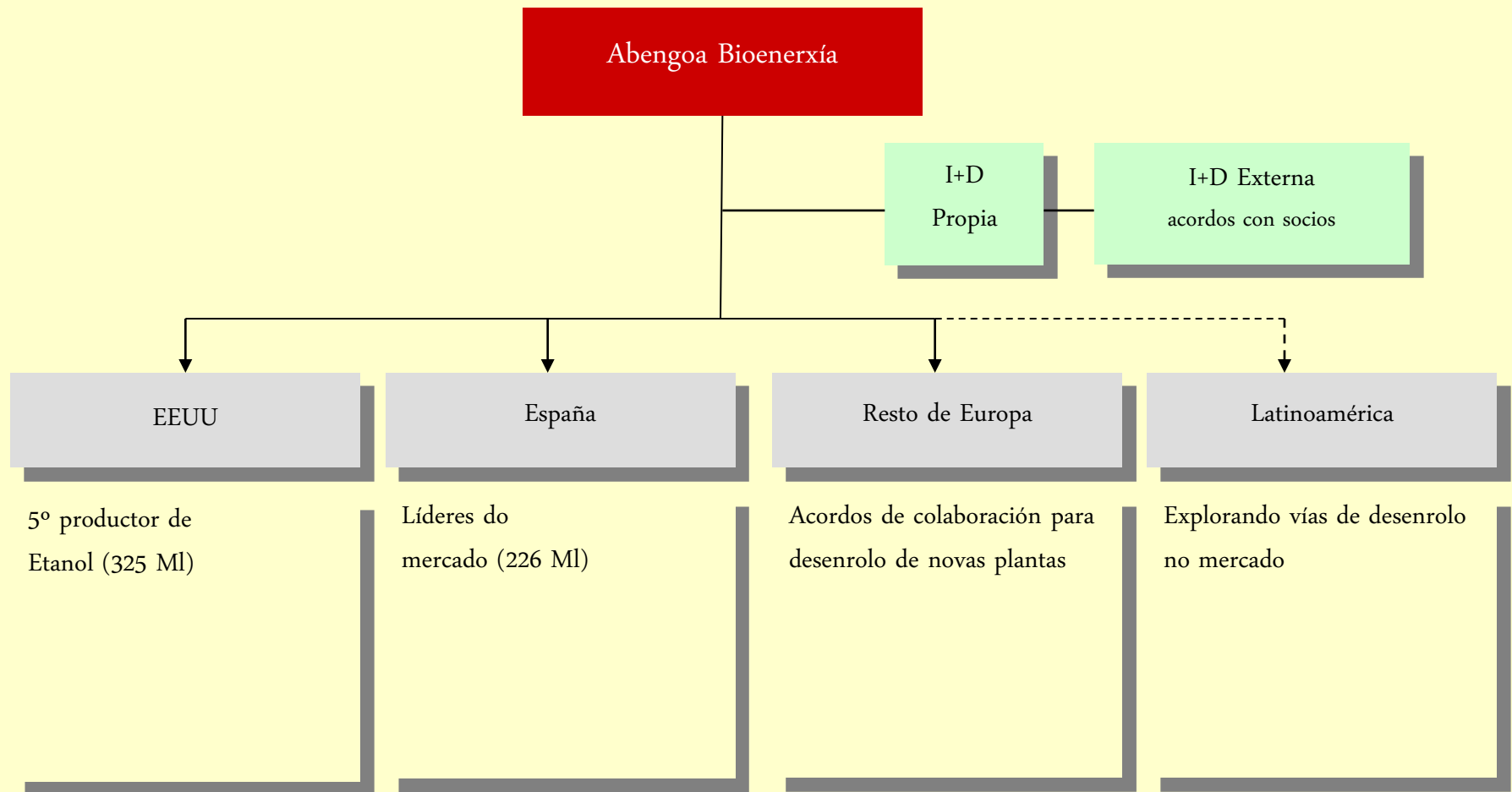
17%

43%

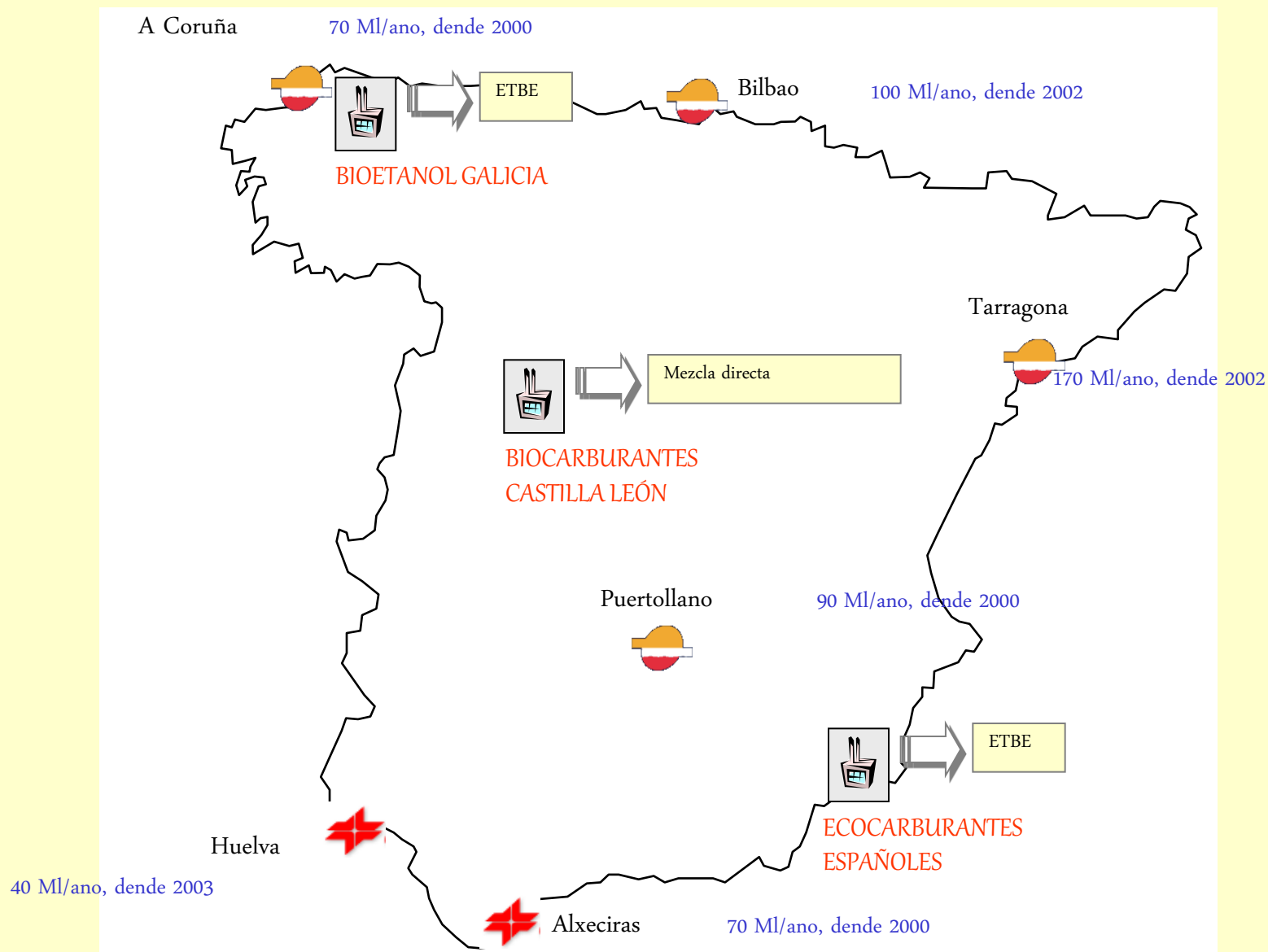
Índice General

- Abengoa
- Abengoa Bioenergía. Plantas de producción de Bioetanol
- Bioetanol. Conceptos Básicos
- Usos do bioetanol: ETBE e Blending Directo
- Datos económicos da produción de etanol
- Procesos para a fabricación de Bioetanol
- Proxectos de I+D+I
- Planta de Cartagena (Ecocarburantes Españoles S.A.)
- Planta de Teixeira (Bioetanol Galicia S.A.)

Neste contexto, Abengoa creou a sociedade Abengoa Bioenerxía para operar e desenrolar a actividade de negocio de biocombustibles a escala internacional



- 1995 O Goberno concede a destasación a Ecocarburantes Españoles
- 1996 Abengoa inicia a promoción do proxecto de Ecocarburantes
- 1997 O Goberno concede a destasación a Bioetanol Galicia
 - Abengoa inicia a construción do proxecto de Ecocarburantes
- 2000 A planta de Ecocarburantes inicia a produción de bioetanol
 - Abengoa inicia a construción do proxecto de Bioetanol Galicia
 - O Goberno concede a destasación a Biocarburantes de Castela e León
- 2001 Abengoa adquire High Plains Corp., 5º produtor en EEUU
- 2002 Iníciase a pesta en marcha de Bioetanol Galicia
 - Biocarburantes de Castela e León inicia o periodo de construción



Ubicación

Cartaxena (Murcia)

Materia prima

300.000 t de cereal (cebada, trigo)

Producción anual

Etanol

100 Ml

DDGS

112.000 t

CO₂

80.000 t



Ubicación

Teixeiro (A Coruña)

Materia prima

337.000 t de cereal (cebada, trigo)

Producción anual

Etanol

126 Ml

DDGS

120.000 t

CO₂

102.000 t

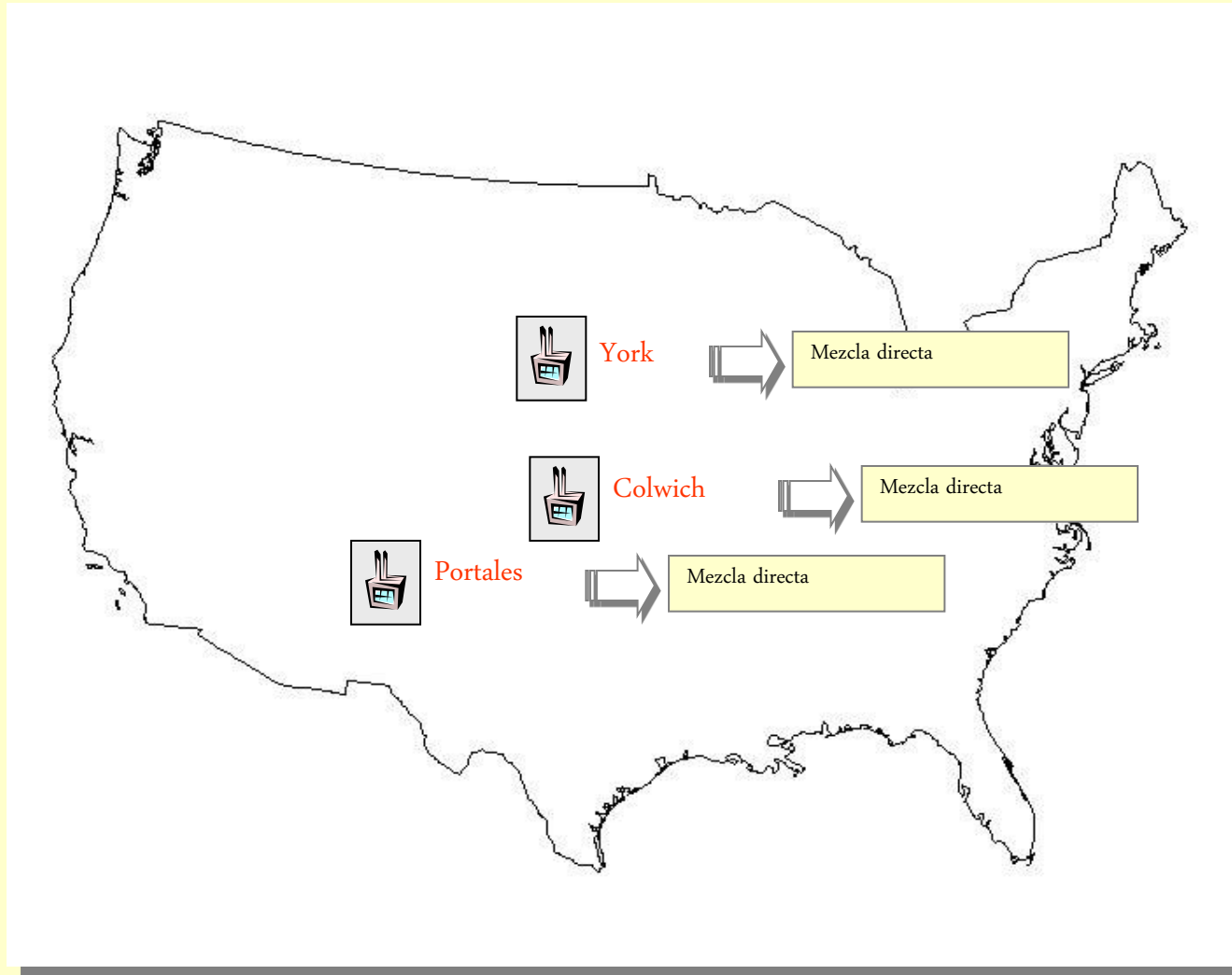


Ubicación	Babilafuente (Salamanca)
Materia prima	585.000 t de cereal (cebada, trigo) e 60.500 t de lignocelulosa
Producción anual	
Etanol	200 Ml (*)
DDGS	220.000 t
CO ₂	160.000 t

(*) 195 Ml de cereal e
5 Ml de lignocelulosa

50/50 Abengoa e Ebro Puleva





Ubicación

York (Nebraska, USA)

Materia prima

482.600 t de cereal (millo)

Producción anual

Etanol

190 Ml

DDGS

145.800 t

CO₂

63.000 t



Ubicación

Colwich (Kansas, USA)

Materia prima

190.500 t de cereal (millo)

Producción anual

Etanol

75 Ml

DDGS

57.900 t

CO₂

37.800 t



Ubicación

Portales (New Mexico, USA)

Materia prima

148.500 t de cereal (millo)

Producción anual

Etanol

60 Ml

DDGS

48.300 t

CO₂



	Plantas	Producción (M litros)	Status
España			
En operación	- Ecocarburantes Españoles	100	Producindo dende 2000
	- Bioetanol Galicia	126	Producindo en Q4 2002
En construcción	- Biocarburantes Castilla y León*	200	Producindo en 2005
	- Outros proxectos	125	En promoción
	- Europa 1	200	En promoción
	- Europa 2	125	En promoción
Estados Unidos			
En operación	- York	190	En operación
	- Colwich	75	En operación
	- Portales	60	En operación
En construcción	- Novas plantas e proxectos de expansión	150	Para 2004 e 2005
		Total Ml previstos:	1350

* 50% do accionariado

Índice Xeral

- Abengoa
- Abengoa Bioenerxía. Plantas de produción de Bioetanol
- Bioetanol. Conceptos Básicos
- Usos do bioetanol: ETBE e Blending Directo
- Datos económicos da produción de etanol
- Procesos para a fabricación de Bioetanol
- Proxectos de I+D+I
- Planta de Cartagena (Ecocarburantes Españoles S.A.)
- Planta de Teixeiro (Bioetanol Galicia S.A.)

Bioetanol. Definición

O bioetanol é o alcohol etílico producido a partir da fermentación dos azúcares que se encontran nos produtos vexetais (cereais, remolacha, caña de azúcar ou biomasa) combinados en forma de sacarosa, almidón, hemicelulosa e celulosa.

Bioetanol. Usos

+ 55% isobutilenos, correntes C4)

- Mezcla directa con gasolina ata o 5% v/v (E5). Límite imposto pola lexislación actual.
- Mezclas superiores: E10 (EEUU), E25 (Brasil), E85 (FFV en Suecia e España), E95 (autobuses de Estocolmo, Suecia), E100 (motores especiais, Brasil)
- Posibilidade da súa mezcla con gasoil, utilizando un aditivo cosolvente: “E-Diesel”

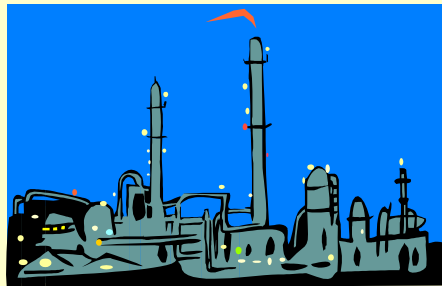
Propiedades Físico-Químicas

	Etanol	Gasolina	ETBE
Punto de Ebullición (°C)	77,8	26,7-225	72,8
Densidade (Kg/m ³)	794	725-780	745
Rvp (psi)	2,3-2,5	8-15	4,2
RVP mezcla (psi)	8	8-15	2,11
Contenido en enerxía (MJ/ Kg)	26,68	42-44	36,29
% Osíxeno (wt)	34,7	0	15,7
Calor de Vaporización (MJ/ Kg)	0,913	0,297	0,31
MON	102	85	102
RON	129	95	118
(R+M)/2	96-113	90	109-113

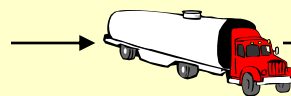
Índice General

- Abengoa
- Abengoa Bioenergía. Plantas de producción de Bioetanol
- Bioetanol. Conceptos Básicos
- Usos do bioetanol: ETBE e Blending Directo
- Datos económicos da producción de etanol
- Procesos para a fabricación de Bioetanol
- Proxectos de I+D+I
- Planta de Cartagena (Ecocarburantes Españoles S.A.)
- Planta de Teixeira (Bioetanol Galicia S.A.)

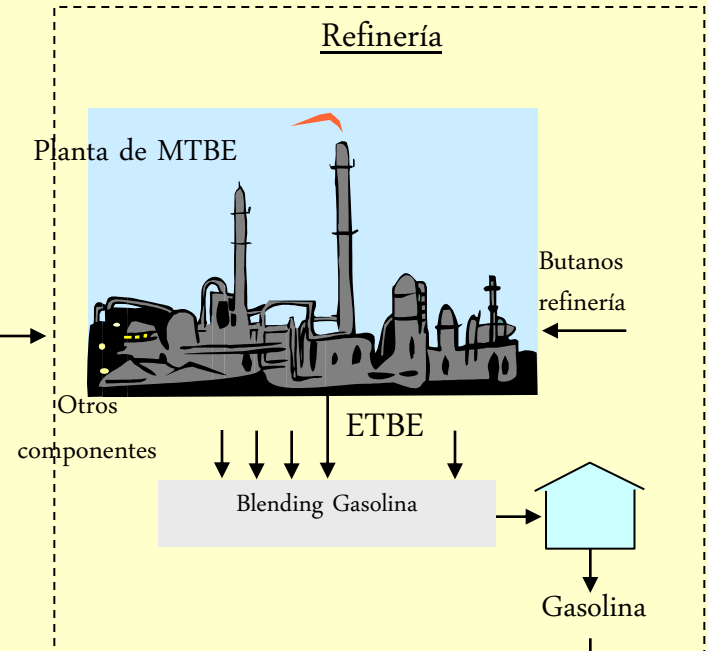
Distribución do etanol en ETBE



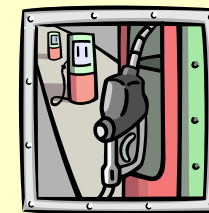
Planta de Bioetanol



Bioetanol



- O ETBE é un compoñente da gasolina
- Sustitutivo do MTBE
- Non ten implicacións na produción, distribución e venda de gasolinas
- Volumen limitado pola capacidade de isobutilenos nas refinerías

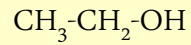


EESS

BIOETANOL GALICIA

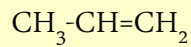
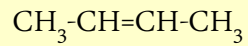
Proceso de fabricación de ETBE

Etanol



+

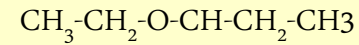
Isobuteno (fracción C4)



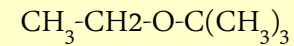
I



Etil Tert Butil Éter



I

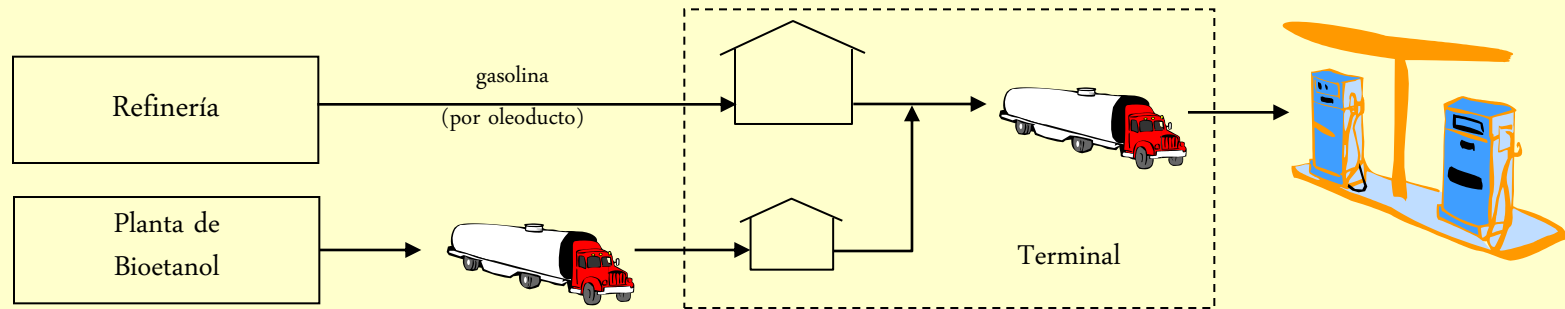




En vermello: cambios típicos na conversión dunha planta de MTBE a ETBE

BIOETANOL GALICIA

Distribución do etanol en mezcla



- Materiais probados e viables

Proba en Puertollano (1 ano, 43 vehículos)

- Terminais de distribución

Almacenamiento de bioetanol e enchido de cisternas

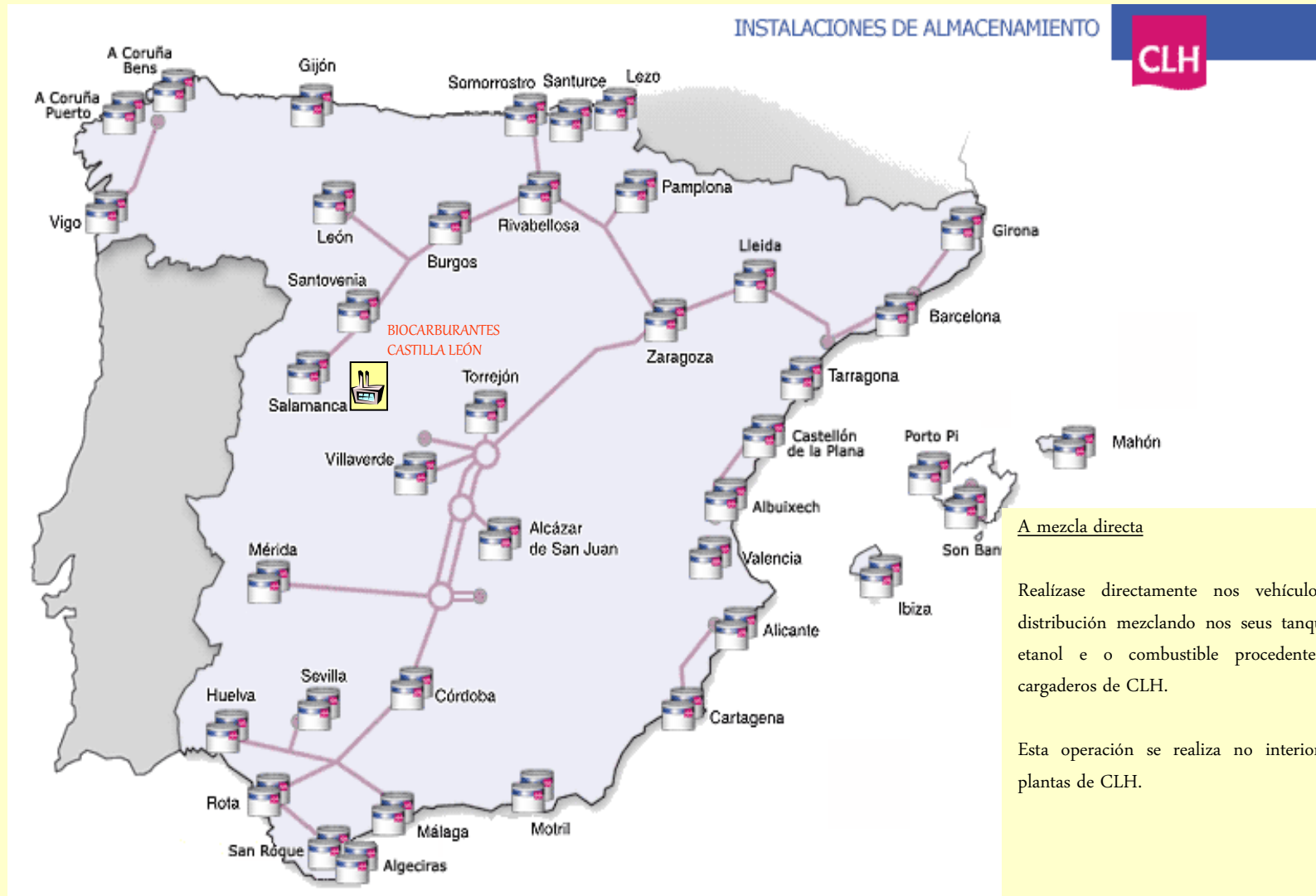
- EESS

Preparación / operación / procedimientos de mantenimiento para evitar presencia de auga

Mezcla directa: Principais características

- ✓ Produce menos CO₂
- ✓ Maior octanaxe...maior eficiencia de motores
- ✓ Reduce as emisións de partículas
- ✓ Reduce emisión de bencenos e de 1-3 butadieno
- ✓ Reduce a formación de ozono
- ✓ Reduce o contenido de azufre
- ✓ Menos tóxico que o metanol
- ✓ Reduce as emisións de formaldehidos

BIOETANOL GALICIA



Índice Xeral

- Abengoa
- Abengoa Bioenerxía. Plantas de produción de Bioetanol
- Bioetanol. Conceptos Básicos
- Usos do bioetanol: ETBE e Blending Directo
- Datos económicos da produción de etanol
- Procesos para a fabricación de Bioetanol
- Proxectos de I+D+I
- Planta de Cartagena (Ecocarburantes Españoles S.A.)
- Planta de Teixeiro (Bioetanol Galicia S.A.)

Datos Económicos do Proyecto de BG en Teixeiro

- Accionariado: Abengoa e SODIGA
- Ubicación: Teixeiro, A Coruña
- Inversión: 105 millóns de Euros.
- Ventas anuais esperadas: 100 millóns de Euros (incluíndo des tasación do 100% do Imposto).
- Postos de traballo directos: 65
- Postos de traballo indirectos: 270
- Postos de traballo no agro: 1.600

- Concedida a des tasación do 100% do Imposto Especial de Hidrocarburos correspondente á gasolina sen chumbo.
- Recuperación polo Estado da des tasación: 92,23% (estimado)

Datos Económicos do Proxecto de BG en Teixeiro

- Capacidade productiva: 126.000 m³/ano de EtOH procedente de cereal
 - 46.000 m³/ ano de EtOH procedente de alcohol vínico
 - 112.000 t/ ano de DDGS
 - 200 millóns KWh/ ano de electricidade
- Consumos:
 - 625 termias/ano de gas natural
 - 375.000 t/ano de cereal
- Turbina de coxeneración: 24,8 MW
- Volume dos tanques de almacenado (4 + 3): 14.100 m³
- Volume dos fermentadores (4): 11.500 m³

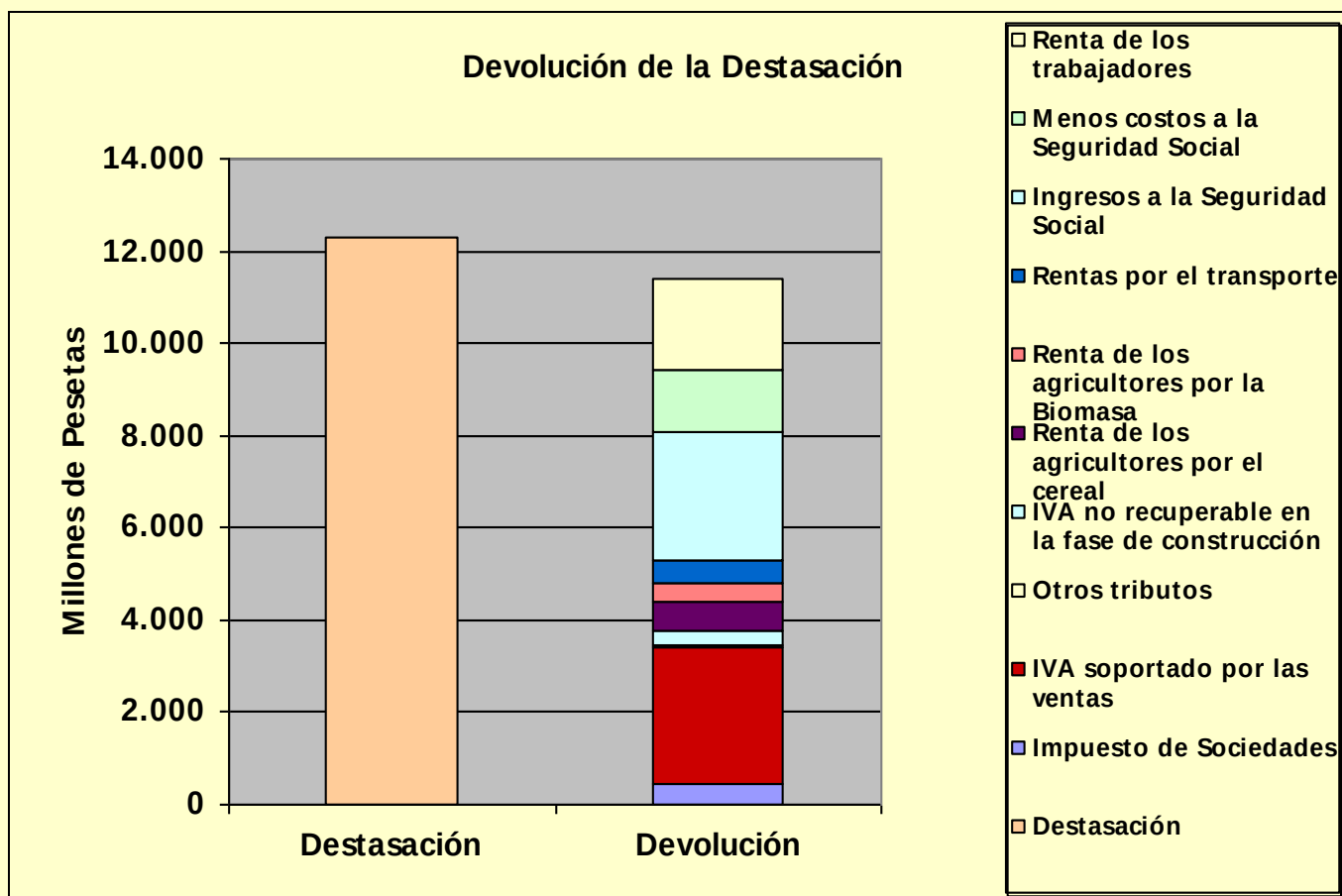
Datos Económicos do Proxecto de BCL en Salamanca

- Accionariado: Abengoa e Ebro Puleva ó 50%
- Ubicación: Babilafuente, Salamanca
- Inversión: 150 millóns de Euros.
- Ventas anuais esperadas: 145 millóns de Euros (incluíndo destasación do 100% do Imposto).
- Postos de traballo directos: 103
- Postos de traballo indirectos: 700
- Postos de traballo no agro: 2.400

- Concedida a destasación do 100% do Imposto Especial de Hidrocarburos correspondente á gasolina sen chumbo.
- Recuperación polo Estado da destasación: 92,23% (estimado)

Destasación do Imposto Especial de Hidrocarburos

Recuperación polo Estado da destasación entre 90 e 110%



Ventajas do Proyecto

Económicas

- Incremento da actividade agrícola e forestal.
- Reducción da dependencia enerxética exterior nunhas 120.000 TEP/ano.
- Reducción do déficit da balanza de pagos.
- Fomento da actividade industrial.
- Creación de maior valor engadido ós produtos agrícolas.
- Subvención de 4,5 MEuros otorgada pola UE (5º P.M.) ó consorcio integrado por: BCL, Ciemat, Repsol, Novozymes, Ecoagrícola, y A Universidade de Lund

Ventaxas do Proxecto

Medioambientais

- Disminución das emisións netas de CO₂ en 230.000 Tm/ano.
- Reducción das emisións de monóxido de carbono, hidrocarburos inquemados, azufre e benceno.
- Mellora da biodegradabilidade das gasolinas.
- Reducción da erosión e diminución dos incendios forestais.
- Permite a utilización e valoración do que ata agora eran residuos.

Sociais

- Creación de máis de 3.000 postos de traballo.

Tecnolóxicas

- Creación de know-how no tratamento da Biomasa.
- Posibilidades de exportación desta tecnoloxía a terceiros países.
- Bio refinerías

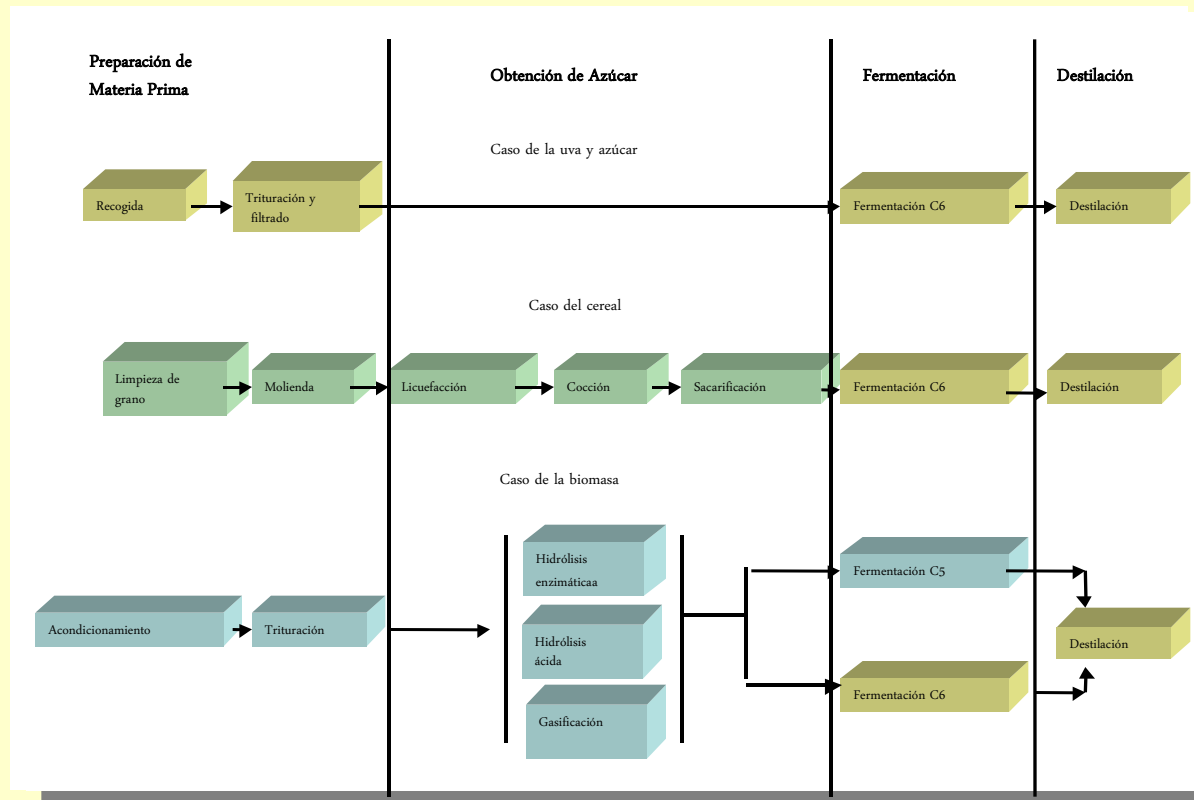
Índice Xeral

- Abengoa
- Abengoa Bioenerxía. Plantas de produción de Bioetanol
- Bioetanol. Conceptos Básicos
- Usos do bioetanol: ETBE e Blending Directo
- Datos económicos da produción de etanol
- Procesos para a fabricación de Bioetanol
- Proxectos de I+D+I
- Planta de Cartagena (Ecocarburantes Españoles S.A.)
- Planta de Teixeiro (Bioetanol Galicia S.A.)

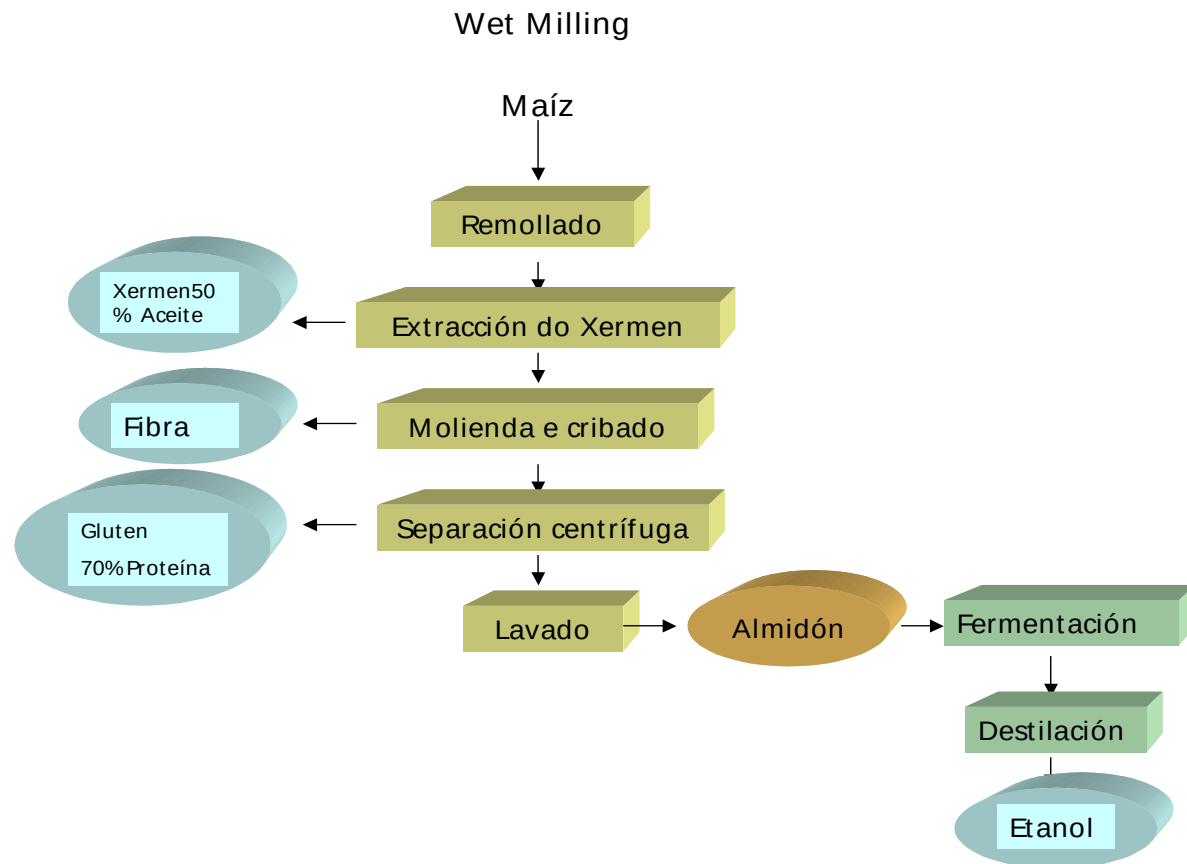
Fabricación do Etanol

o etanol pode ser producido a partir de tres materias primas fundamentalmente:

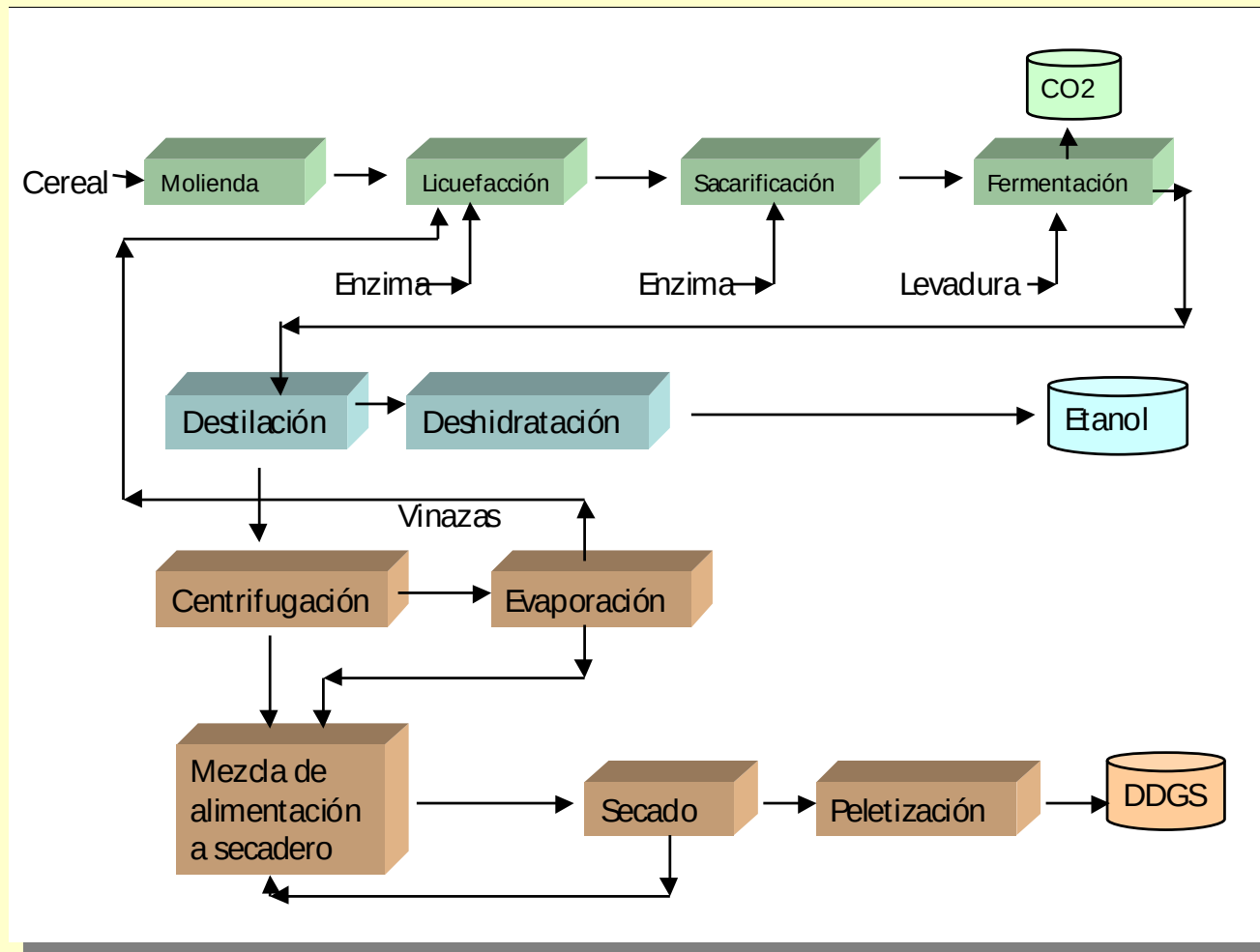
- Azúcar procedente da caña ou da remolacha (melazas)
- Cereal mediante fermentación dos azúcares do almidón (Dry Milling e Wet Milling)
- Biomasa mediante fermentación dos azúcares contidos na celulosa e hemicelulosa.



Esquema do proceso da fabricación de etanol a partir de cereal coa tecnoloxía “Wet Milling”



Esquema do proceso da fabricación de etanol a partir de cereal coa tecnoloxía “Dry Milling”



Costes de Producción

Comparativa de costes de producción

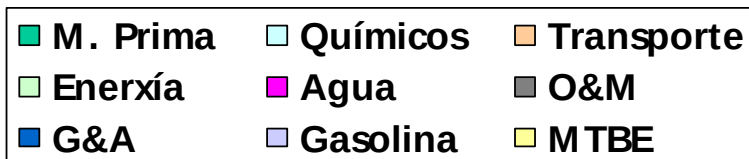
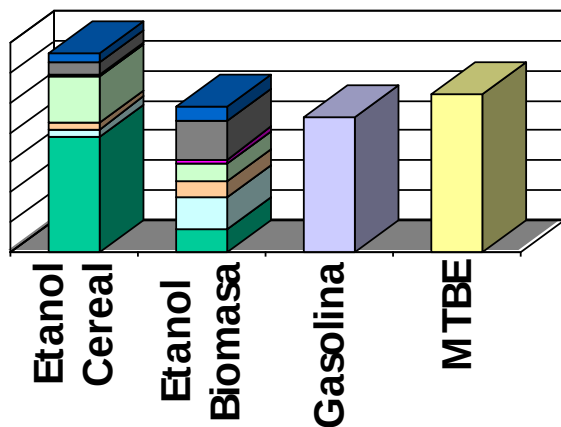
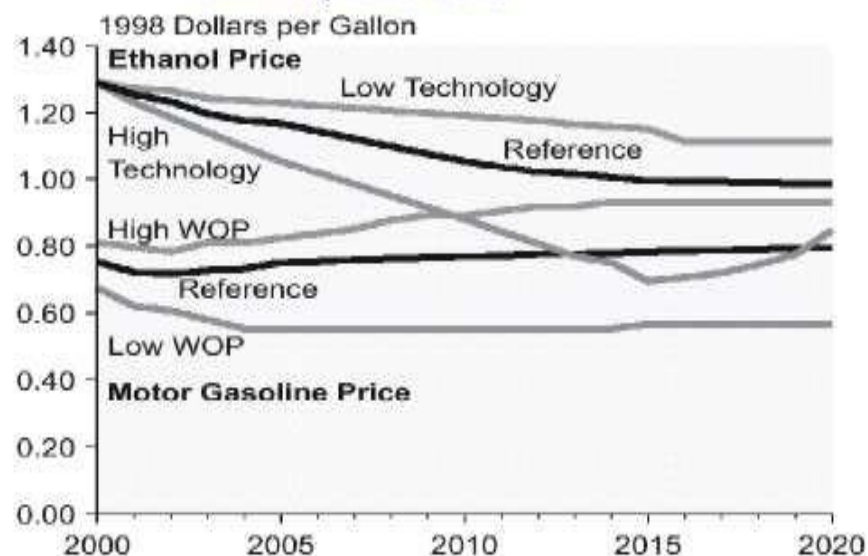


Figure 8. Ethanol and Motor Gasoline Prices at the Terminal, 2000-2020



Notes: WOP = world oil price. Terminal prices exclude taxes, subsidies, distribution costs, and retail markups.

Sources: **Ethanol Price:** Reference Case—AEO2000 National Energy Modeling System, run REFER.D122199A; High Technology Case—run HITECH.D122999A; Low Technology Case—run FRZTECH.D122199F. **Motor Gasoline Price:** AEO2000 National Energy Modeling System, run REFER.D122199A, HWOP2K.D100199A, and LWOP2K.D100199A.

Índice Xeral

- Abengoa
- Abengoa Bioenerxía. Plantas de produción de Bioetanol
- Bioetanol. Conceptos Básicos
- Usos do bioetanol: ETBE e Blending Directo
- Datos económicos da produción de etanol
- Procesos para a fabricación de Bioetanol
- Proxectos de I+D+I
- Planta de Cartagena (Ecocarburantes Españoles S.A.)
- Planta de Teixeiro (Bioetanol Galicia S.A.)

Plan I+D+I

Obxetivos

Producción de bioetanol competitiva coa Gasolina

Incremento de mercado

Áreas de Traballo

Mellora do Rendemento Actual

Producción a partir de Biomasa

Aumentar o Valor dos Subprodutos

Programas de Demostración para Usos Finais do Etanol

Proxectos

Residual Starch Conversion

Gasificación e Catalis

Hidrólisis Enzimática

Aditivos

Conversión da Fibra

Extracción de Proteínas

E-Diesel

FFV

Fuel Cell

Socios

Ningún

Pendente

NREL
VTT
Novozymes

Pendente

NREL
VTT
Novozymes

Pevesa e Outros

Pure Energy
Lubrizol
Akzo Nobel

Ford
BP

Pendente

Financiación

Propia
DOE

Propia
DOE
6ºPM

Propia
DOE

Propia
6ºPM

Propia
DOE

Propia
6ºPM
DOE

Propia
6ºPM

Propia
6ºPM

Propia
6ºPM

Metas

Rendemento
2,9 gal/bu

2007: Competir co precio etanol de cereal a \$1,2/gal
2012: Competir co precio gasolina a \$0,7/gal

Aumentar un 2% la TIR actual das nosas plantas

1 flota cautiva en 2005

Prototipo

Corto Plazo

Largo Plazo

Medio Plazo

Corto Plazo

Largo Plazo

Proxecto DOE

- Presuposto

34 MUSD

- Alcance

Conversión da fibra e a biomasa do millo en etanol

Conversión do almidón residual en DGS

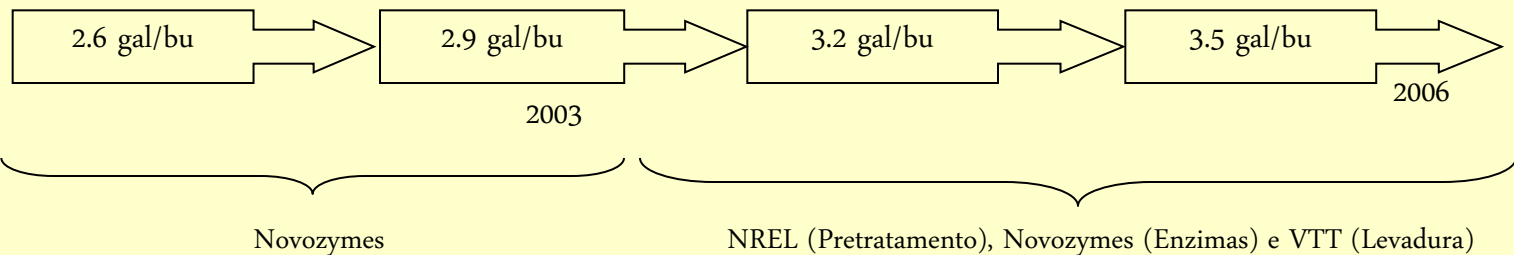
- Obxetivos

Situación
Actual

Conversión
Almidón
Residual

Conversión
da Fibra
do Millo

Conversión
da Fibra
e da Biomasa



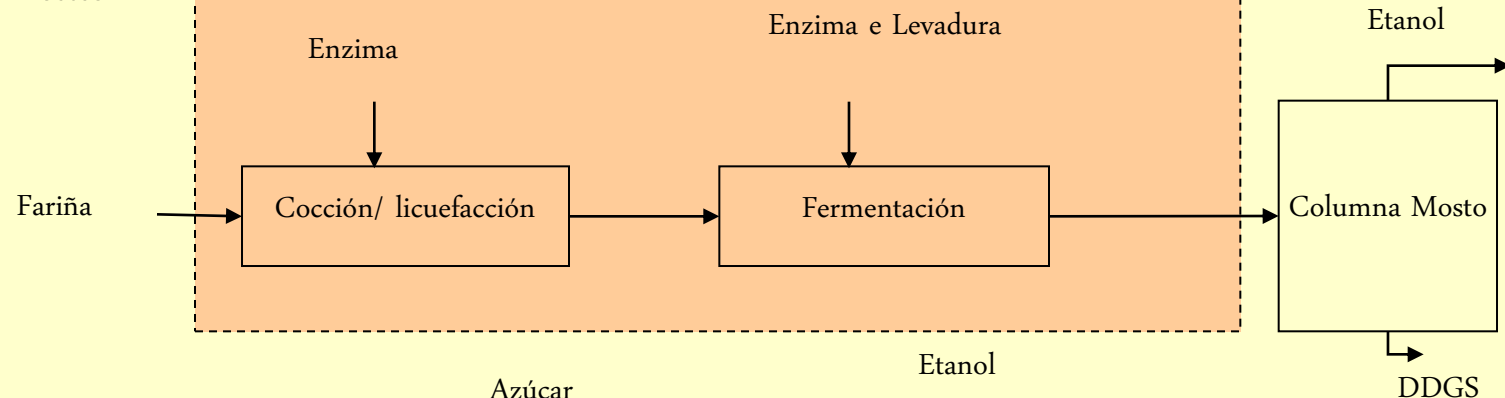
- Socios

Conversión almidón residual

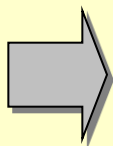
Área de traballo

Convertir o 90% do almidón residual no proceso minimizando as modificacións no proceso e a inversión

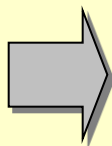
Proceso



Almidón
+
Fibra
+
Proteína



Azúcar
+
Almidón
+
Fibra
+
Proteína



Etanol
+
Almidón Residual
+
Fibra
+
Proteína
DDGS

Se reducimos o Almidón Residual:

- Aumenta o rendemento en etanol
- Aumenta o contido de proteínas no DDGS

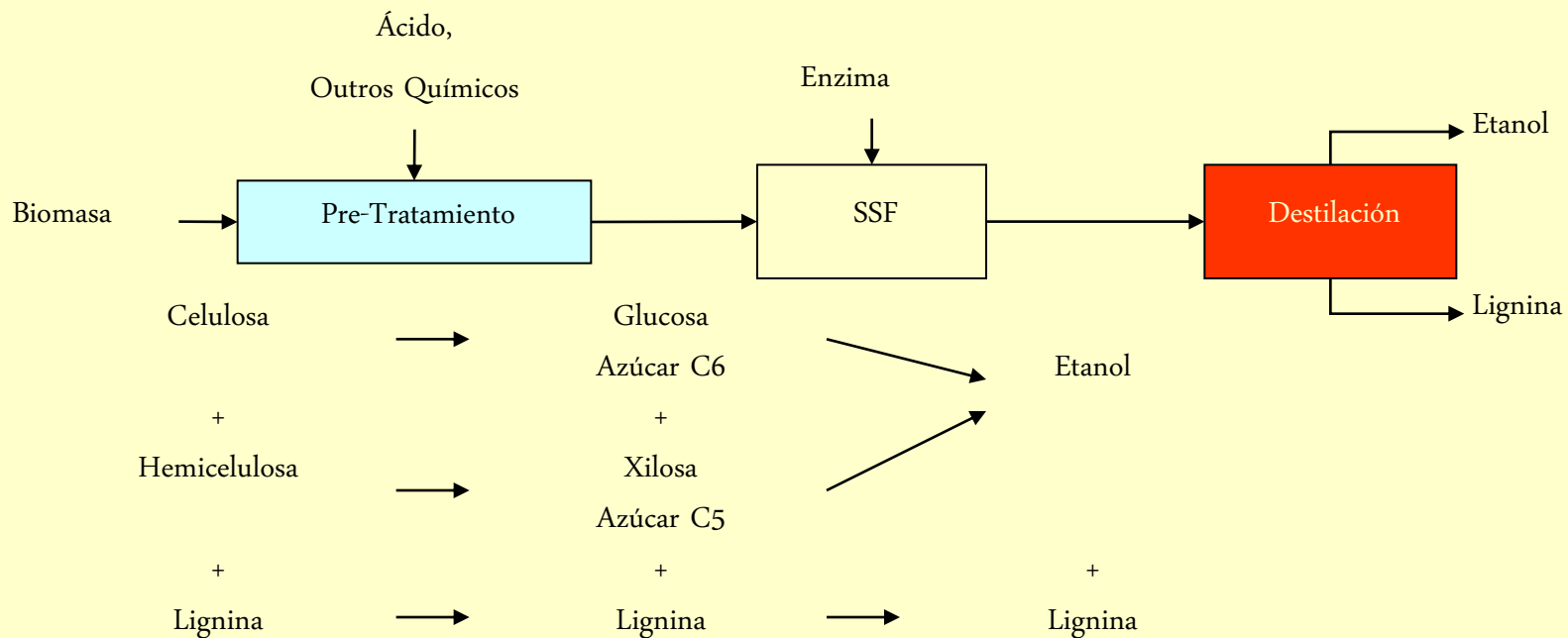
Hidrólisis enzimática

Obxetivos:

Periodo 2002-2007: Desenvolva un Proceso Competitivo coa produción de etanol a (\$1,20/galón en USA)

partir de cereais

Periodo 2002-2012: Desenvolva un Proceso Competitivo coa gasolina (\$0,70/galones)



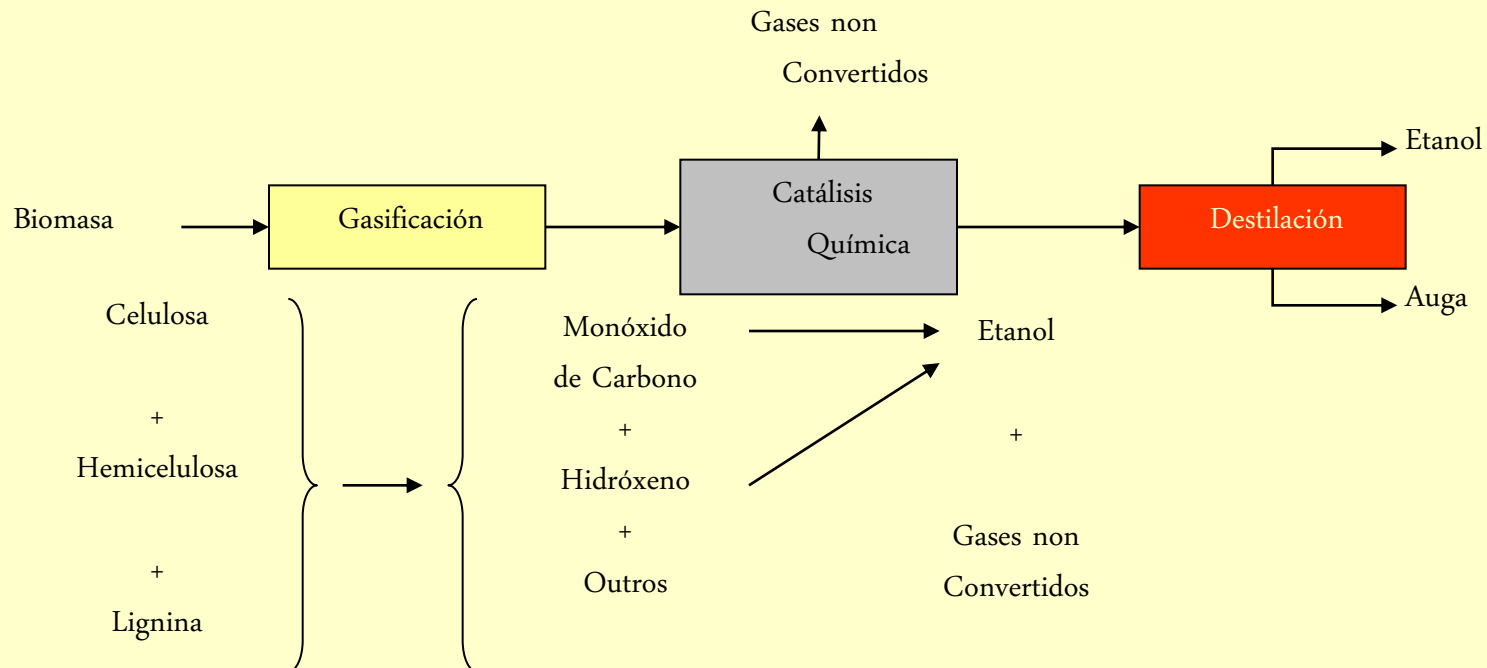
Gasificación e Catálisis

Objetivos:

Periodo 2002-2007: Desenvolgar un Proceso Competitivo coa produción de etanol a (\$1,20/galón en USA)

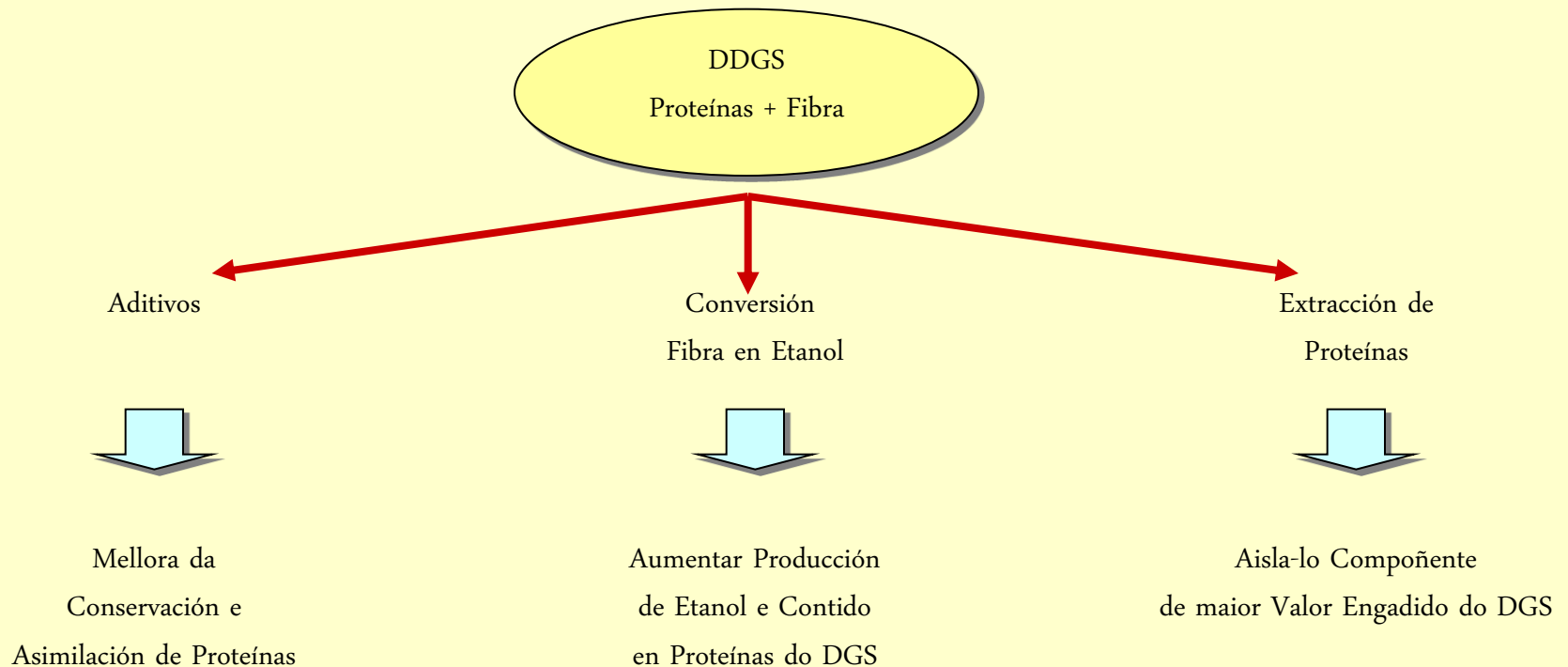
partir de cereales

Periodo 2002-2012: Desenvolgar un Proceso Competitivo coa gasolina (\$0,70/galones)



Subproductos

- Desenrrolo dun proceso coa mellor tecnoloxía e socios para amplia-lo mercado dos subproductos da conversión de cereais a etanol, incrementando a TIR das plantas nun 2%
- Primeira aproximación ó concepto de bio-refinería

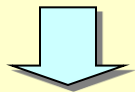


Usos finais



E-Diesel

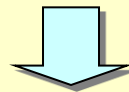
Etanol + Diesel
+ Aditivo



Ampliar o Mercado
a mezclas con Diesel

FFV

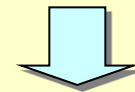
De 100% Gasolina
a 85% Etanol



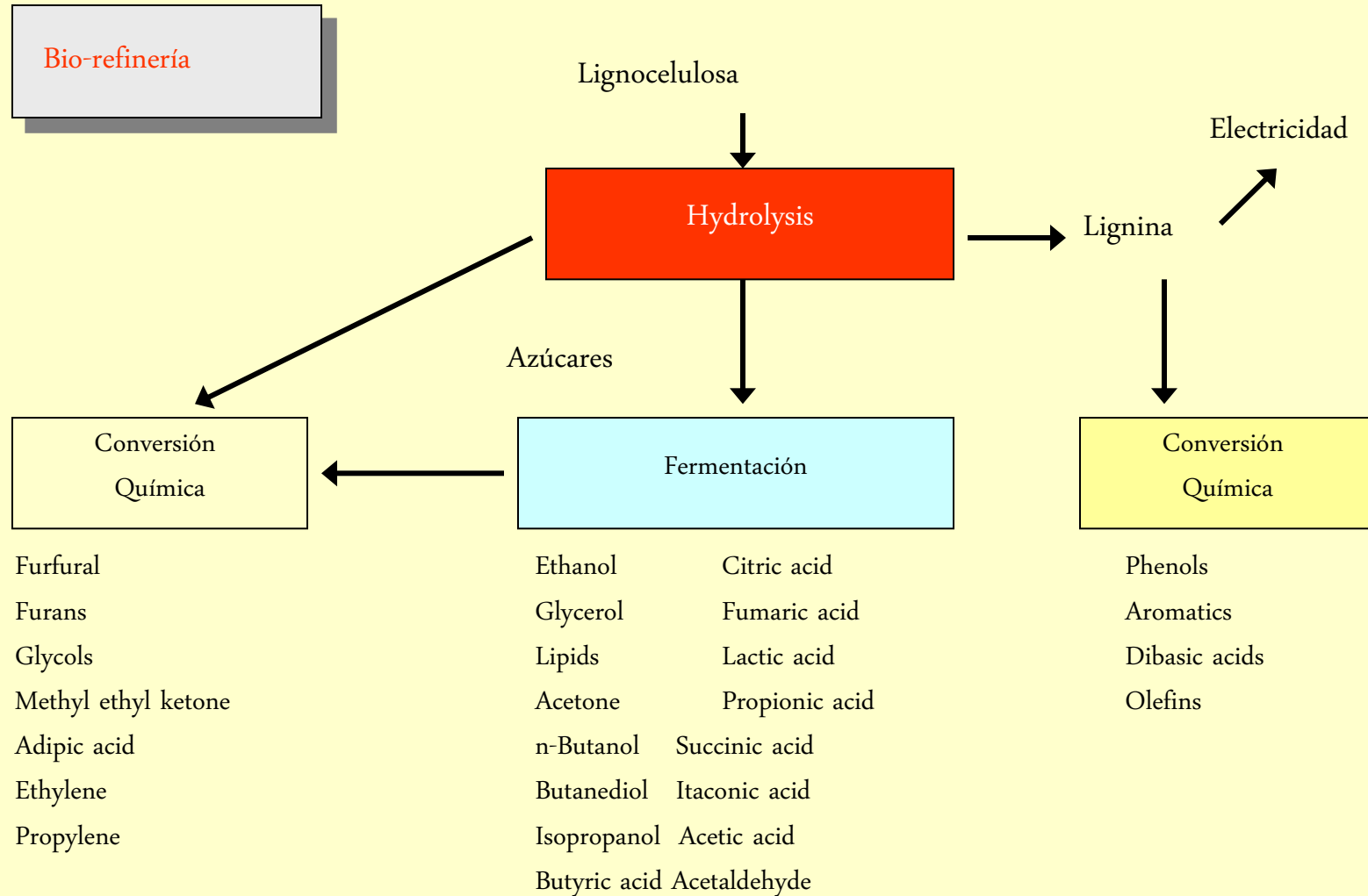
Aumentar a mezcla
Etanol e Gasolina

Pilas de
Combustible

100% Etanol



Motor do
Futuro



A nova Revolución Industrial: “Post Oil Chemistry”

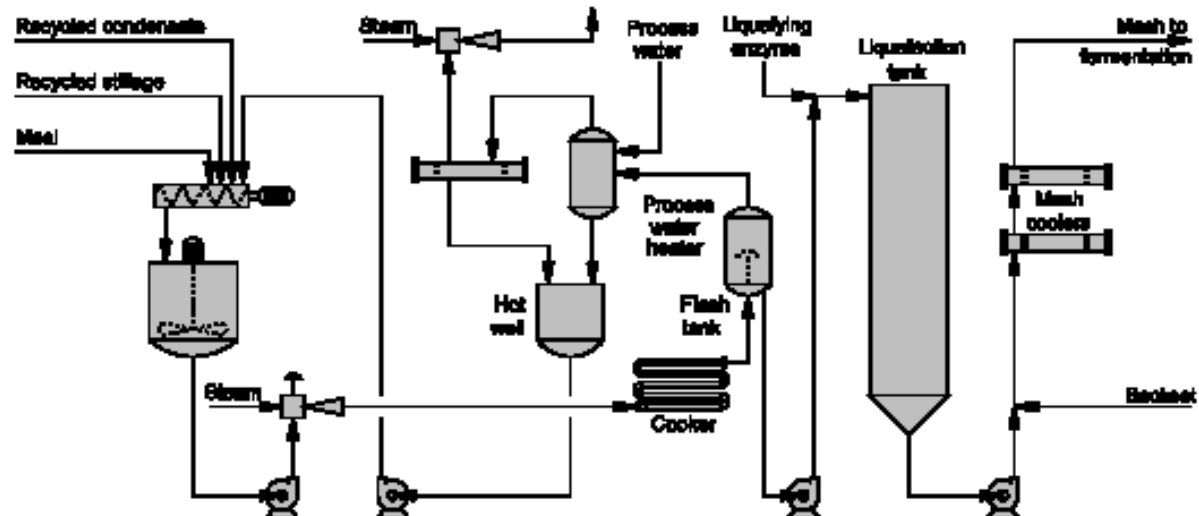
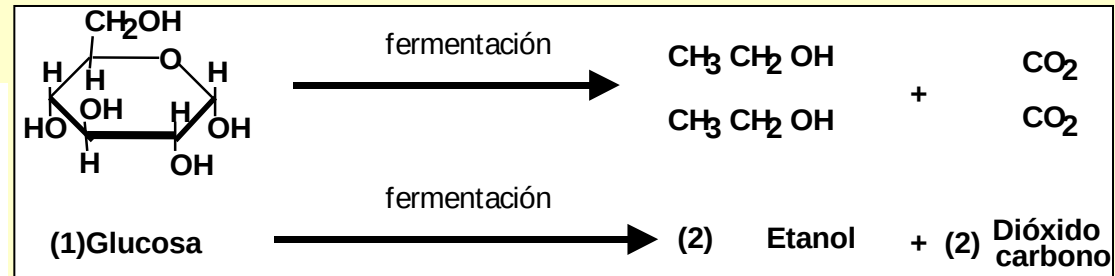
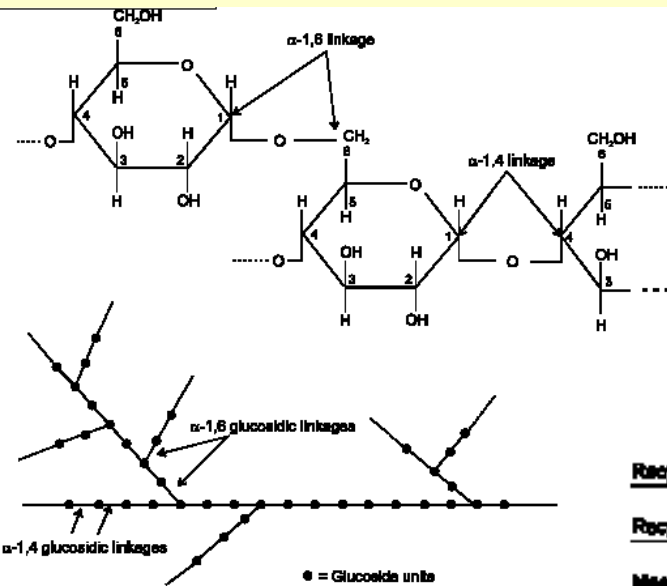
- O 95% dos produtos químicos actuais poderían ser fabricados a partir de microorganismos (Biorefinería/ Bioenxeñería/ Enxenería Xenética).
- Espérase que para o ano 2025, o 50% dos produtos industriais fabricados nos EEUU procedan de fontes renovables.
- Existirán novas tecnoloxías que utilizarán materias primas renovables e substituirán ó petróleo. Entre elas podemos atopar xa as seguintes:
 - Etanol
 - Ácido Láctico
 - Lysina
 - Ácido Cítrico

Fonte: Shell Oil Company Report, 1997

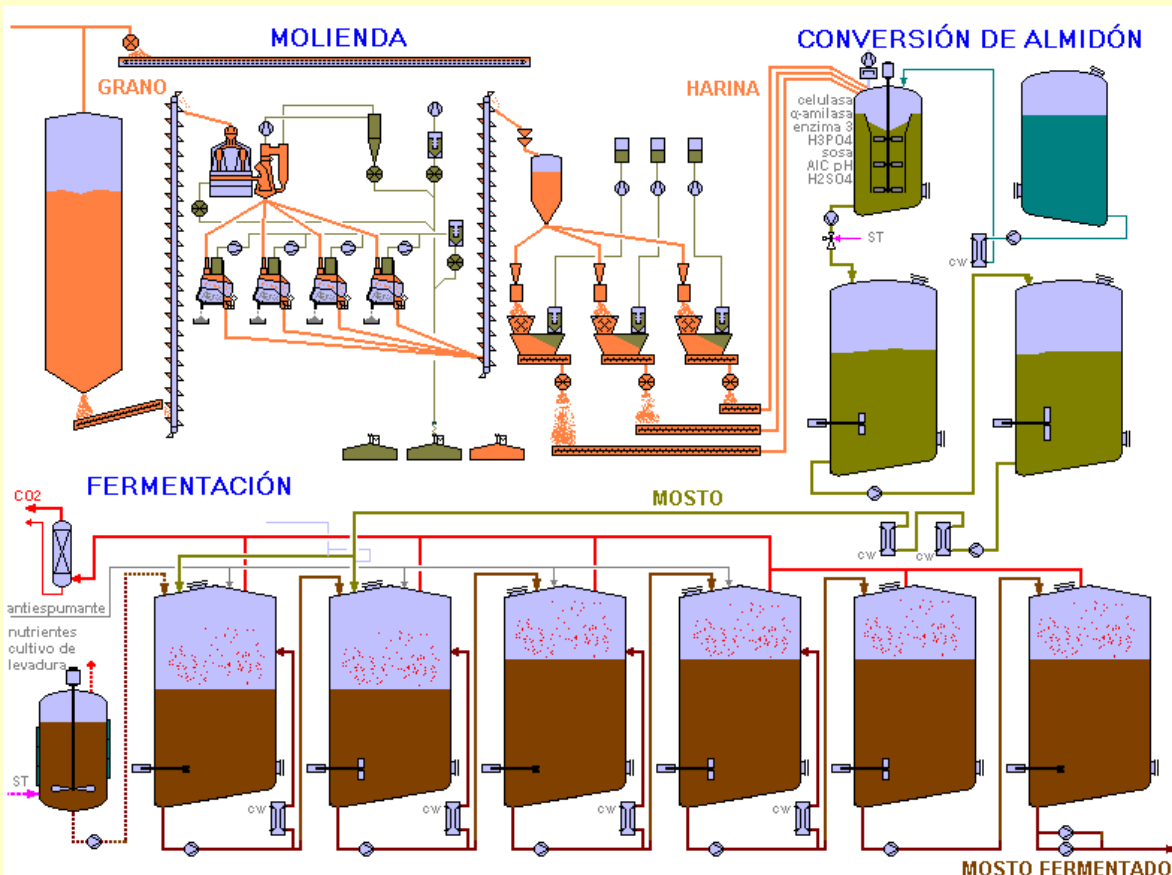
Índice Xeral

- Abengoa
- Abengoa Bioenerxía. Plantas de produción de Bioetanol
- Bioetanol. Conceptos Básicos
- Usos do bioetanol: ETBE e Blending Directo
- Datos económicos da produción de etanol
- Procesos para a fabricación de Bioetanol
- Proxectos de I+D+I
- Planta de Cartagena (Ecocarburantes Españoles S.A.)
- Planta de Teixeira (Bioetanol Galicia S.A.)

Hidrólisis do Almidón



Fermentación



1. Almacenamiento de grano e Pretratamiento

- Cultivos en terras de retirada
- Almacenamiento, limpieza, Molienda (38,5 t/h)

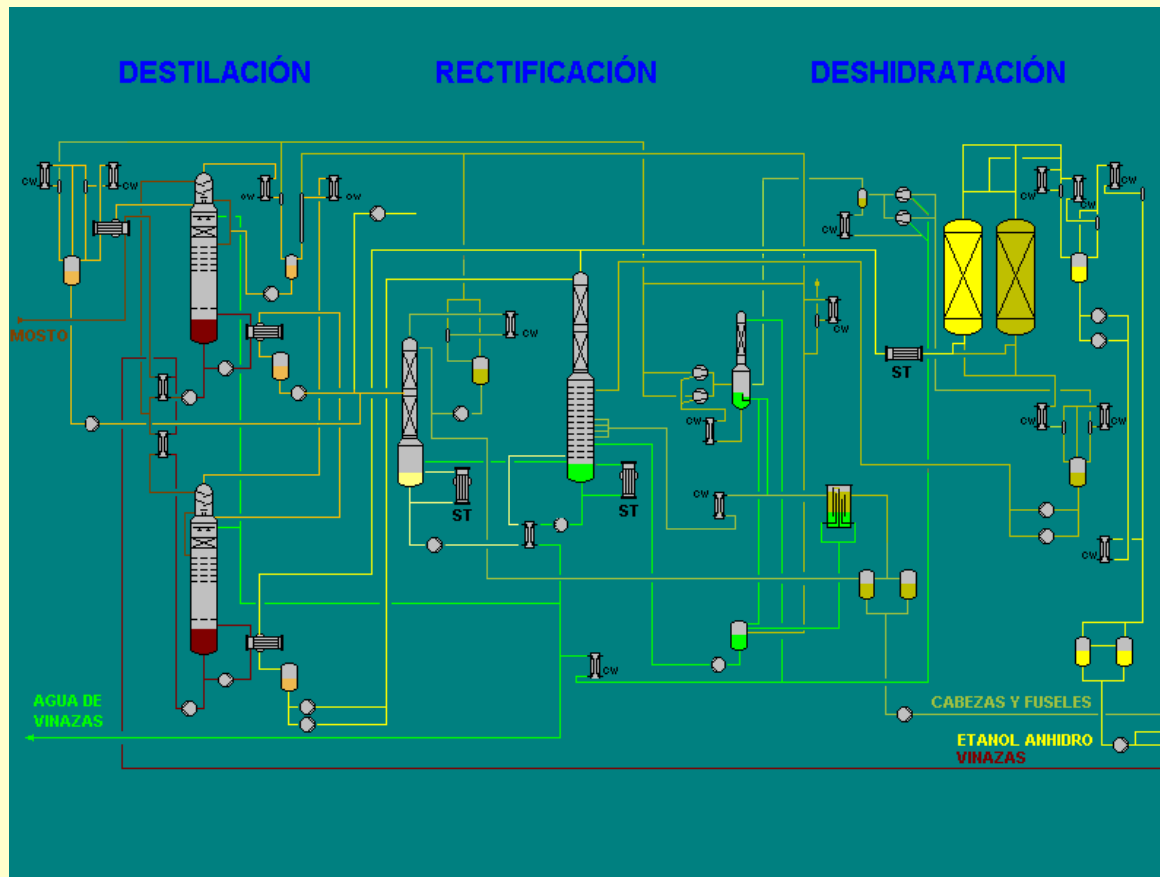
2. Conversión de Almidón

- $(C_6H_{10}O_5)_n \rightarrow nC_6H_{12}O_6$
- Temperatura Controlada (80°C)
- Control de pH (3,5-4)

3. Fermentación

- $C_6H_{12}O_6 \rightarrow CH_3-CH_2OH$
- Control de temperatura (32 °C)
- Control de pH (< 4)
- Contido de alcohol $\approx$ 9%
- Tempo de residencia 60 horas

Destilación



1. Destilación

- Vapores de alcohol
- Vinazas

2. Rectificación

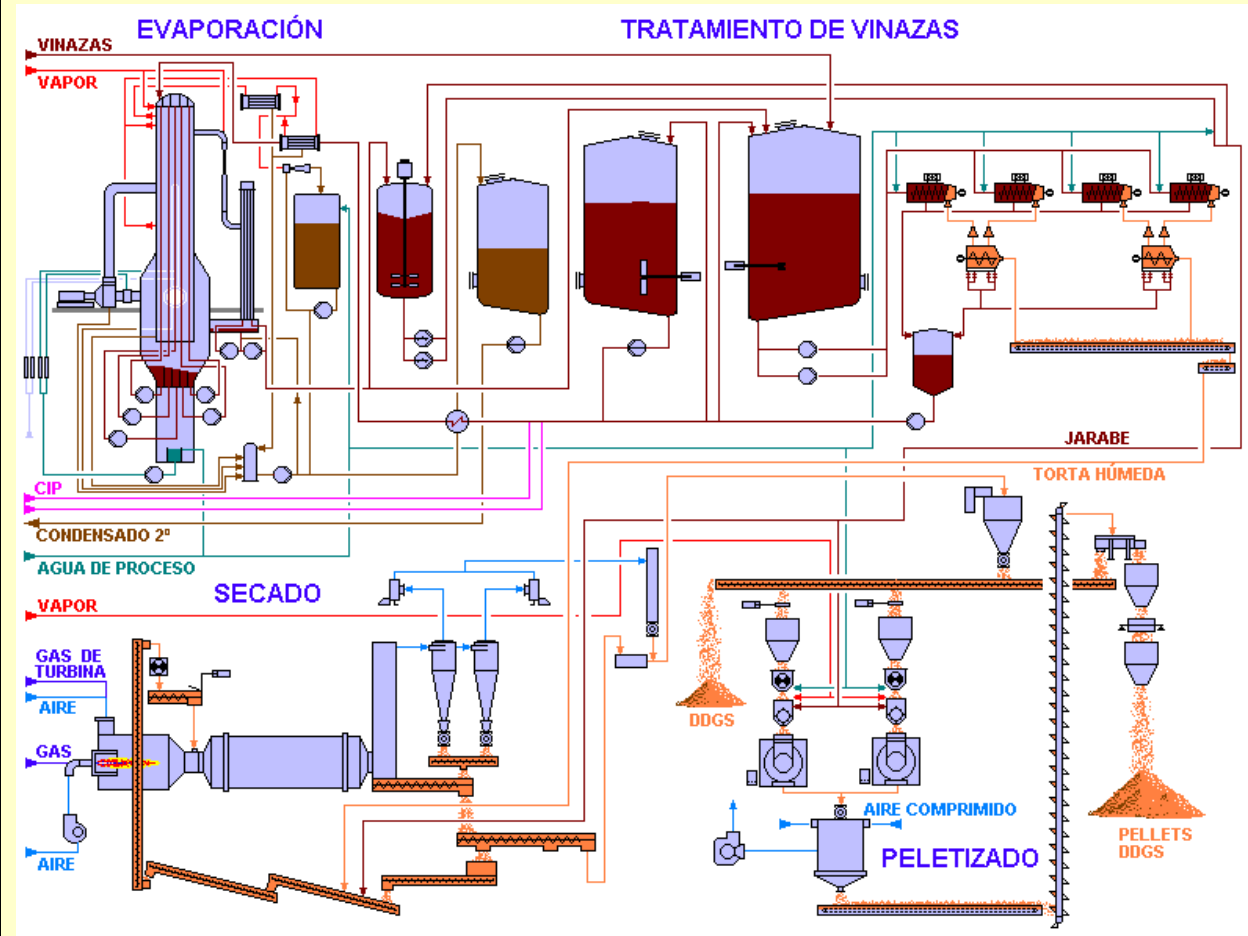
- Alcoholes de cabezas
- Etanol
- Fúseles (quemados no secadero)
- Auga (reciclada ó proceso)

3. Deshidratación

- Tamiz molecular

Máximo aproveitamento enerxético

Planta de Ecocarburantes Españoles



Tratamiento de vinazas

- Concentración
- Evaporación

DDGS (Distiller's Dried Grain and Solubles)

- Secado con gases quentes procedentes da coxeneración
- Peletización

Otros

- Coxeneración
- Recuperación de CO₂

Índice Xeral

- Abengoa
- Abengoa Bioenerxía. Plantas de produción de Bioetanol
- Bioetanol. Conceptos Básicos
- Usos do bioetanol: ETBE y Blending Directo
- Datos económicos da produción de etanol
- Procesos para a fabricación de Bioetanol
- Proxectos de I+D+I
- Planta de Cartagena (Ecocarburantes Españoles S.A.)
- Planta de Teixeiro (Bioetanol Galicia S.A.)



Cereais
340.000 t/ano

DDGS
119.000 t/ano

Conversión de Almidón

Fermentación

Torta

Centrifugación

Vinazas

Alcohol deshidratado
126 Millóns de litros/ano

Sirope

Vinaz

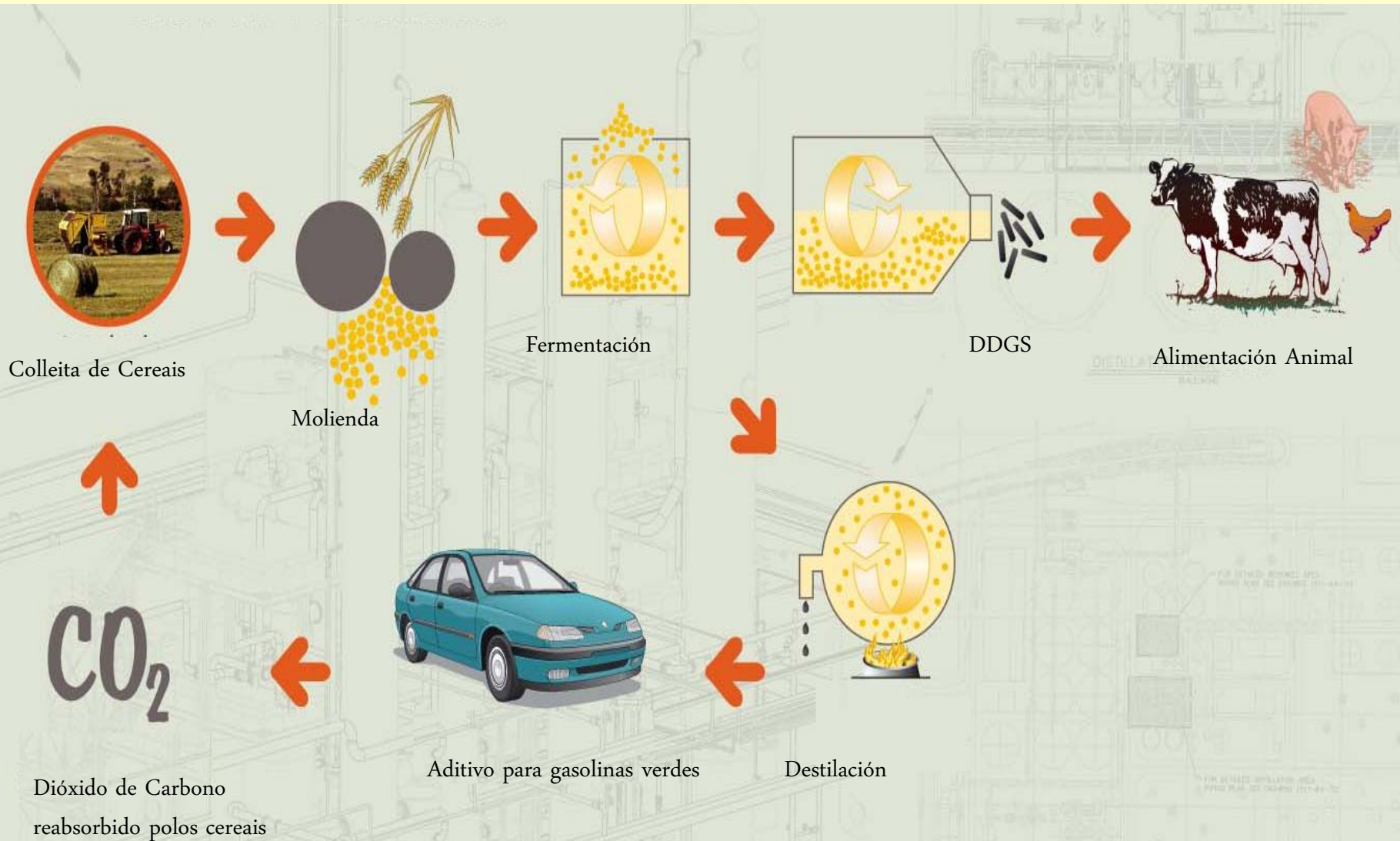
Destilación

Secado

Evaporación

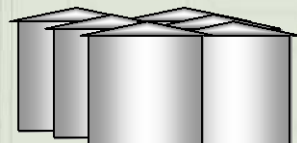
Planta de
cogeneración de
alta eficiencia

- Electricidad para autoconsumo y red eléctrica
- Vapor a proceso
- Gases calientes a secadero

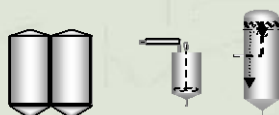




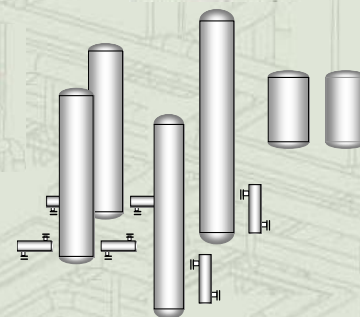
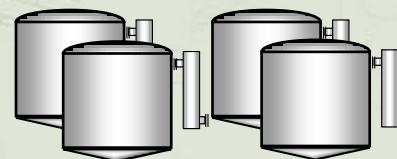
Cereis
340.000 t/ano



Conversión de Almidón



Fermentación

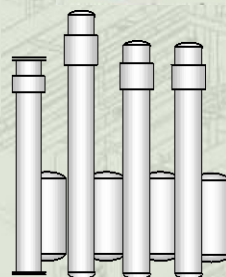


Destilación



Alcohol deshidratado
126 Millóns de litros/ano

Centrifugación



Evaporación

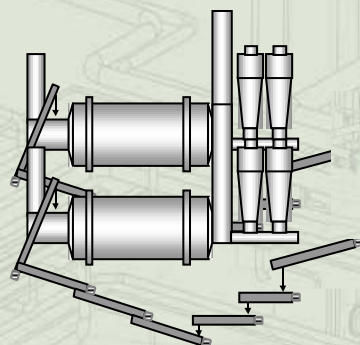


Vinazas Claras



Torta

Jarabe



Secado

DDGS
119.000 t/ano

Planta de
cogeneración de
alta eficiencia

- Electricidad para autoconsumo y red eléctrica
- Vapor a proceso
- Gases calientes a secadero

Descarga, Prelimpia de Cereal e Almacenamiento.

- Dos líneas de descarga de camión + 1 FFCC.
- Capacidade de descarga 300 t/h.
- Dúas líneas de limpieza de cereal 150t/h cada unha.
- Imanes, cribas rotatorias, mesas tamizadoras.
- Seis silos de almacenamiento, capacidade total 45.000 t.

Molienda de Cereal y Mezcla.

- Dous silos de día, previos á molienda.
- Tres molinos de martelos 22.5 t/h cada un.
- Mezcla de fariña con agua (recirculada de proceso).
- Aditivación de enzimas.

Cocción r Licuefacción.

➤ Cocción da mezcla a alta temperatura.

➤ Aditivación de alfa-amilasa.

➤ Aproveitamiento enerxético.

➤ Enfriamiento do mosto.

Sacarificación e Fermentación.

- SSF, aditivación de glucoamilasa.
- Aditivación de Levaduras *Saccharomyces Cerevisiae*.
- Control da fermentación.
- Catro fermentadores máis tanque pulmón previo á destilación “Beerwell”.

Destilación - Rectificación.

- Dúas columnas de destilación de mosto, unha a vacío.
- Unha columna de purificación, alcoholes ligeros.
- Unha columna de rectificación.
- Integración enerxética por cascada.

Desnaturalización e Almacenamento de Alcohol.

- Desnaturalización con ETBE.
- Catro tanques de almacenamento e cargadero de FFCC.
- Tres tanques de almacenamento no porto da Coruña.
- Cargadero de barcos.

Decantación de Vinazas.

- Seis decantadoras centrífugas.
- Sólidos con 65 % de humedad, alto contenido en fibra.
- Líquido con 10% de sólidos, alto contenido en proteínas.

Evaporación de Vinazas Claras.

- Parte se recircula, alto contenido en nutrientes.
- Evaporador de catro efectos en cascada.
- Bomba de vacío con aproveitamento de vapor de licuefacción e destilación.
- Xarabe con 33% de sólidos.
- Os condensados se envían ó proceso, tanque de mezcla.

Secaderos.

- Dous secaderos en paralelo, capacidade 60%.
- Utilización de gases quentes de coxeneración de ciclo simple.
- Evaporación de 30-40 t/h de auga.

Peletización e Almacenamento de DDGS.

- Dúas prensas de pelletización, 100 % capacidade.
- Nave de almacenamento de DDGS de 2500m², 10 días.
- Carga de DDGS en camión e en FFCC.

Coxeneración Ciclo Simple.

- Turbina gas natural de 24.8 MW.
- Subestación 11/66 kV
- Caldeira de recuperación 50 t/h vapor 12 bar.
- Quemadores de post-combustión en caldera e secaderos.

Utilidades.

- Catro torres de refrixeración.
- Dous unidades Chiller.
- PTA, filtración e ósmosis inversa.
- EDARI.

Laboratorio:

➤ HPLC/IR

➤ CG/FID

➤ UVA/VS

➤ Densitometría

➤ Potenciometría

➤ Polarimetría

➤ Microbiología

➤ Vía Húmeda