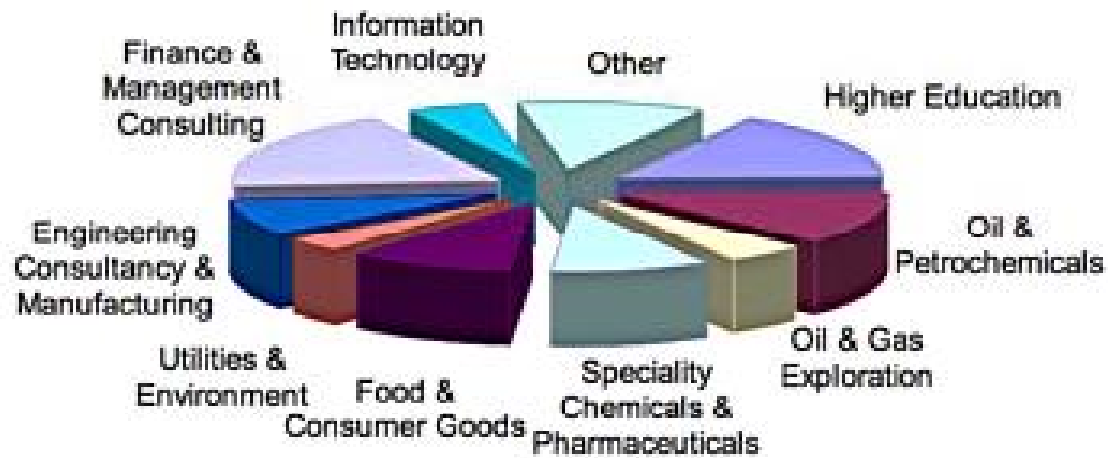
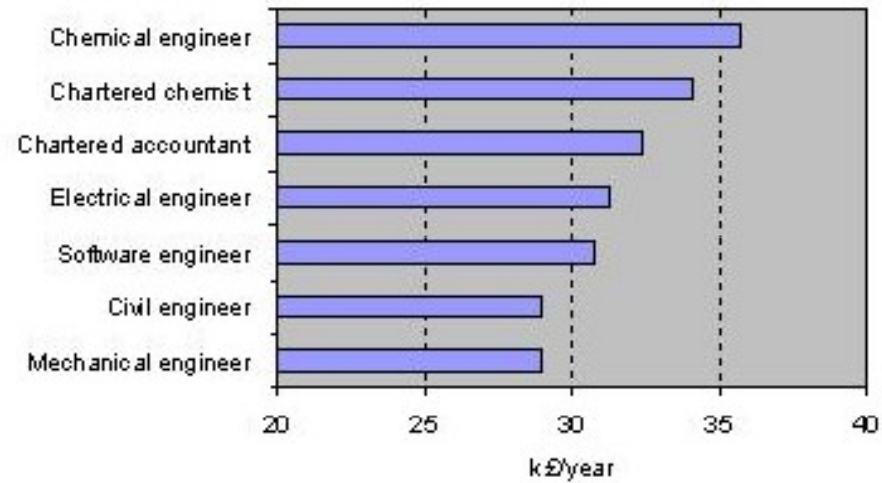
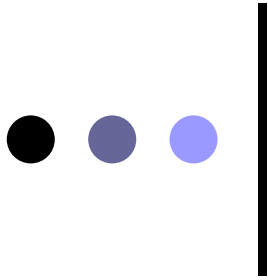


# DISEÑO DE PLANTAS I

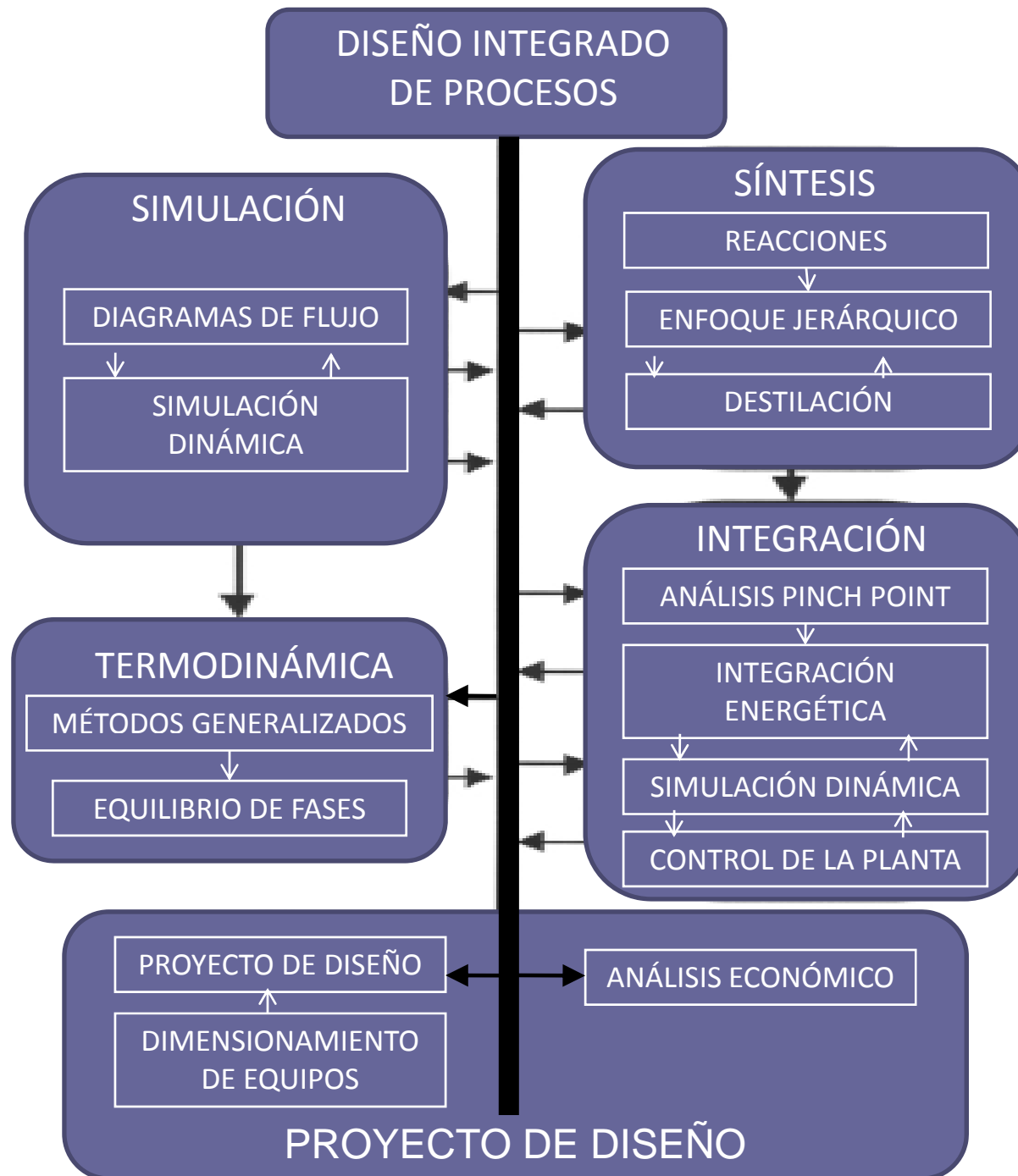


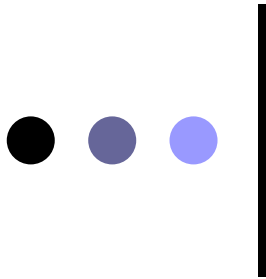


## DISEÑO DE PLANTAS I

### Introducción

- PRODUCTOS MANUFACTURADOS POR LA INDUSTRIA QUÍMICA SON IMPORTANTES PARA LA SOCIEDAD MODERNA.
- LOS PROCESOS QUÍMICOS NACEN DE LA IMAGINACIÓN DE INVESTIGADORES E INGENIEROS.
- EL DISEÑADOR=> IDEA CON VALOR=> PROCESO INDUSTRIAL COMPETITIVO
- INNOVACIÓN Y EFICIENCIA=>MOTIVACIÓN
- USO RACIONAL DE RECURSOS
- PRESERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE
- MAS RETOS Y MAYOR COMPLEJIDAD
- INNOVACIÓN Y CREATIVIDAD
- USO DE MÉTODOS SISTEMÁTICOS DE DISEÑO
- FACTIBILIDAD Y GENERACIÓN DE ALTERNATIVAS
- REFINACIÓN Y OPTIMIZACIÓN ANTES DE DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPOS
- SIMULACIÓN



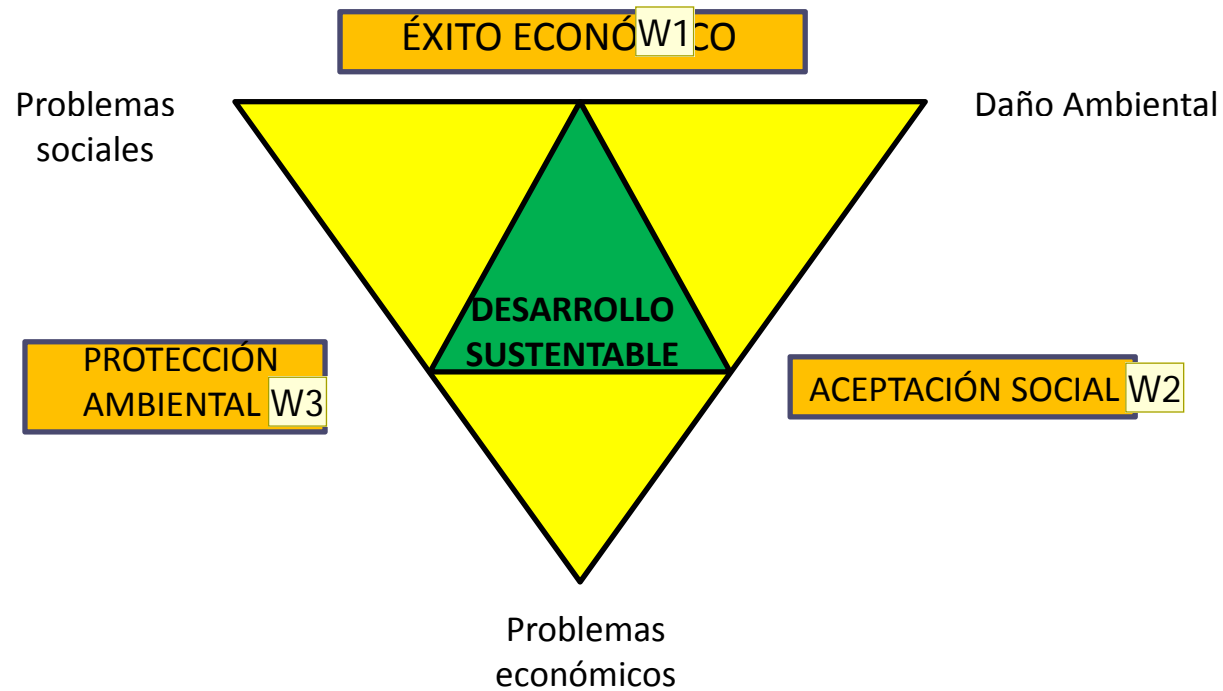


## DISEÑO DE PLANTAS I

### Desarrollo Sustentable

EL MEDIO AMBIENTE SE ENCUENTRA BAJO UNA AMENAZA TRIPLE:

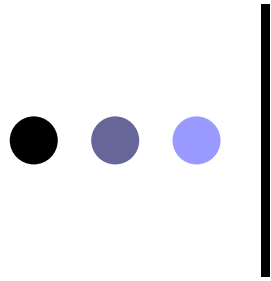
- AGOTAMIENTO DE RECURSOS
- EL AUMENTO DE LA CONTAMINACIÓN (AIRE, AGUA O SUELO)
- REDUCCIÓN DE LA CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AMBIENTE



## Diapositiva 4

---

- W1** uso eficiente de recursos, uso de materiales renovables y energías alternas y reciclado de residuos  
Windows, 21/07/2008
- W2** Justicia social y derechos de los individuos  
Windows, 21/07/2008
- W3** Defensa de las bases de la vida natural sin exceder los límites de fatiga del ambiente  
Windows, 21/07/2008



## DISEÑO DE PLANTAS I

### **Desarrollo Sustentable**

INDUSTRIAS QUIMICAS VITALES SOCIEDAD MODERNA =>PERCEPCIÓN DE RIESGO Y CONTAMINACIÓN=>CAMBIAR IMAGEN HACIA SEGURIDAD Y AMBIENTALMENTE AMIGABLE.

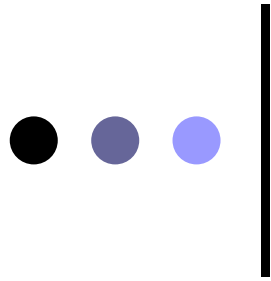
PROCESOS DEBEN SER MAS INTENSIVOS, OCUPAR MENOS ESPACIO Y SEGUROS EN OPERACIÓN.

## INNOVACIÓN

INVESTIGACIÓN, DESARROLLO Y DISEÑO DE PROCESOS

MINIMIZACIÓN Y RECICLO DE RESIDUOS

IDENTIFICACIÓN DE USO INEFICIENTES DE MATERIAS PRIMAS Y ENERGÍA



## DISEÑO DE PLANTAS I

### Diseño de procesos

#### Aspectos creativos del diseño de procesos

*El diseño de procesos es la actividad creativa donde se generan ideas que luego se trasladan a equipos y procesos para producir materiales nuevos o para mejorar significativamente el valor de materiales existentes.*

El diseño conceptual contiene los diagramas de flujo, balance de masa y energía, especificaciones preliminares, consumo de servicios industriales, seguridad y ambiente y eficiencia económica.

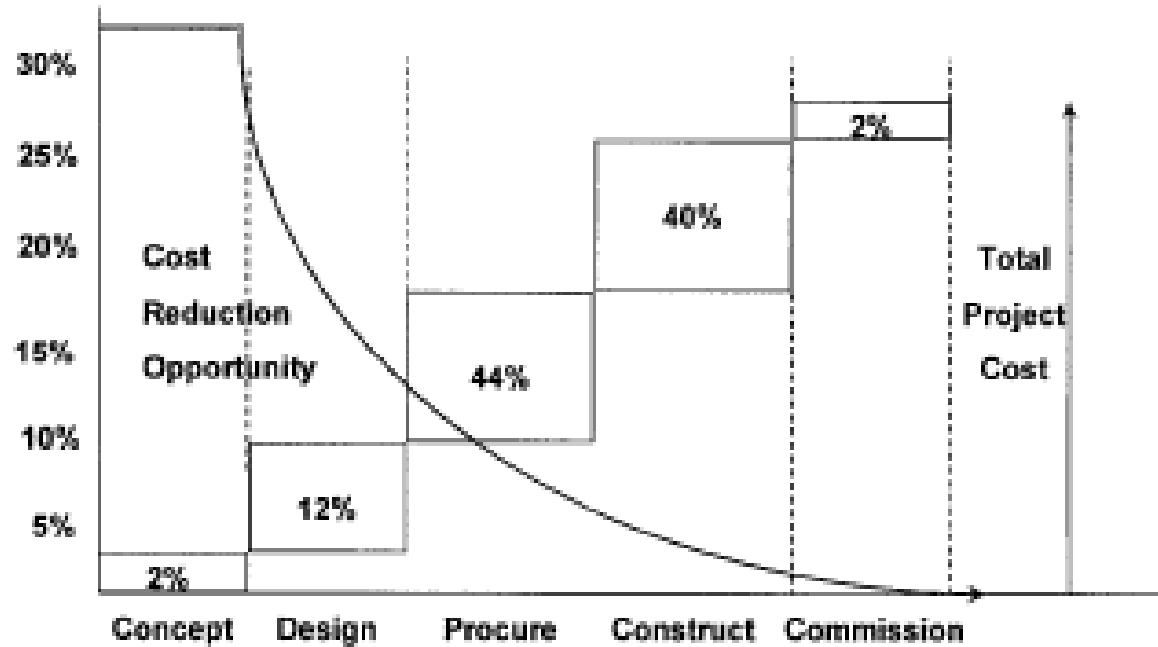
En el diseño conceptual el énfasis es sobre el comportamiento del proceso, en lugar del dimensionamiento de los equipos



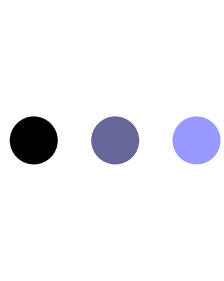
## DISEÑO DE PLANTAS I

### Diseño de procesos

#### Aspectos creativos del diseño de procesos



Incentivos económicos en un proyecto



## DISEÑO DE PLANTAS I

### Diseño de procesos

#### Aspectos creativos del diseño de procesos

HOY EN DÍA EL CAMINO DESDE LA IDEA HASTA EL PROCESO REAL PUEDE MANEJARSE POR MEDIO DE UN ENFOQUE SISTÉMICO.

ENVUELVE LAS METODOLOGÍAS SISTEMÁTICAS PARA DISEÑAR TODO EL PROCESO Y SUS SUBSISTEMAS, COMO REACTORES, REDES DE INTERCAMBIADORES DE CALOR Y LOS SERVICIOS INDUSTRIALES.

UNA METODOLOGÍA CONSISTE EN UNA COMBINACIÓN DE PASOS DE ANÁLISIS Y SÍNTESIS.

ANÁLISIS=>CONOCIMIENTO DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA (PROP FÍSICAS, CARACTERÍSTICAS DE LAS REACCIONES Y DE LAS OPERACIONES UNITARIAS).

SÍNTESIS=>ACTIVIDADES QUE AYUDAN A DETERMINAR LA ARQUITECTURA DEL SISTEMA Y LA SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES MAS ADECUADOS.

### Aspectos creativos del diseño de procesos

UN PROBLEMA DE DISEÑO ESTÁ SIEMPRE SUBDEFINIDO, YA SEA POR LA FALTA DE DATOS, O POR INSUFICIENCIA DE TIEMPO Y RECURSOS. ADICIONALMENTE, NUNCA EXISTE UNA SOLA SOLUCIÓN, DEPENDE DE LAS DECISIONES QUE EL DISEÑADOS HAYA TOMADO EN LAS DIFERENTES ETAPAS DEL PROYECTO.

LA SISTEMÁTICA GENERACIÓN DE ALTERNATIVAS ES LA CARACTERÍSTICA MÁS IMPORTANTE DEL DISEÑO CONCEPTUAL MODERNO. LA MEJOR SOLUCIÓN SE IDENTIFICA COMO LA ÓPTIMA, CONSIDERANDO LAS RESTRICCIONES Y REALIZANDO UNA EVALUACIÓN CONSISTENTE Y UN RANQUEO DE LAS ALTERNATIVAS.



Tendencias en el diseño de procesos

**Intensificación de procesos**

DESIGNA EL DESARROLLO DE TÉCNICAS Y EQUIPOS NUEVOS QUE PUEDAN LOGRAR UNA MEJORÍA SIGNIFICATIVA EN PRODUCTIVIDAD, ASI COMO TAMBIÉN AHORROS ENERGÉTICOS Y PROCESOS AMBIENTALMENTE MAS AMIGABLES.

- EQUIPOS: REACTORES NOVEDOSOS, MEZCLADO INTENSIVO, NOVEDADES EN TRANSFERENCIA DE CALOR Y MASA.
- MÉTODOS: INTEGRACIÓN DE LAS ETAPAS DE REACCIÓN Y SEPARACIÓN EN REACTORES MULTIFUNCIONALES (DESTILACIÓN REACTIVA, REACTORES CON MEMBRANAS, CELDAS DE COMBUSTIBLE), SEPARACIÓN HÍBRIDA (DESTILACIÓN MEMBRANARIA), FUENTES ALTERNAS DE ENERGÍA, NUEVOS MODOS DE OPERACIÓN (OPERACIONES PERIODICAS).



Tendencias en el diseño de procesos

**Intensificación de procesos**

LA INTENSIFICACIÓN DE PROCESOS CONDUCE A UNA CONSIDERABLE REDUCCIÓN DEL TAMAÑO DE LOS EQUIPOS Y COSTOS. SE REDUCEN LOS RIESGOS DE SEGURIDAD Y AMBIENTE, CON LA REDUCCIÓN DE INVENTARIOS (MATERIALES PELIGROSOS). EL USO DE PLANTAS MÓBILES PUEDEN ACERCAR LOS PRODUCTOS A LOS CONSUMIDORES FINALES DISMINUYENDO EL RIESGO DE TRANSPORTE Y ALMACENAJE. TAMBIÉN SE REQUIERE PARA LAS TECNOLOGÍAS EMERGENTES, COMO INGENIERÍA BIOQUÍMICA.

LA SUPERVIVENCIA DE LAS OPERACIONES UNITARIAS CLÁSICAS SERÁ CRÍTICA BAJO ESTA PERSPECTIVA. LA DESTILACIÓN, ABSORCIÓN Y EXTRACCIÓN SEGUIRAN USÁNDOSE EN GRANDES PLANTAS. LOS DISEÑOS NUEVOS OFRECERAN PRODUCTIVIDADES MAS ALTAS.

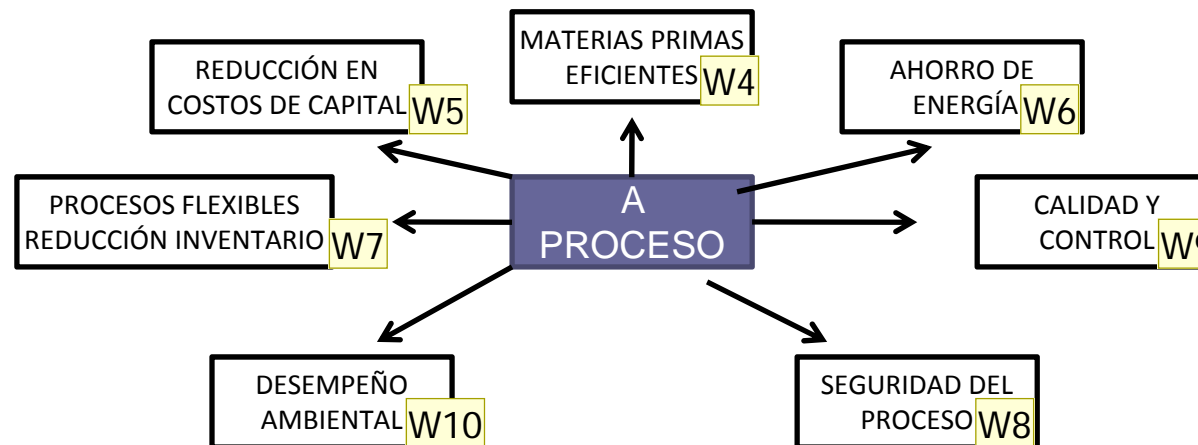
# DISEÑO DE PLANTAS I

## Diseño de procesos

### Tendencias en el diseño de procesos

#### Ingeniería de procesos

LA GLOBALIZACIÓN Y LAS CADA VEZ MAS ERICTAS RESTRICCIONES AMBIENTALES, TRAERAN CAMBIOS MAYORES EN LAS HERRAMIENTAS Y MÉTODOS DE LA INGENIERÍA DE PROCESOS. DEBIDO A LA LARGA VIDA DE ALGUNOS EQUIPOS YA INSTALADOS LOS CAMBIOS PUEDEN TARDAR, PERO LLEGARAN.



## Diapositiva 12

---

- W4** La química es lo principal. Nuevos catalizadores. Aumento de selectividad.  
Windows, 21/07/2008
- W5** Reducción del número de unidades al lograr un mejor diagrama de flujos  
Windows, 21/07/2008
- W6** Pinch poin análisis e integración de la planta.  
Windows, 21/07/2008
- W7** Integración con las actividades financieras. Modelación rigurosa. Flexibilidad en la composición de la materia prima y flujos. Reducción de almacenaje.  
Windows, 21/07/2008
- W8** Incorporación de análisis no lineal en control y dinámica de procesos  
Windows, 21/07/2008
- W9** Reducción de impurezas y subproductos y la implementación de sistemas avanzados de control  
Windows, 21/07/2008
- W10** Diseños modernos pueden conducir a cero descarga de efluentes, minimizando las emisiones gaseosas y los desechos de proceso.  
Windows, 21/07/2008



DISEÑO DE PLANTAS I

**Diseño de procesos**

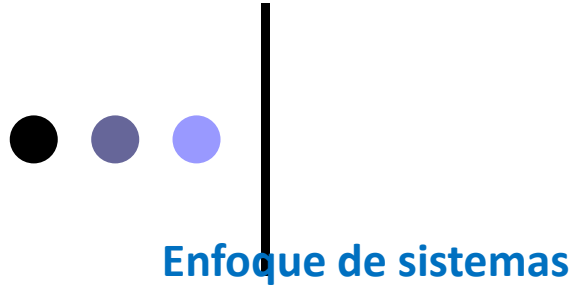
## Tendencias en el diseño de procesos

### Ingeniería de procesos

EL NUEVO PARADIGMA DE LA INGENIERÍA DE PROCESOS ESTÁ EN LA INTEGRACIÓN DEL DISEÑO DE PROCESOS CON LA INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO. PRUEBAS DE LABORATORIO INICIALES PODRÍAN ORIGINAR DIAGRAMAS DE FLUJO ALTERNOS Y LAS SIMULACIONES ORIENTAR EN LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN ÓPTIMAS.

EL USO DE DATOS DE PLANTA PUEDEN SERVIR PARA LA CALIBRACIÓN DE LOS MODELOS TERMODINÁMICOS.

INGENIERÍA DE SISTEMAS



**Sistema** es una combinación de varias piezas de equipos integradas para desempeñar una función especial.

**Análisis de sistemas** es la investigación de una actividad, procedimiento, método, técnica o negocio para determinar qué debe hacerse y como llevar a cabo la operación de la mejor manera. Aplicación de las matemáticas.

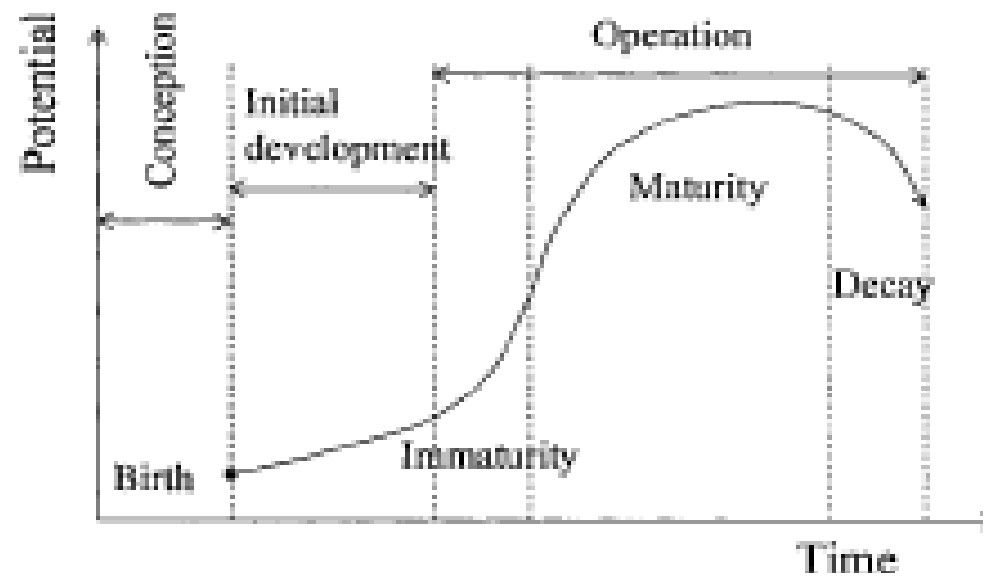
**Ingeniería de sistemas** es el diseño de un sistema de interconexión complejo de varios elementos para maximizar algún acuerdo sobre medidas del desempeño del sistema.

EL ENFOQUE DE SISTEMAS CONSISTE EN DOS ETAPAS:

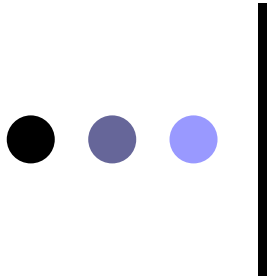
- MODELADO, CADA ELEMENTO ES DESCRITO Y SE LE ASIGNA EL CRITERIO PARA MEDIR SU DESEMPEÑO.
- OPTIMIZACIÓN, EN DONDE LOS PARÁMETROS AJUSTABLES SE COLOCAN DE TAL MANERA QUE CONDUCEN AL MEJOR DESEMPEÑO DE TODO EL SISTEMA.

### Modelo del ciclo de vida

**El ciclo de vida** es un concepto de ingeniería de sistemas basado en la suposición que todo producto tiene una existencia finita, enmarcados en tres eventos mayores: iniciación(concepción), instalación(nacimiento) y término. Entre ellos se encuentran dos periodos, llamados “desarrollo inicial” y “operación”.



**Evolución del ciclo de vida**



DISEÑO DE PLANTAS I

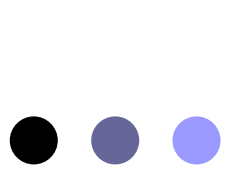
## INGENIERÍA DE SISTEMAS

### Modelo del ciclo de vida

***Formas de ciclo de vida*** son estructuras de referencia genéricas usadas en ingeniería de sistemas para manejar el desarrollo y mantenimiento de sistemas complejos.

SE DESCRIBIRAN DOS FORMAS BÁSICAS DE CICLOS DE FORMAS DE VIDA:  
CATARATA Y CICLO-V.

ESTAS FORMAS PUEDEN USARSE EN EL CAMPO DE INGENIERÍA DE PROCESOS. LOS MODELOS DE CICLO DE VIDA PUEDEN USARSE EN LA ELABORACIÓN DE UN PROYECTO DE DISEÑO.



## DISEÑO DE PLANTAS I

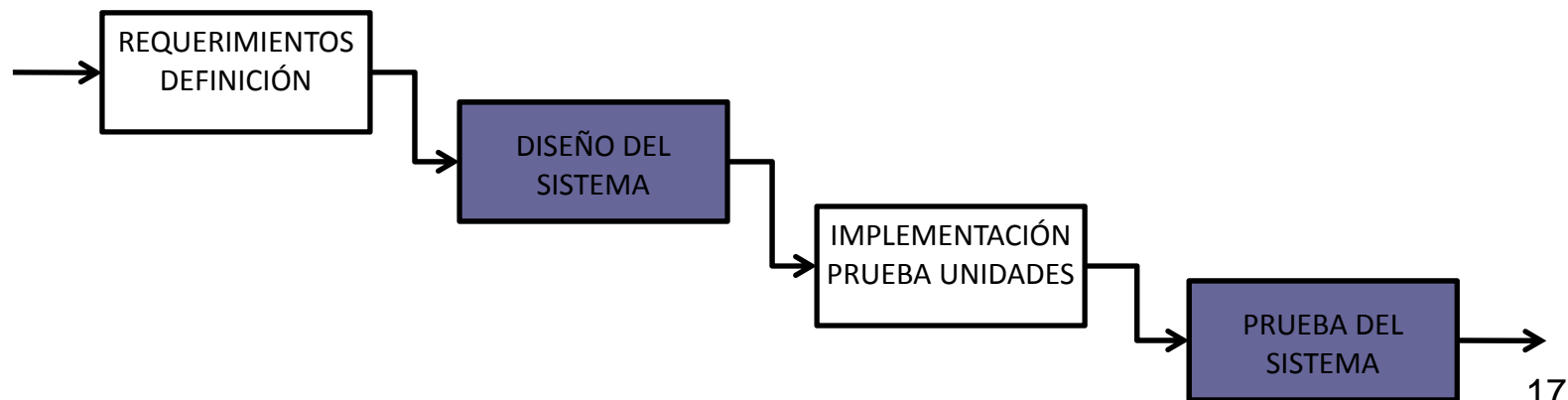
# INGENIERÍA DE SISTEMAS

### Modelo del ciclo de vida

#### *Modelo de Catarata*

DESCOMPONE EL CICLO DE DESARROLLO/PRODUCCIÓN DE UN PROYECTO COMPLEJO EN CUATRO FASES:

- DEFINICIÓN DEL SISTEMA Y REQUERIMIENTOS.
- DISEÑO DEL SISTEMA
- IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBA DE UNIDADES
- PRUEBA DEL SISTEMA



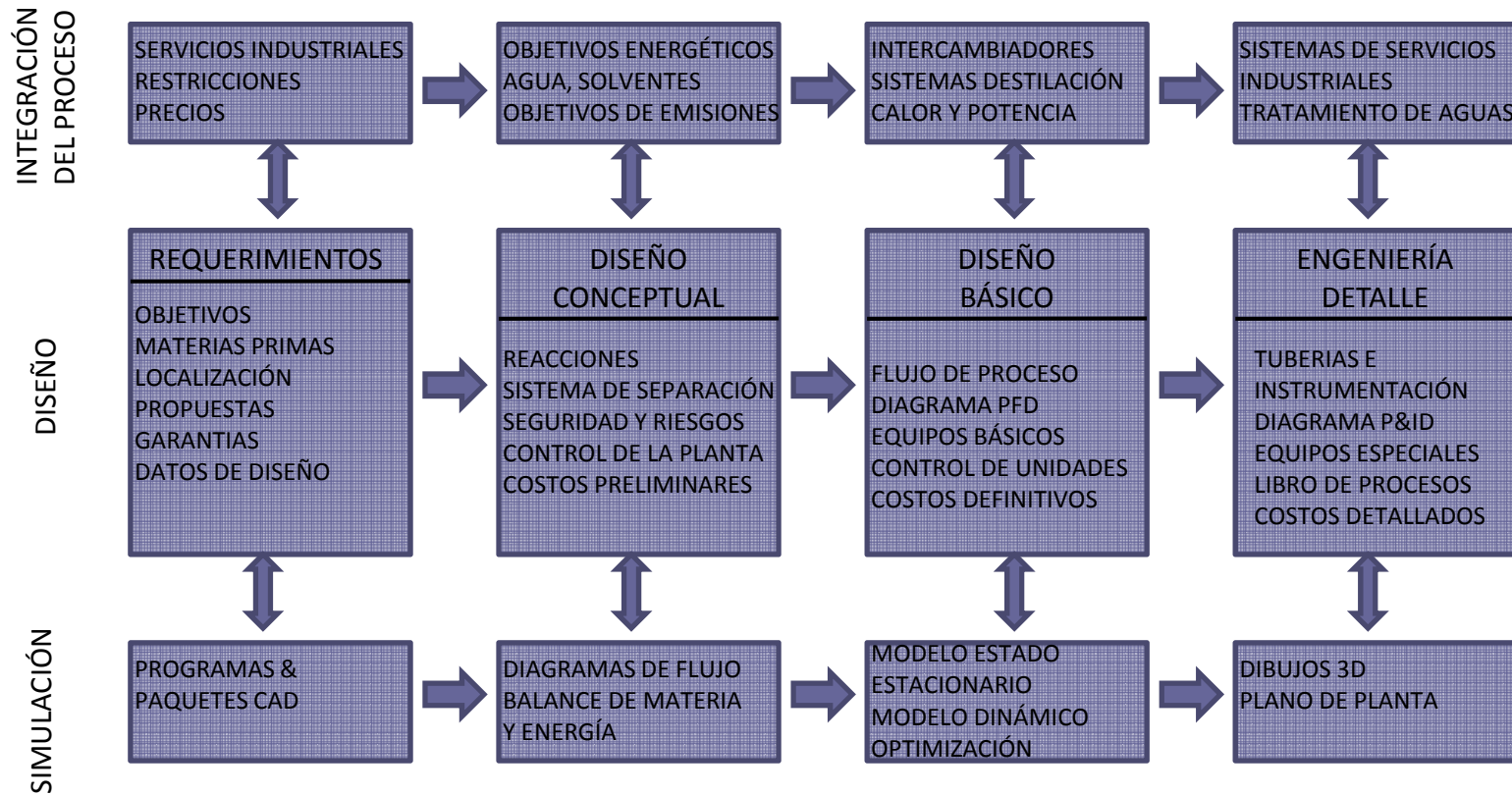


# DISEÑO DE PLANTAS I

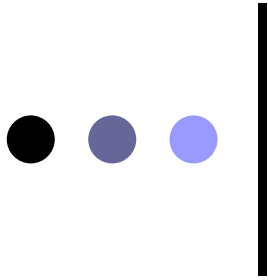
## INGENIERÍA DE SISTEMAS

Modelo del ciclo de vida

### Modelo de Catarata



**CICLO DE VIDA DE UN DISEÑO DE PROYECTO INTEGRADO**



## DISEÑO DE PLANTAS I

# INGENIERÍA DE SISTEMAS

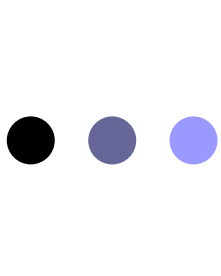
### Modelo del ciclo de vida

#### *Modelo ciclo-V*

ES APROPIADO PARA MANEJAR SISTEMAS COMPLEJOS CUANDO UNA VALIDACIÓN SISTEMÁTICA ES NECESARIA. LAS DOS IDEAS BÁSICAS SON:

- DESCOMPONER EL TRABAJO EN UN NÚMERO DE TAREAS.
- SEPARAR LAS TAREAS DE “DISEÑO Y ESPECIFICACIONES” DE LAS TAREAS DE “PRODUCCIÓN”.

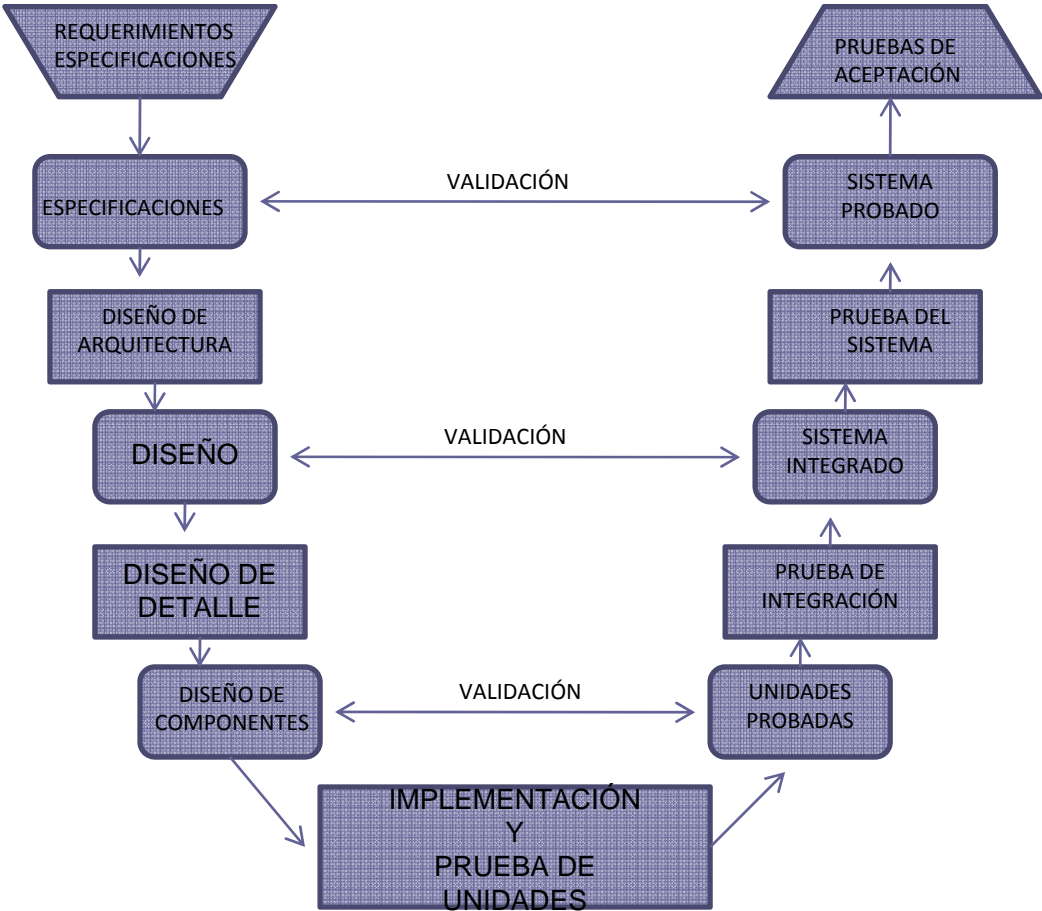
EL LADO IZQUIERDO DE LA V REPRESENTA LA REFINACIÓN DEL DISEÑO, MIENTRAS EL DERECHO DESCRIBE LAS TAREAS DE ENSAMBLAJE. EL FONDO DE LA V MANEJA EL DISEÑO DE DETALLE Y LA PRUEBA DE LAS UNIDADES. EN ESTE MODELO LA GERENCIA Y EL CONTROL DE CALIDAD SE LLEVAN A CABO JUNTOS. CADA PASO DE DISEÑO SE VERIFICA ANTES DE PASAR AL OTRO, Y CADA TAREA DE PRODUCCIÓN SE VALIDA CONTRA SU CORRESPONDIENTE TAREA DE ESPECIFICACIÓN.



# DISEÑO DE PLANTAS I

## INGENIERÍA DE SISTEMAS

Modelo del ciclo de vida  
*Modelo ciclo-V*



DISEÑO DE PROCESOS INTEGRADO

Síntesis de Proceso e Integración de Procesos

**Integración de Procesos** surge para darle un uso eficiente a la energía. Los ahorros significantes de energía se logran analizando el problema de todo el proceso.

EL DISEÑO DE PROCESOS TRADICIONAL CONSISTE EN UNA JERARQUÍA DE FASES QUE SE PUEDEN REPRESENTAR EN EL DIAGRAMA CEBOLLA.



*Descripción jerárquica del diseño de procesos por el diagrama de cebolla*

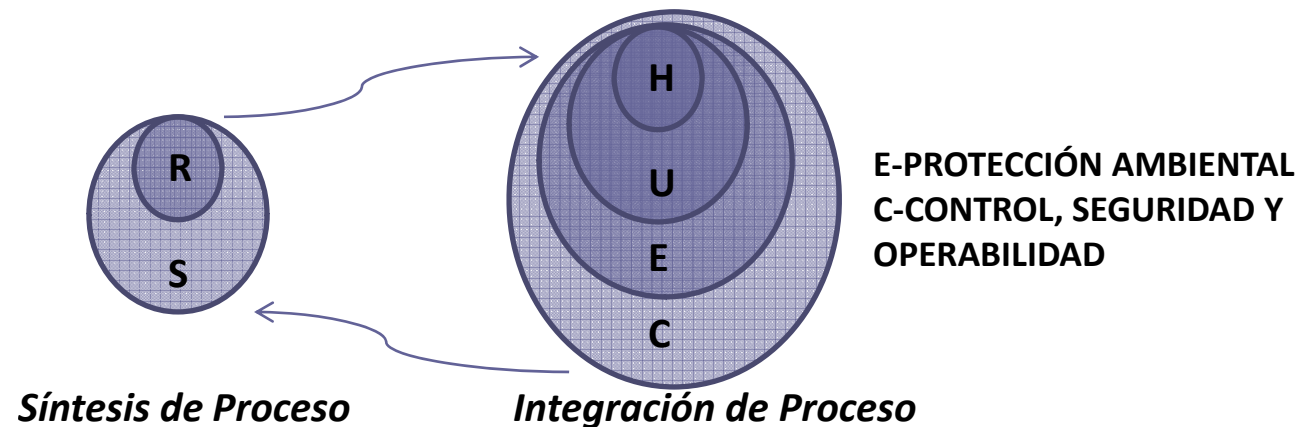
## DISEÑO DE PLANTAS I

### DISEÑO DE PROCESOS INTEGRADO

#### Síntesis de Procesos e Integración de Procesos

Las dos capas internas, Reactor y Separación, definen el entorno de balance de material. Mas aún, ellos definen la estructura básica del diagrama de flujo, que es el objeto de una actividad de diseño llamada **Síntesis de Proceso**. Las capas mas externas, Recuperación de Calor y Servicios Industriales tienen que ver con el entorno de balance de calor.

Hoy en día se consideran la Síntesis de Procesos y la Integración de procesos como actividades complementarias=>DISEÑO INTEGRADO DE PROCESOS



*Enfoque Diseño Integrado de procesos*

**DISEÑO DE PROCESOS INTEGRADO**



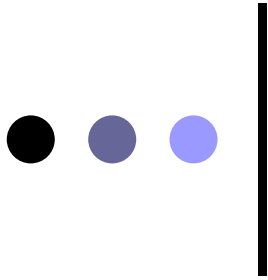
**Métodos sistemáticos**

Se pueden clasificar como:

- MÉTODOS JERÁRQUICOS
- MÉTODOS DE ANÁLISIS TERMODINÁMICOS
- MÉTODOS DE OPTIMIZACIÓN

***Enfoque Jerárquico***

SE PUEDE UTILIZAR PARA LA SÍNTESIS DE TODO EL DIAGRAMA DE FLUJO. LA METODOLOGÍA CONSISTE EN DESCOMPONER PROBLEMAS COMPLEJOS EN SUBPROBLEMAS MAS SIMPLES. EL ENFOQUE SE ORGANIZA EN NIVELES DE DECISIONES DE DISEÑO Y EFINACIÓN DE DIAGRAMAS DE FLUJO. CADA NIVEL USA LA HEURÍSTICA PARA GENERAR ALTERNATIVAS. LUEGO SE ESCOGE EL CASO BASE, QUE LUEGO SERÁ REFINADO Y OPTIMIZADO.



## DISEÑO DE PLANTAS I

### DISEÑO DE PROCESOS INTEGRADO

#### Métodos sistemáticos

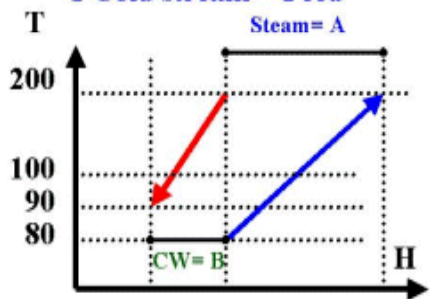
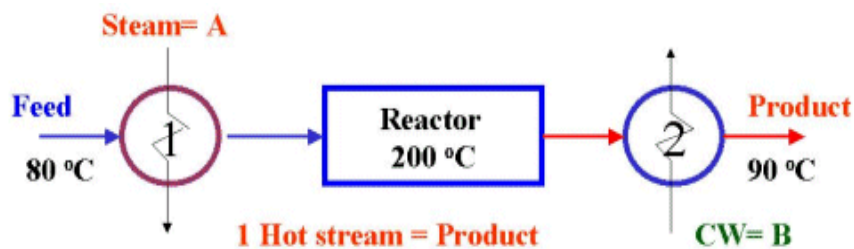
#### *Análisis “Pinch Point”*

ESTE ANÁLISIS TIENE QUE VER CON EL MANEJO ÓPTIMO DE LA ENERGÍA Y LA SÍNTESIS, ASI COMO TAMBIÉN CON EL DISEÑO DE LA RED DE INTERCAMBIADORES DE CALOR. EL ENFOQUE ESTÁ BASADO EN LA IDENTIFICACIÓN DEL PINCH POINT COMO LA REGIÓN DONDE EL INTERCAMBIO DE CALOR ENTRE LAS CORRIENTES DE PROCESO ES EL MAS RESTRICTIVO.

DISEÑO DE PROCESOS INTEGRADO

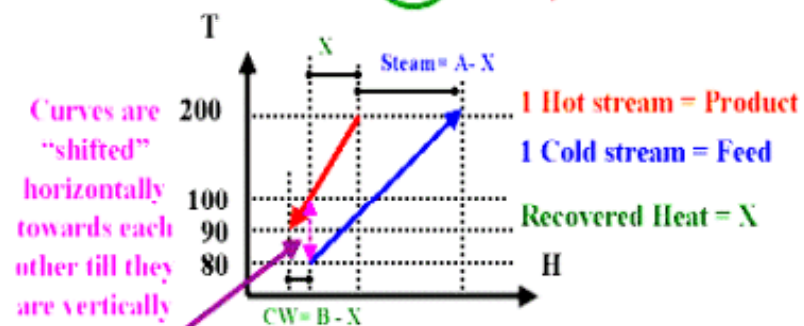
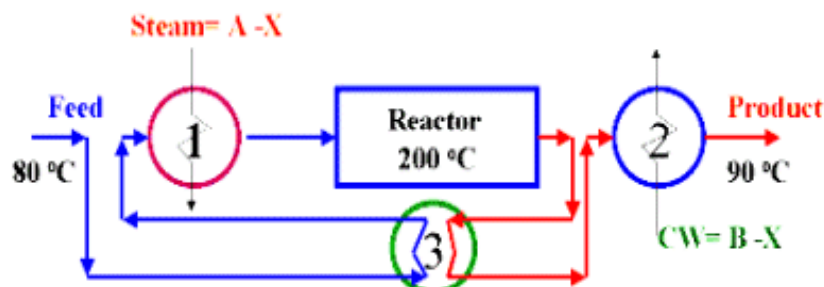
Métodos sistemáticos

Análisis "Pinch Point"



(a)

Esquema simple de intercambio de calor



Curves are "shifted" horizontally towards each other till they are vertically apart by 20 °C

(b)

Esquema mejorado de intercambio de calor



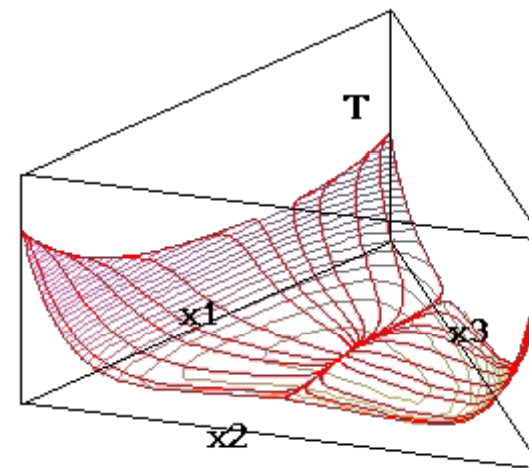
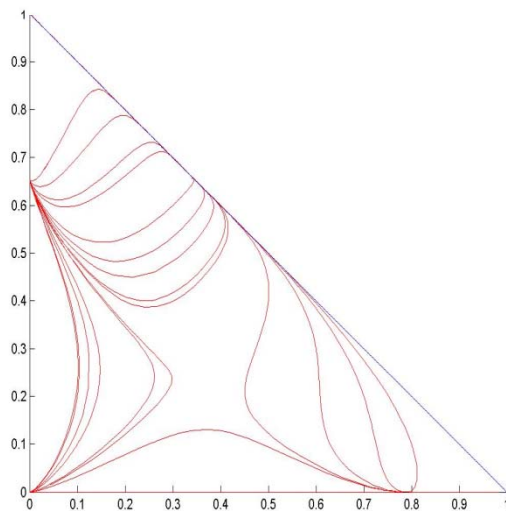
## DISEÑO DE PLANTAS I

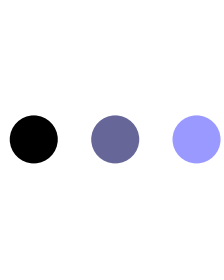
### DISEÑO DE PROCESOS INTEGRADO

#### Métodos sistemáticos

#### *Mapas de curvas de residuos*

LA FACTIBILIDAD DE SEPARACIÓN DE MEZCLAS NO IDEALES, ASI COMO TAMBIÉN LA SELECCIÓN DE LOS AGENTES DE SEPARACIÓN PARA ROMPER AZEÓTROPAS PUEDE RACIONALIZARSE POR MEDIO DE MÉTODOS TERMODINÁMICOS BASADOS EN MAPAS DE CURVAS DE RESIDUOS.





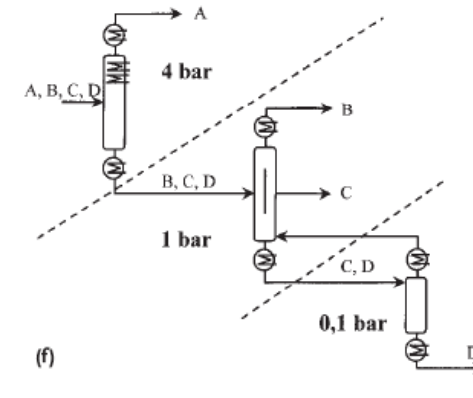
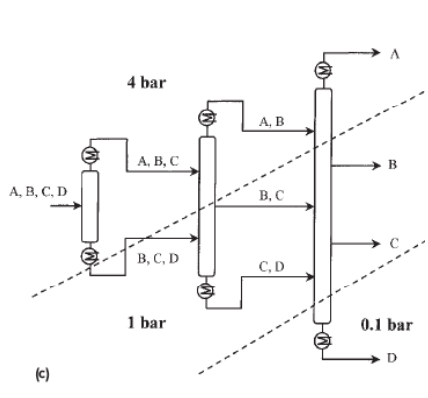
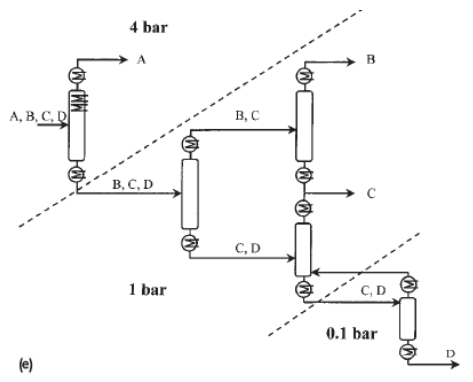
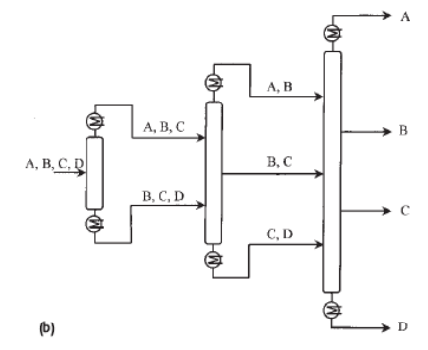
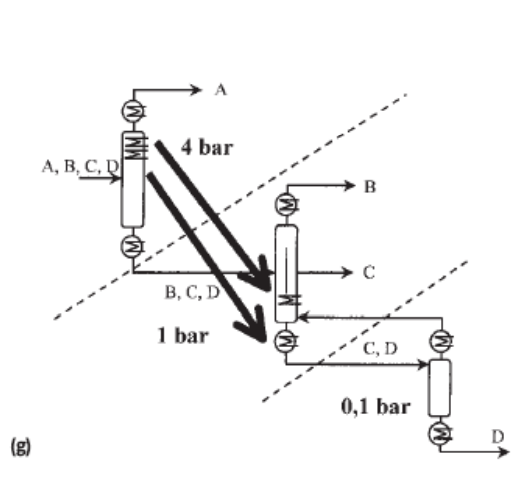
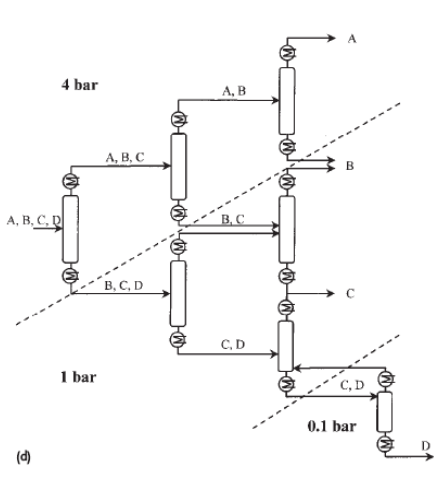
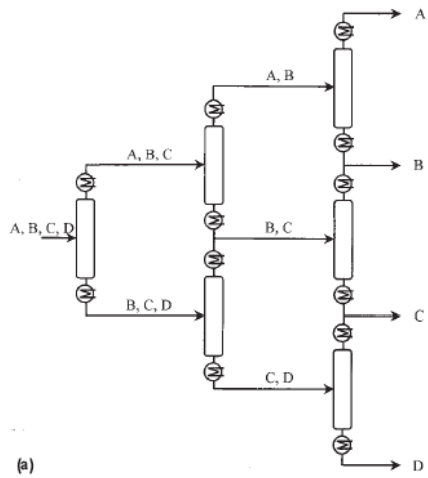
## DISEÑO DE PLANTAS I

### DISEÑO DE PROCESOS INTEGRADO

#### Métodos sistemáticos

#### *Programación Matemática*

UN PROBLEMA DE SÍNTESIS DE PROCESO PUEDE SER FORMULADO COMO UNA COMBINACIÓN DE TAREAS CUYO OBJETIVO ES LA OPTIMIZACIÓN DE UNA FUNCIÓN OBJETIVO ECONÓMICA SUJETA A RESTRICCIONES. SE USA LA PROGRAMACIÓN LINEAL MIXTA ENTERA Y LA PROGRAMACIÓN NO LINEAL MIXTA ENTERA. ALGUNOS DE ESTOS MÉTODOS ESTÁN INCLUIDOS EN LOS PAQUETES MODERNOS DE SIMULACIÓN.



DISEÑO DE PROCESOS INTEGRADO

Tendencias en el diseño integrado de procesos

A CONTINUACIÓN SE PRESENTAN LAS TENDENCIAS EN INVESTIGACIÓN CON APLICACIONES EN EL DISEÑO DE PROCESOS.

**Uso eficiente de materias primas**

1. *Sistemas de reactores novedosos*

SE ESTÁN DESARROLLANDO NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA LOS SISTEMAS DE REACCIONES QUÍMICAS, MAS ALLA DE LOS CLASICOS CSTR Y PFR.

2. *Análisis de sistemas con reciclo*

DEBIDO A LA ESTRECHA INTEGRACIÓN EN MATERIA Y ENERGÍA, PUEDEN OCURRIR GRANDES INTERACCIONES ENTRE LAS UNIDADES. TOMANDO EL CONTROL DE LOS PROBLEMAS QUE SURGEN CON LOS RECICLOS SE PUEDEN LOGRAR MEJORES DISEÑOS DE PLANTAS COMPLEJAS.

3. *Separación reactiva*

COLOCANDO LA REACCIÓN Y LA SEPARACIÓN EN LA MISMA UNIDAD PUEDE CONDUCIR A AHORROS EN COSTOS DE CAPITAL Y OPERACIÓN. LA DESTILACIÓN REACTIVA ES UNO DE LOS EJEMPLOS.

**DISEÑO DE PROCESOS INTEGRADO**

**Tendencias en el diseño integrado de procesos**

**Uso eficiente de materias primas**

*4. Separación de mezclas no ideales*

LA SÍNTESIS DE SECUENCIAS DE SEPARACIÓN DE MEZCLAS NO IDEALES SE MANEJA HOY EN DÍA POR MEDIO DE LOS MAPAS DE CURVAS DE RESIDUOS

*5. Diseño de redes de intercambio de masa*

DE FORMA SIMILAR A LA INTEGRACIÓN ENERGÉTICA, SE ESTÁN DESARROLLANDO TÉCNICAS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE OPERACIONES BASADA EN EL INTERCAMBIO DE MASA.

*6. Manejo del hidrógeno*

EL HIDRÓGENO ES HOY UN PRODUCTO DE GRAN IMPORTANCIA DEBIDO A SU USO EN GRAN ESCALA EN REFINACIÓN Y EL FUTURO DE LAS CELDAS COMBUSTIBLES. EL MÉTODO “PINCH HIDRÓGENO” VA EN ESA LÍNEA.

## DISEÑO DE PROCESOS INTEGRADO

### Tendencias en el diseño integrado de procesos

#### Eficiencia energética

1. *Columnas complejas*  
LAS COLUMNAS COMPLEJAS PUEDEN REDUCIR DRÁSTICAMENTE LOS COSTOS DE SEPARACIÓN DESEMPEÑANDO VARIAS TAREAS A LA VEZ.
2. *Sistemas de destilación térmicamente acoplados*  
LAS COLUMNAS DE DESTILACIÓN ACOPLADAS PUEDEN OFRECER AHORROS DE ENERGÍA SUSTANCIALES.
3. *Cogeneración*  
CONSISTE EN LA PRODUCCIÓN SIMULTÁNEA DE CALOR Y ENERGÍA. ESTE MÉTODO ES PARTICULARMENTE ATRACTIVO EN EL CASO DE PROCESOS QUE ENVUELVEN REACCIONES EXOTÉRMICAS.
4. *Diseño de sistemas de baja temperatura*  
LA REFRIGERACIÓN ES UNA OPERACIÓN COSTOSA. SE PUEDEN LOGRAR AHORROS SIGNIFICATIVOS CONSIDERANDO SISTEMAS MULTITAPAS Y EN CASCADA, ASI COMO TAMBIÉN FLUIDOS MIXTOS REFRIGERANTES.
5. *Diseño automático de redes de intercambiadores de calor*  
PUEDA AUMENTAR DRAMÁTICAMENTE LA PRODUCTIVIDAD DEL DISEÑADOR, LIBERANDO MAS TIEMPO PARA LAS TAREAS CONCEPTUALES.

**DISEÑO DE PROCESOS INTEGRADO**

**Tendencias en el diseño integrado de procesos**

**Reducción de emisiones**

1. *Diseño del sistema de agua*

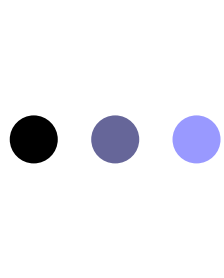
SE HAN DESARROLLADO MÉTODOS “WATER PINCH” PARA RACIONALIZAR EL RECICLO DE AGUA DE PROCESO Y OPTIMIZAR LA CARGA A LA PLANTA DE AGUAS RESIDUALES.

2. *Minimización de emisiones de gases de escape*

LA MINIMIZACIÓN DE LA EMISIÓN DE GASES COMO CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> Y OTROS GASES ÁCIDOS ES UN TÓPICO CLAVE EN EL DISEÑO SUSTENTABLE DE PROCESOS. DEBE SER MANEJADO INTEGRANDO LOS SISTEMAS DE SERVICIOS INDUSTRIALES, LA RECUPERACIÓN DE CALOR Y LA COGENERACIÓN, ASI COMO TAMBIÉN CON MODIFICACIONES DE PROCESO.

3. *Caracterización ecológica de procesos*

UNA APROXIMACIÓN SISTEMÁTICA BASADA EN DIAGRAMAS DE FLUJO, ESTADO ESTACIONARIO Y DINÁMICO, PUEDE APLICARSE EN VISTA DE ECOBALANCES DE IMPUREZAS Y MATERIALES PELIGROSOS.



## DISEÑO DE PLANTAS I

# DISEÑO DE PROCESOS INTEGRADO

### Tendencias en el diseño integrado de procesos

#### Control y Operatividad

1. *Diseño integrado y control*

LA RELACIÓN ENTRE DISEÑO Y CONTROLABILIDAD ES UN TÓPICO MODERNO EN LA INTEGRACIÓN DE PROCESOS.

2. *Control global de la planta*

ES UNA ACTIVIDAD DE DISEÑO QUE SE ENCARGA DE ESTABLECER LA MEJOR ESTRATEGIA PARA CONTROLAR TODA LA PLANTA Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO Y EL CONTROL DE LAS UNIDADES.

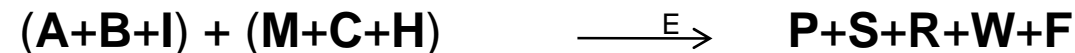


## DISEÑO DE PLANTAS I

# PROTECCIÓN AMBIENTAL INTEGRADA CON LA PRODUCCIÓN

### Conceptos de protección ambiental

La manufactura de un producto implica el uso de materias primas y energía, así como también químicos auxiliares (solventes, catalizadores, gases inertes). Desde el punto de vista ecológico la relación siguiente describe un proceso de manufactura.



**A:** reactante principal

**I:** impurezas

**C:** catalizador

**E:** energía

**S:** producto secundario

**W:** desecho

**B:** co-reactante

**M:** medio reactante

**H:** ayudantes químicos

**P:** producto principal

**R:** residuo

**F:** emisiones



## DISEÑO DE PLANTAS I

# PROTECCIÓN AMBIENTAL INTEGRADA CON LA PRODUCCIÓN

### Conceptos de protección ambiental

LA PRODUCCIÓN SUSTENTABLE DE QUÍMICOS REQUIERE MAXIMIZAR EL PRODUCTO “P” DESEADO, DISMINUYENDO CERCA O IGUAL A CERO LA CANTIDAD DE RESIDUOS, DESECHOS Y EMISIONES.

LA CANTIDAD MÍNIMA DE DESECHOS PUEDE LOGRARSE MEDIANTE:

#### 1. PROTECCIÓN AMBIENTAL INTEGRADA CON LA PRODUCCIÓN

- .Desarrollo de procesos ambientalmente amigables, evitando la producción de impurezas en los reactores.
- .Reciclaje de los desechos en el proceso de manufactura.

#### 2. MEDIDAS ANTI-CONTAMINACIÓN CON TÉCNICAS DE FIN DE CICLO (end-of-pipe)

- .Transformación de residuos en desechos benignos.
- .Limpieza de gases de componentes ácidos con adsorción química.
- .Remoción de compuestos orgánicos volátiles de las purgas.
- .Tratamiento de aguas residuales.

# DISEÑO DE PLANTAS I

## PROTECCIÓN AMBIENTAL INTEGRADA CON LA PRODUCCIÓN

### Conceptos de protección ambiental

**Table 1.** Comparison of end-of-pipe and integrated environmental technology from the cost viewpoint

	End-of-pipe technology	Integrated technology
Total productivity	Reduction in productivity	Potential for increased productivity
Production costs	Increasing	Potential for cost reduction
Capital investment requirement	Lower	Higher
Depreciation of production ("sunk costs")	Generally none	Possible
Research and development costs	Lower	Higher
Adaption and conversion costs	Lower	Higher
Operating compatibility	Higher	Lower
Commercial risk	Lower	Higher
International market position (in environmental technology)	At present very good	Potential for a very good position
International competitiveness (of the overall economy)	Tends to reduce	Potential for future competitive advantages

**Table 2.** Comparison of end-of-pipe and integrated environmental protection technology from the ecological viewpoint

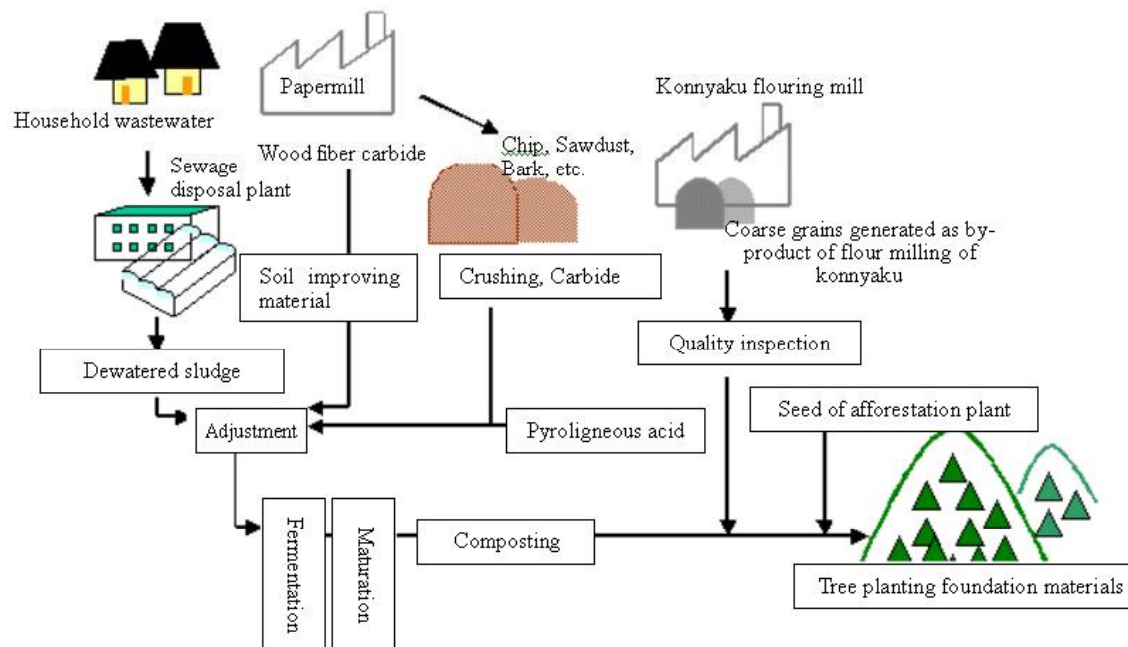
	End-of-pipe technology	Integrated technology
Energy and material efficiency	Lower	Higher
Potential for reducing pollution	Specific pollutants	Broader spectrum of pollutants
Temporal postponement or transfers to different medium	High	Lower but not ruled out
Potential for solving environmental problems	Not for all environmental problems	Potential for solving all environmental problems
Compensation for pollution-reducing effects	Possible	Possible

# DISEÑO DE PLANTAS I

## PROTECCIÓN AMBIENTAL INTEGRADA CON LA PRODUCCIÓN

### Conceptos de protección ambiental

LAS TÉCNICAS DE FIN DE CICLO PUEDEN SOLVENTAR EL PROBLEMA DE CONTAMINACIÓN, PERO NO REMUEVEN SU CAUSA.

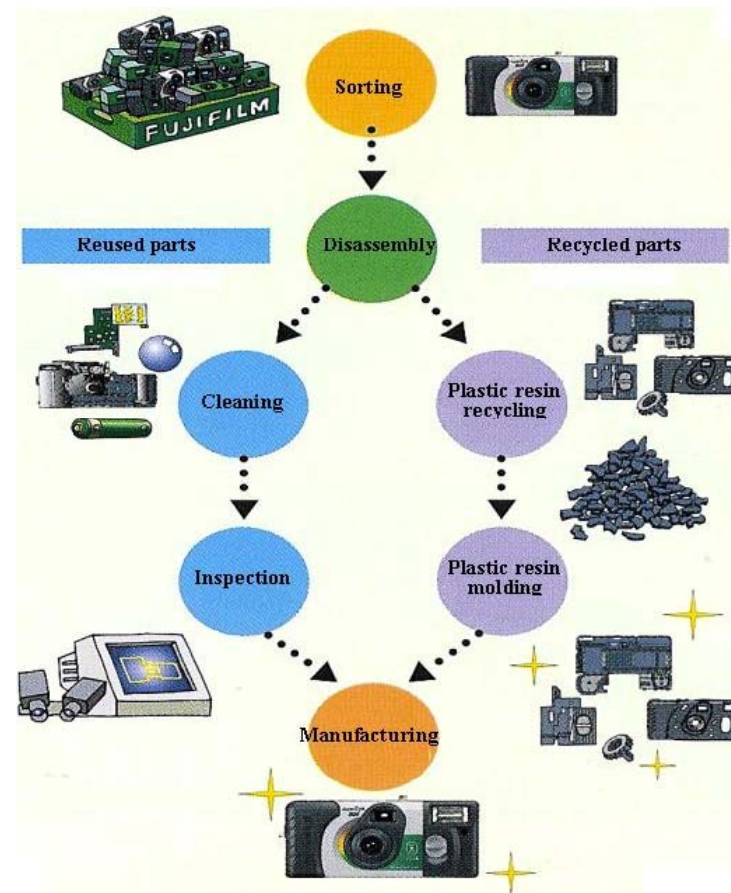
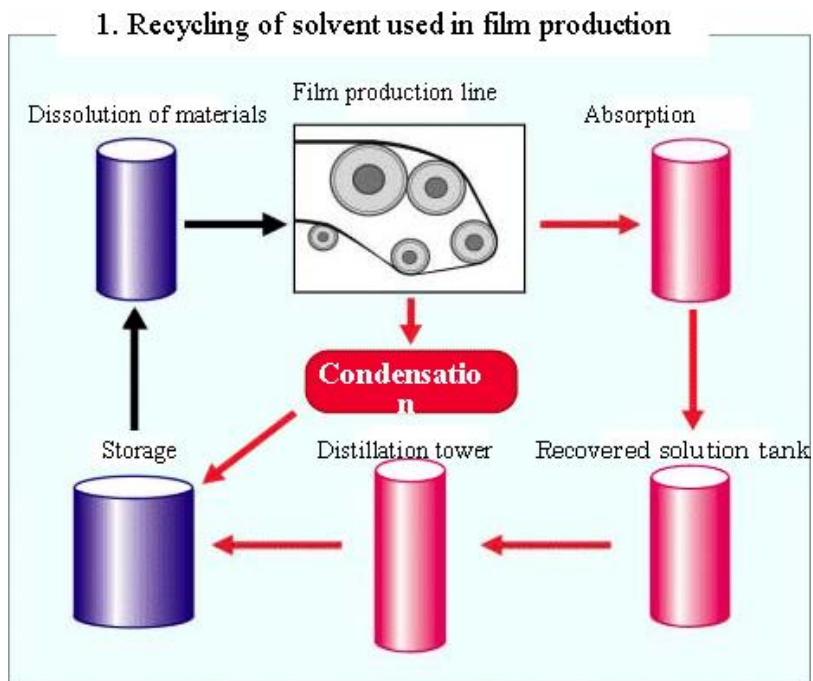




## DISEÑO DE PLANTAS I

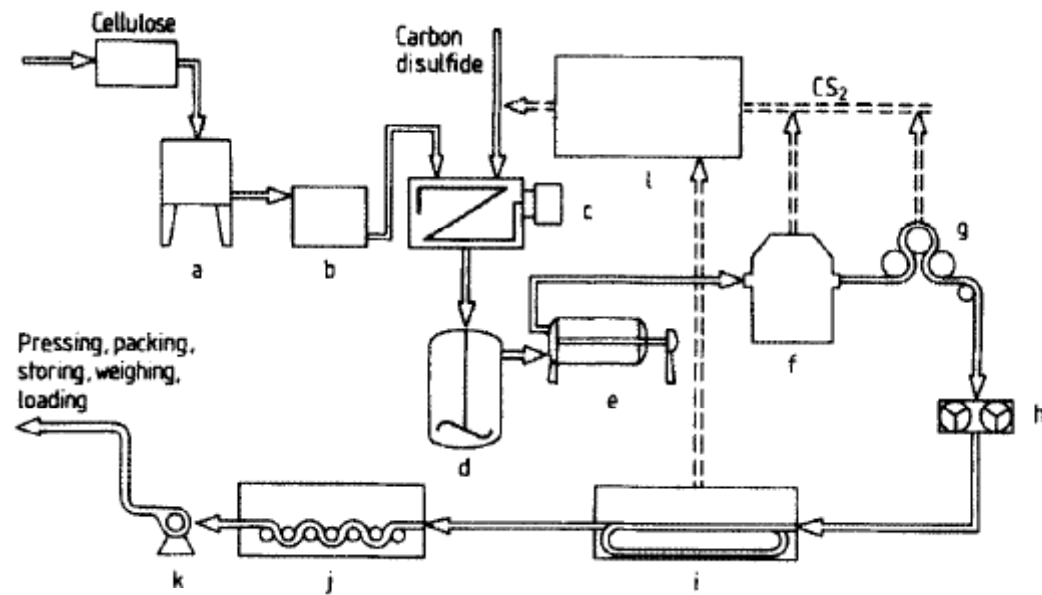
# PROTECCIÓN AMBIENTAL INTEGRADA CON LA PRODUCCIÓN

### Conceptos de protección ambiental



PROTECCIÓN AMBIENTAL INTEGRADA CON LA PRODUCCIÓN

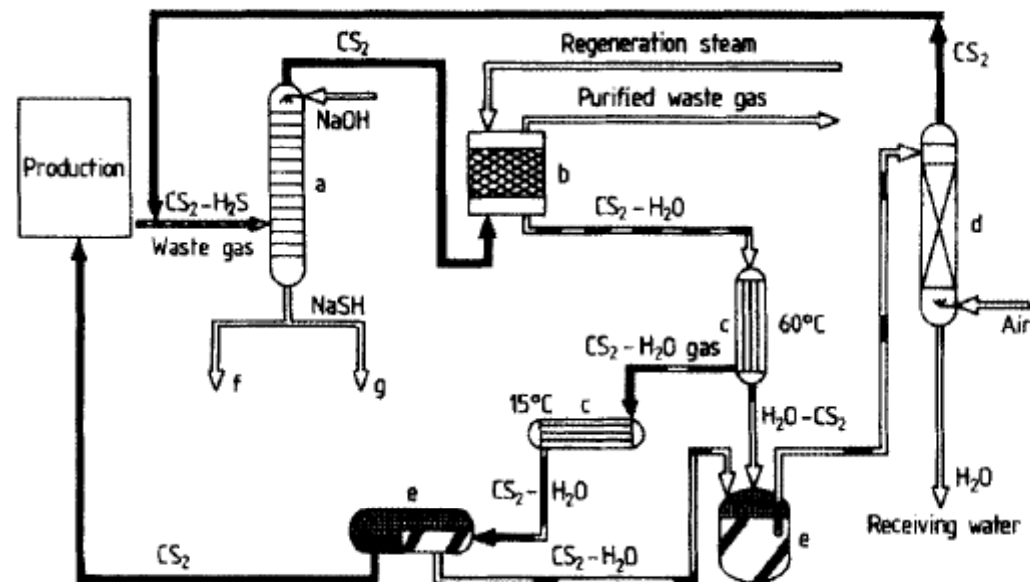
Conceptos de protección ambiental



**Figure 14.** Schematic of viscose staple fiber production  
 a) Mashing; b) Ripening; c) Sulfidization; d) Dissolving; e) Filtration; f) Spinning; g) Stretching; h) Cutting;  
 i) Washing and aftertreatment; j) Drying; k) Transport; l) CS<sub>2</sub> recovery

PROTECCIÓN AMBIENTAL INTEGRADA CON LA PRODUCCIÓN

Conceptos de protección ambiental



**Figure 15.** Carbon disulfide recovery in viscose staple fiber production  
 a) Wash column; b) Adsorption on activated carbon; c) Condenser; d) CS<sub>2</sub> stripper; e) Separator; f) Zinc precipitation; g) Acidification (H<sub>2</sub>S used for H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> production)

## PROTECCIÓN AMBIENTAL INTEGRADA CON LA PRODUCCIÓN

### Conceptos de protección ambiental



*The headliner on the Acura MDX is made of basalt from volcanic rock, eliminating VOCs emitted during the production and disposal of conventional headliners made of polymer materials.*

### Catalytic Converter Recycling





## PROTECCIÓN AMBIENTAL INTEGRADA CON LA PRODUCCIÓN

### Conceptos de protección ambiental

Recomendaciones para mejorar el desempeño ambiental de un proceso:

- CAMBIAR LA RUTA DE LOS QUÍMICOS
- REEMPLAZAR CATALIZADORES HOMOGÉNEOS POR HETEROGÉNEOS SÓLIDOS
- MEJORAR LA SELECTIVIDAD DE LA REACCIÓN UTILIZANDO CATALIZADORES SELECTIVOS
- OPTIMIZAR LA CONVERSIÓN QUE PROPORCIONE LA MEJOR DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS. UNA BAJA CONVERSIÓN DA UNA MEJOR SELECTIVIDAD, PERO AUMENTAN LOS COSTOS DE RECICLO, QUE A SU VEZ PUEDEN REDUCIRSE MEDIANTE INTEGRACIÓN ENERGÉTICA.
- CAMBIAR EL MEDIO DE REACCIÓN QUE GENERA CONTAMINACIÓN.
- PURIFICAR LA ALIMENTACIÓN ANTES DE LOS REACTORES.
- REEMPLAZAR SOLVENTES TÓXICOS POR MATERIALES MAS INOFENSIVOS.

## PROTECCIÓN AMBIENTAL INTEGRADA CON LA PRODUCCIÓN

### Medidas para la sustentabilidad ambiental

A continuación se presentan algunas formas de medir la sustentabilidad.

**Intensidad de material:** Se expresa como como la masa de desechos por unidad de productos de salida. Los desechos se calculan restando la masa de productos y subproductos vendibles de la masa de materia prima. El agua y el aire no se incluyen a menos que estén incorporadas en los productos.

**Intensidad de energía:** Es la energía consumida por unidad de productos de salida. Incluye gas natural, vapor, electricidad y cualquier combustible convertido a la misma unidad de energía.

**Consumo de agua:** Cantidad de agua fresca por unidad de productos de salida, incluyendo pérdidas por evaporación y pérdidas por tratamiento de desechos.

**Emisiones tóxicas:** Masa de materiales tóxicos liberados por unidad de productos de salida.

## PROTECCIÓN AMBIENTAL INTEGRADA CON LA PRODUCCIÓN

### Medidas para la sustentabilidad ambiental

A continuación se presentan algunas formas de medir la sustentabilidad.

**Emisiones contaminantes:** Representa la masa de contaminantes por unidad de productos de salida. El numerador se calcula como contaminante equivalente en lugar de masa efectiva. Es más difícil de cuantificar.

**Emisiones de gases invernadero:** Se expresan en dióxido de carbono emitido equivalente por unidad de productos de salida. Además del CO<sub>2</sub> de la combustión directa, se incluyen otras fuentes como la generación de vapor y electricidad.