CAPÍTULO 2. ASPEN ICARUS PROCESS EVALUATOR

Aspen IPE (Icarus Process Evaluator) es una herramienta que permite hacer la evaluación económica de procesos porque estima los costos de capital y de operación, de modo que puede generar flujos de caja, a partir de los cuales, se hace el estudio de rentabilidad. Aspen IPE es un programa que resulta muy útil en las etapas iniciales del diseño de un proceso porque hace posible examinar las diferentes topologías y alternativas, por ejemplo, puede ayudar a tomar la decisión de tratar o no un subproducto en base a los resultados de la evaluación económica para ambas alternativas.

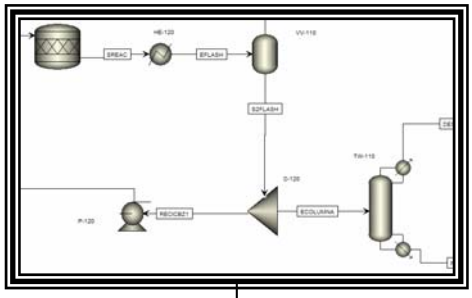
Una ventaja importante de este programa es que puede usar el reporte de simuladores de procesos como Aspen Plus, ChemCAD, Hysys, entre otros, para tomar los datos necesarios sobre los equipos y las corrientes de proceso y hacer la evaluación. Además, Aspen IPE es capaz de hacer un dimensionamiento básico de los equipos, con el cual determina su costo.
Una característica destacable del programa es que la estimación del costo de los equipos no se hace en base a curvas de factor costo-capacidad, y la estimación de los costos de instalación, instrumentación, tubería, etc, no se calcula sólo como un porcentaje del costo de los equipos, sino que se siguen modelos de instalación rigurosos basados en el diseño de cada equipo.

Aspen IPE usa los datos de diseño y los costos proporcionados por las siguientes empresas:

- Capitan Overlay Technologies, Inc
- DOW Plastic-Lined Piping Products
- Fisher Controls International, Inc
- Honeywell Inc
- John Zink Company
- Victaulic Company of America
- Hawke International

Cómo trabaja Aspen IPE?

Aspen IPE puede trabajar con los reportes de los simuladores de procesos, aunque si no se dispone de uno, el usuario puede proporcionar la información correspondiente a las corrientes de proceso y los equipos. Cuando se usa el reporte de una simulación, Aspen IPE toma los datos que necesita de éste y procede a trazar el diagrama de flujo del proceso en el momento que indique el usuario. Al mismo tiempo, Aspen IPE puede hacer el dimensionamiento básico de los equipos, para luego, con los parámetros de inversión especificados por el usuario (impuestos, capital de trabajo, vida económica del proyecto, etc), estimar el capital de inversión, los costos de operación y las ganancias. Con los resultados obtenidos Aspen IPE genera los flujos de caja correspondientes y procede al análisis de rentabilidad, con el cual obtiene los valores del NPV, ROI, PBP, entre otros criterios para la evaluación económica de proyectos. Por último, el usuario puede pedirle al programa que genere reportes de los costos involucrados en el proyecto y los detalles de diseño. Un resumen del proceso anterior se puede ver en el esquema de la figura 2.1, cuyos detalles se pueden apreciar en las figuras 2.2, 2.3, 2.4 y 2.5.



Obtención de datos de la simulación

Dimensionamiento y cotización de equipos

Estimación del capital de inversión

Estimación de los costos de operación (Coso total del producto)

Evaluación Económica

$

Figura 2.1 Pasos ejecutados por Aspen IPE para la evaluación de procesos.

Resultados del dimensionamiento

Bombas
Carga hidráulica, potencia del motor, velocidad del motor (rpm), eficiencia, peso*, T y P de diseño

Compresores
Velocidad del compresor (rpm), diámetro de entrada y salida, carga politrópica, potencia por etapa, peso, T y P de diseño.

Tanques
D, h, peso, T y P de diseño

Intercambiadores
Área de transferencia, T y P de diseño en tubos y coraza, número de tubos, pasos y peso

Columnas
D, h, T y P de diseño, peso, número de plataformas, toberas y compuertas.

* Con el peso se estima el costo de envío

Información de la simulación

- Datos de corrientes
  T, P, Flujo, ν
- Propiedades de las mezclas
  ρ, μ, Cp, masa molar, tensión superficial, etc.
- Condiciones de operación y parámetros
  Q, W, ΔP, η, T, P, número de etapas, reflujo, etc.

Ecuaciones para dimensionar, defaults, costos de válvulas, instrumentos y otros componentes, salarios de mano de obra y correlaciones de costos de equipos

Resultados

- Costo del equipo e instalación
- Costo de tuberías, instrumentación, pintura, servicio eléctrico, etc.
- Costo de mano de obra
- Horas de mano de obra
- Costo total del equipo
- Diagrama de flujo

- Tipo de Control
- Código de Diseño
- Nivel de diseño del P&ID

Información de los equipos

Datos mínimos: Corrientes de entrada y salida para todos los equipos

Datos importantes:

Bombas
Factor de sobrediseño

Compresores
Tipo de controlador (motor, turbina)

Intercambiadores
Factor de sobrediseño y aplicación de la regla de los 2/3

Tanques de proceso
Tiempo de residencia, altura/diámetro, método para calcular la velocidad máxima del vapor, diámetro de partícula del líquido (método de separación del tamaño de partícula), factor de diseño para la velocidad del vapor (método de separación del tamaño de partícula)

Tanques horizontales
Multiplicador del factor de separación, área del vapor/área de sección transversal del tanque

Tanques verticales
Altura del eliminador de rocío, altura mínima sobre el eliminador de rocío y altura mínima del nivel de líquido al eliminador de rocío

Columnas
Número de etapas, T, P y flujo por etapas (datos mínimos). Altura para el nivel de líquido en el fondo y altura para separación del vapor en la parte superior

Columnas empacadas
Altura de empaque, área de superficie por unidad de volumen, factor de empaque, tipo de empaque y factor de inundación

Columna de platos
Formación de espuma, factor de inundación, tipo de plato y espacio entre platos

Tanques de almacenamiento
Días de retención, horas de retención al día, altura/diámetro y % de espacio para el vapor

Tanques agitados
Tipo de agitador

Material de construcción. Es muy importante para la estimación del costo de los equipos.

Figura 2.2 Esquema del dimensionamiento y cotización de equipos

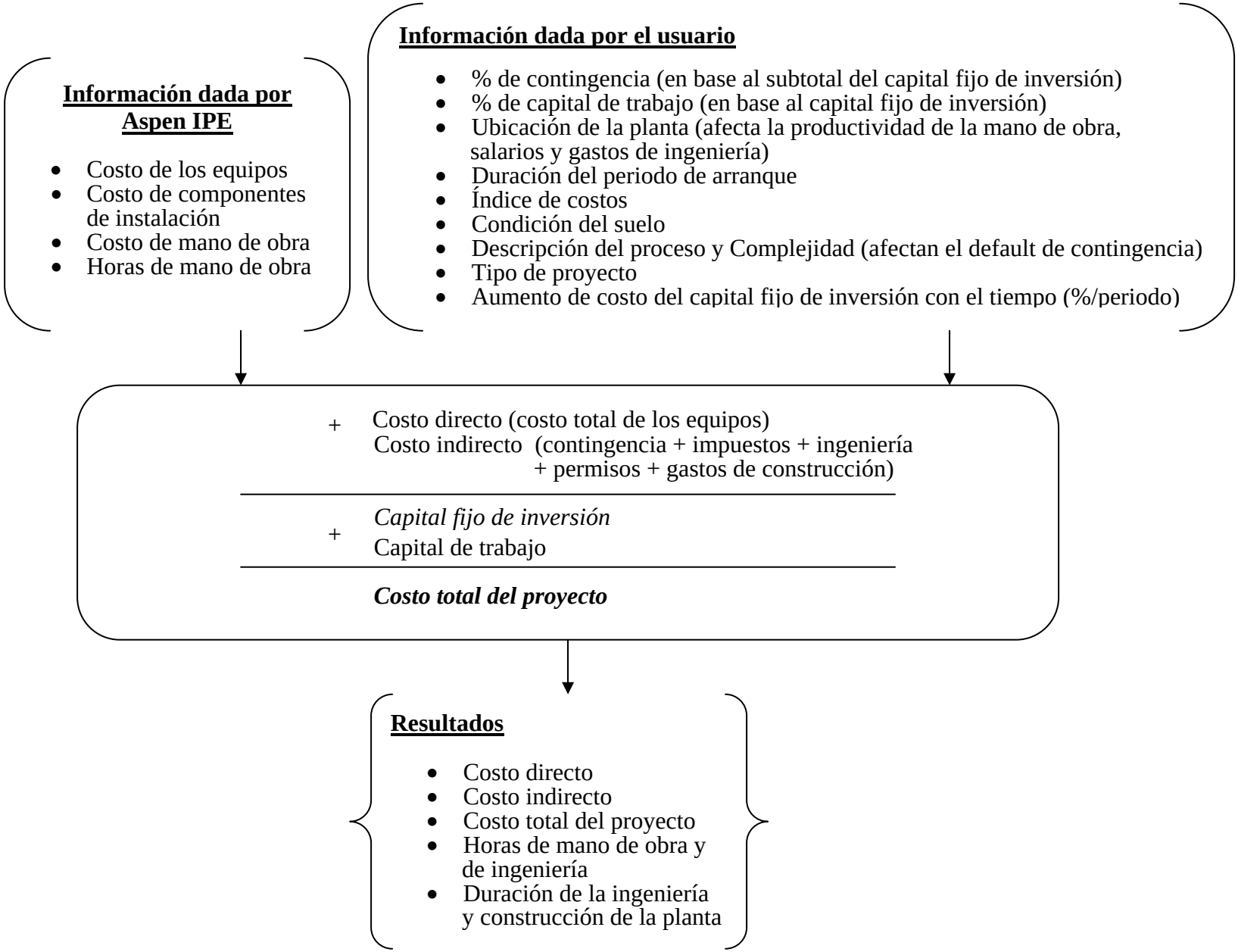


Figura 2.3 Esquema de la estimación del capital de inversión

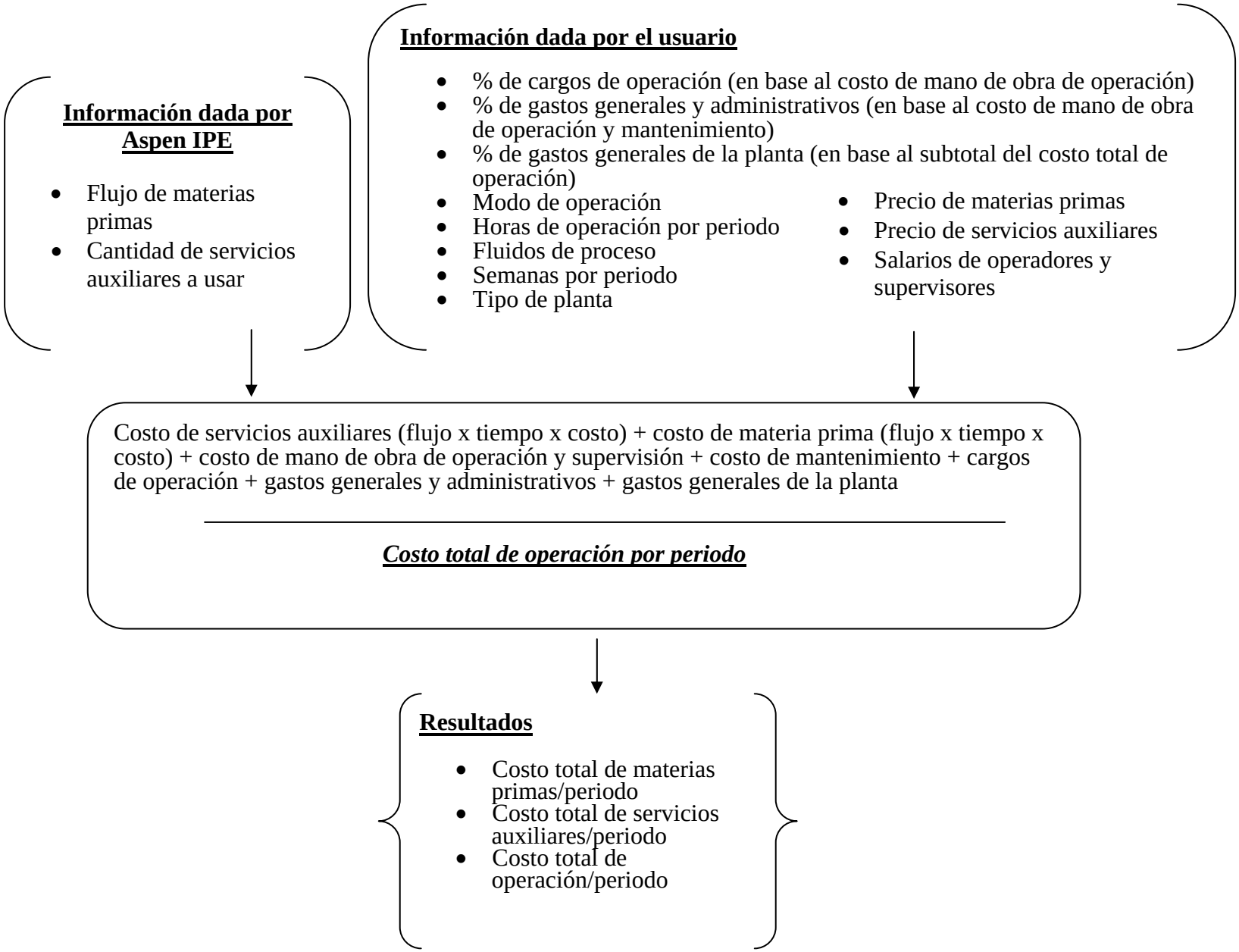


Figura 2.4 Esquema de la estimación de los costos de operación (costo total del producto)

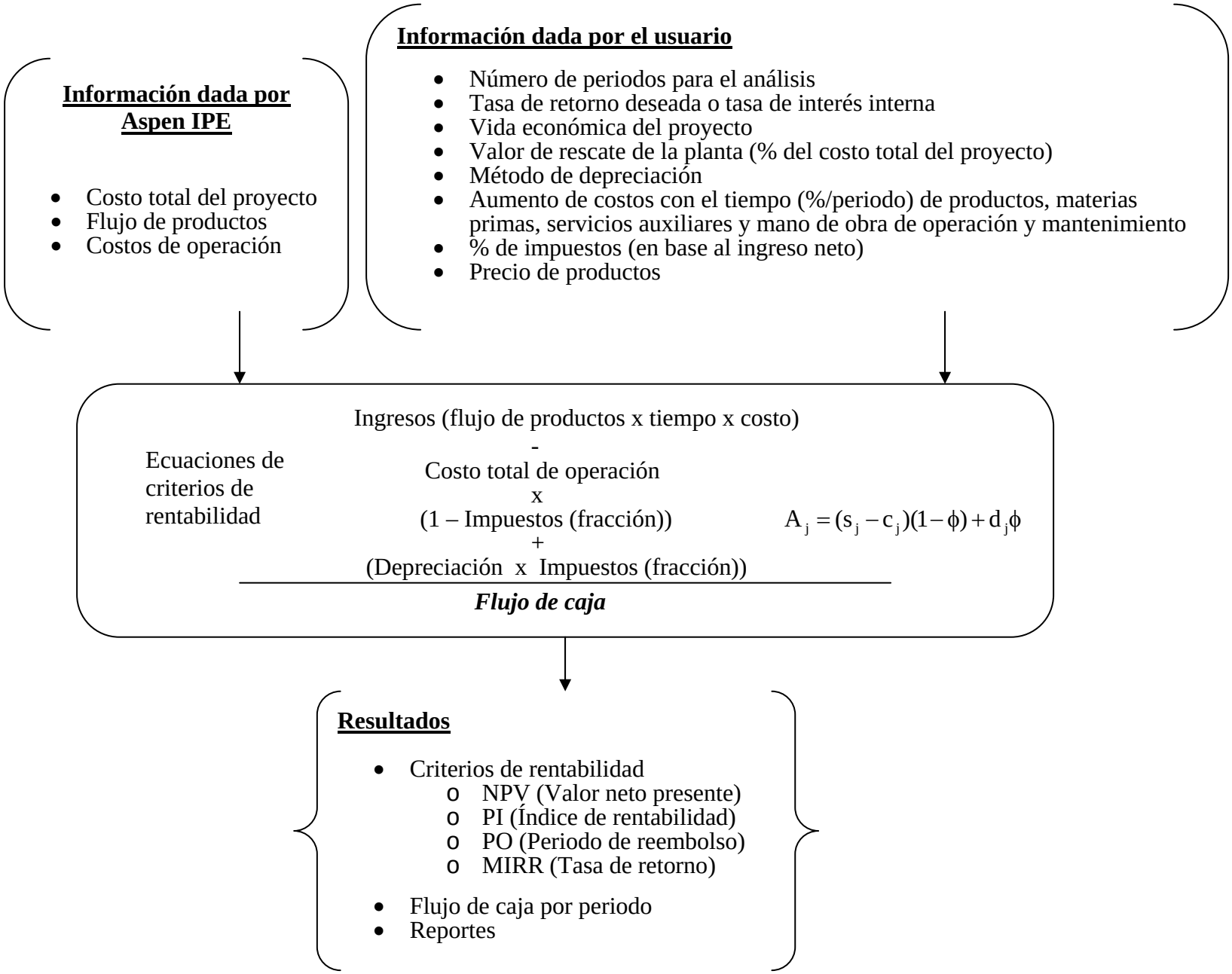


Figura 2.5 Esquema de la evaluación económica

Interfaz del programa

La interfaz de Aspen IPE está conformada por los siguientes elementos (figura 2.6):

- Barra de Título. En ella se aprecia el nombre del proyecto y el de la ventana principal que se encuentra abierta.
- Barra de Menú. Despliega las opciones del menú.
- Barra de Herramientas. Permite el acceso a diversas funciones del programa
- Ventana Principal. Proporciona el espacio de trabajo para visualizar y modificar las formas de especificación, los diagramas, y cualquier documento de Aspen IPE.
- Explorador del Proyecto. Organiza las partes del proyecto en formato de lista de árbol. Está compuesto por:

    - Vista de la Base del Proyecto (Project Basis View**)**. Contiene las especificaciones del proyecto (ver figura 2.6).
    - Vista del Proceso (Process View). Muestra la información dada por el simulador (ver figura 2.7).
    - Vista del Proyecto (Proyect View). Despliega información del proyecto (ver figura 2.8).

- Paleta. Permite el acceso a librerías, proyectos y a sus componentes.
- Barra de Estado. Despliega el estado del sistema
- Ventana de Propiedades. Describe el campo seleccionado en la hoja de especificaciones.

Qué información toma Aspen IPE del reporte del simulador?

La información que Aspen IPE toma del simulador es la siguiente:

- Unidades de medición
- Nombres de corrientes y equipos
- Equipos
    - Entradas, salidas
    - Especificaciones, por ejemplo, el tipo de rehervidor de la torre (caldera o termosifón), número de platos, eficiencias, potencias, cargas térmicas, etc.
    - Condiciones de operación (T, P, flujo)
    - Dimensiones (diámetro de la torre, espacio entre platos, área superficial del intercambiador, etc), si están disponibles.
- Conectividad
- Información de corrientes
    - Componentes, T, P, viscosidad, densidad, fase, flujo, etc.

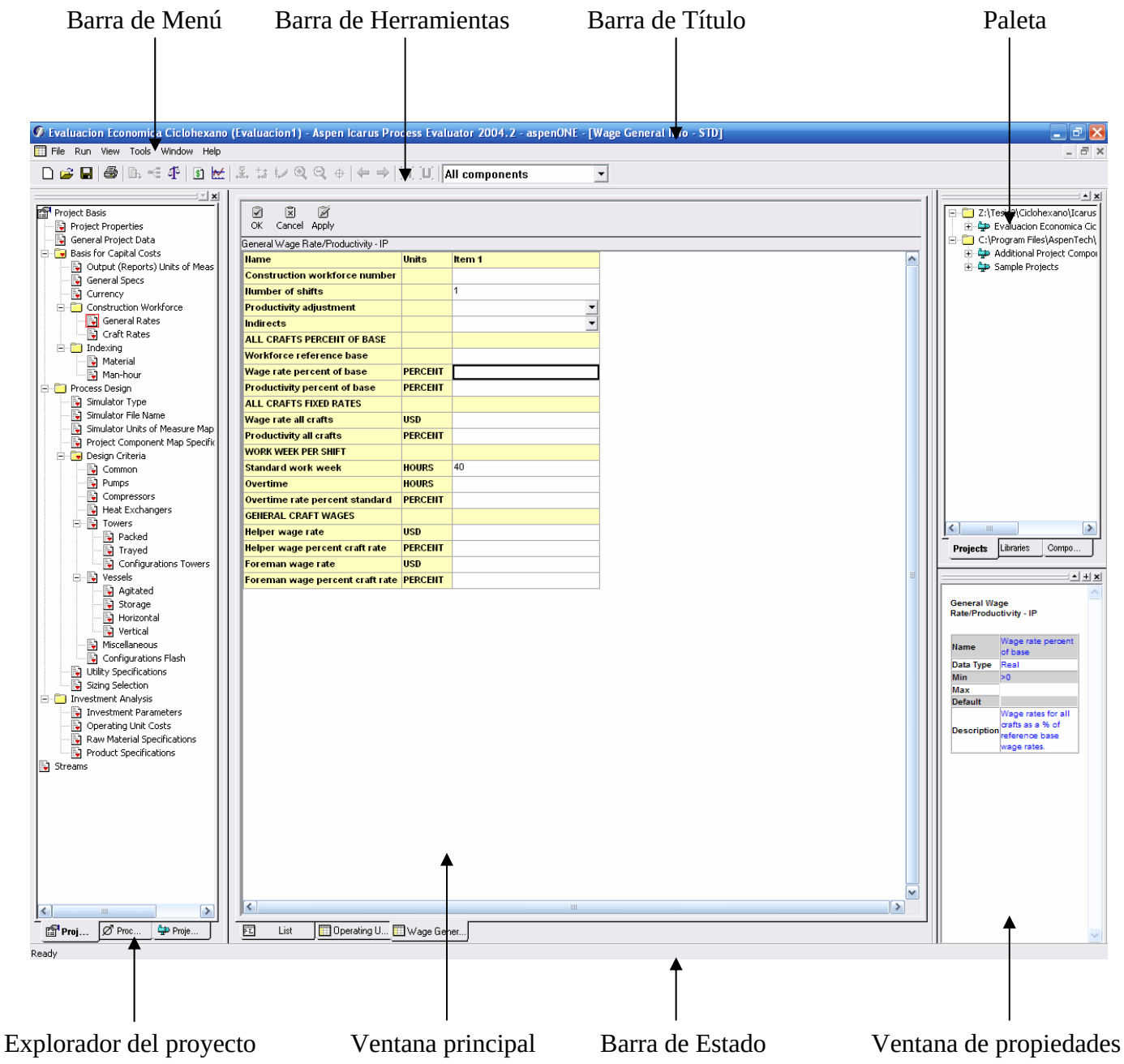


Figura 2.6 Elementos de la interfaz de Aspen IPE.

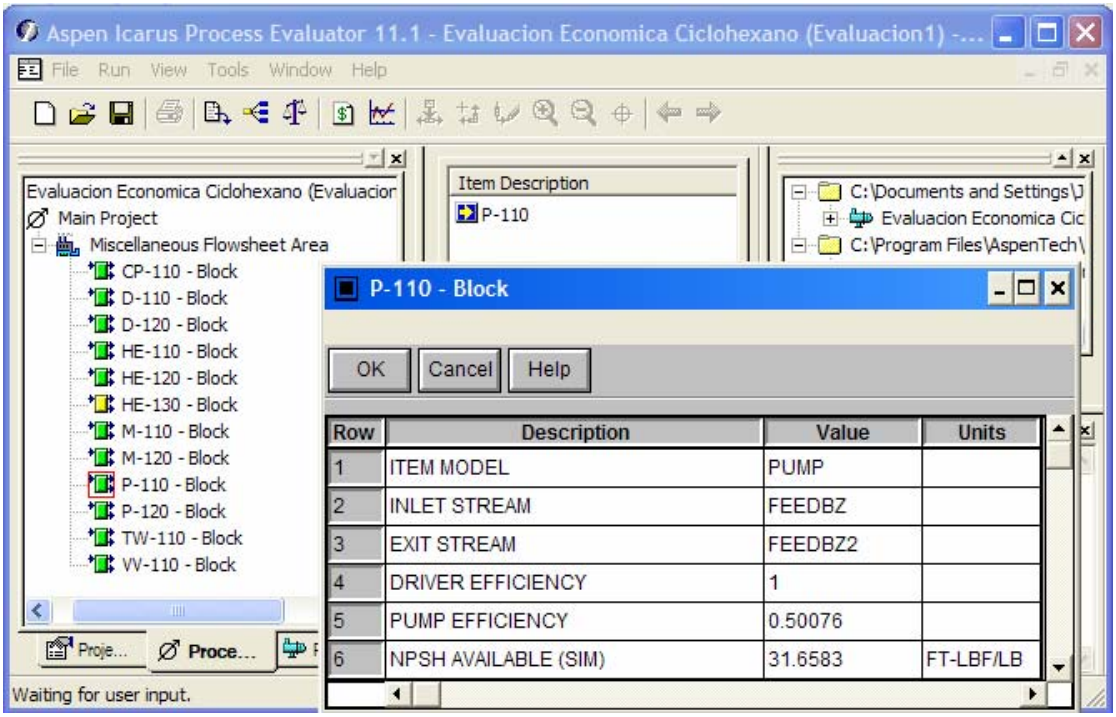


Figura 2.7 Vista del Proceso en el Explorador del Proyecto

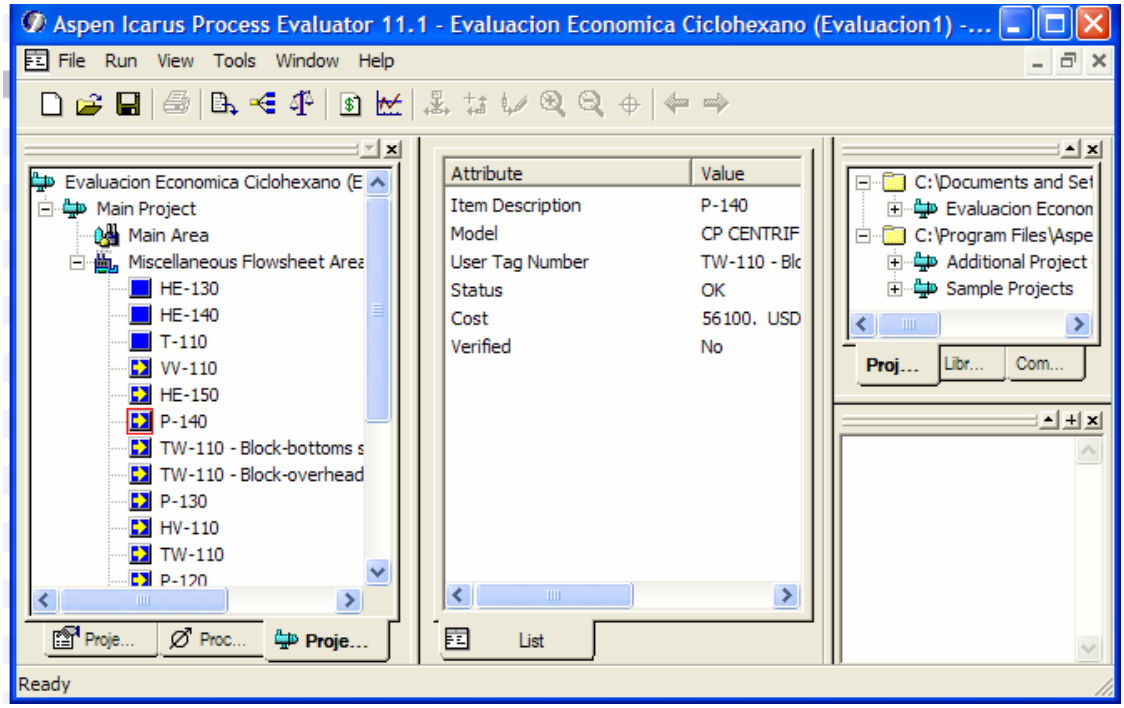


Figura 2.8 Vista del Proyecto en el Explorador del Proyecto

Es importante destacar que Aspen IPE reduce cada corriente a un sólo componente primario, para lo cual dispone de una base de datos con 55 componentes puros y 14 categorías de compuestos:

Gases

- Gases orgánicos
- Hidrocarburos
- Halógenos
- Vapor

Líquidos

- Ácidos inorgánicos
- Alcoholes
- Aromáticos
- Agua
- Inorgánicos
- Hidrocarburos ligeros
- Hidrocarburos medianos
- Hidrocarburos pesados
- Hidrocarburos muy pesados

Sólidos

Material y Estilo del proyecto

Para hacer la evaluación económica de un proyecto Aspen IPE necesita de ciertos parámetros, los cuales agrupa en lo que llama el material y el estilo del proyecto. El material se refiere a los componentes cuyo costo puede estimarse como los equipos de proceso, tanto los que toma del simulador como los que proporciona el usuario (generalmente tanques de almacenamiento y bombas, que el simulador muchas veces no incluye), edificios, mano de obra, entre otros componentes de la planta. Por su parte, el estilo hace referencia a las reglas que se seguirán para trazar el diagrama de flujo del proceso, dimensionar los equipos, elegir los servicios auxiliares y calcular los costos. Estas reglas se especifican en la Vista de la Base del Proyecto.

Dentro del estilo se encuentran las siguientes categorías:

Especificaciones generales y datos del proyecto

En esta categoría el usuario debe indicar, entre otras especificaciones, las siguientes:

<u>La moneda que se va a usar</u>. Si es diferente a las monedas predeterminadas (dólares, libras, yenes) es necesario indicar la conversión. Default = Dólares

La ubicación del proyecto. Afecta a los impuestos, la productividad de la mano de obra, los salarios y el transporte (fletes). Default = Norte América

Tipo de proyecto. Se usa para determinar la configuración de la distribución de la energía eléctrica y los sistemas de control. Por ejemplo, un anexo a una planta ya existente no requiere de un centro de operación, mientras que un proyecto a "ras de pasto" sí. Default = ras de pasto/terreno libre

Descripción del proceso. Controla la tolerancia en el diseño, por ejemplo, un proceso nuevo tiene mayor tolerancia comparado con un proceso probado. Interviene también en el cálculo de la contingencia. Default = Proceso probado

Complejidad del proceso. Los procesos más complejos involucran altas presiones y temperaturas, requiriendo más instrumentación y controles. Se usa también para ajustar la contingencia, aunque ésta puede ser especificada por el usuario. Default = Típica

Contingencia. Puede ser especificada por el usuario o puede usarse el valor calculado por Aspen IPE. Si el usuario desea que el valor sea recalculado debido a la modificación de los parámetros de descripción y/o complejidad del proceso debe dejar la casilla en blanco. El porcentaje de contingencia está referenciado al capital total directo más el subtotal del indirecto (el capital total indirecto agrega el valor de la contingencia). Default = 18 %

Tipo de control del proceso. La estrategia de control del proceso puede ser analógica, digital o distribuida, lo que afecta la cantidad de instrumentación y controles de los equipos. Default = Digital

Condiciones del suelo. Tiene impacto sobre el material, equipos y maquinaria necesaria para la excavación y la cimentación. Default = Arcilla suave

Código de diseño de los tanques (vessels). Se pueden usar 4 códigos:

ASME (Default) = código ASME, sección VIII, Div 1
BS5500 = código británico, BS5500
JIS = código japonés, B8243
DIN = código alemán, AD Merkblatt

Especificación del diámetro de los tanques. Indica la manera de reportar el diámetro, ya que éste pude ser interno (ID) o externo (OD). Default = ID

Nivel de diseño de los P&ID. El nivel de instrumentación para los equipos puede ser estándar (STD) o completo (FULL). Default = Full

Especificaciones para el trazo del diagrama de flujo del proceso

En la forma "Project Component Map Specifications" de la carpeta "Process Design" el usuario puede modificar los equipos asignados a cada módulo del simulador. Por ejemplo,

para el módulo Heater de Aspen Plus el sistema asigna por default un intercambiador de tubo y coraza de cabeza flotante para hacer el dimensionamiento y determinar los costos del equipo; sin embargo, el usuario puede cambiar este tipo de intercambiador por alguno disponible, como el de tubos tipo U. De igual modo, el equipo predeterminado para el módulo Radfrac es una torre de platos de diámetro simple, la cual puede sustituirse por una torre de doble diámetro o una columna empacada.

Especificaciones de diseño

El usuario puede modificar los parámetros generales usados para dimensionar los equipos en la forma "Design Criteria" de la carpeta "Process Design". La presión y temperatura de diseño se calculan en base a la presión y temperatura de operación de acuerdo con las fórmulas siguientes:

$$\text{T de diseño} = \text{T de operación} \times \left(1 + \frac{A}{100}\right) + B$$

$$\text{P de diseño} = \text{P de operación} \times \left(1 + \frac{A}{100}\right) + B$$

donde A y B son parámetros ajustables por el usuario.

Algunos de los parámetros que se pueden modificar para los diferentes equipos son:

<u>Bombas</u>

- Factor de sobre diseño

<u>Compresores</u>

- Tipo de motor

<u>Tanques</u>

- Tiempo de residencia
- Relación altura (longitud)/diámetro
- Método de dimensionamiento

<u>Intercambiadores</u>

- Factor de sobre diseño
- Temperaturas de entrada y de salida del aire de enfriamiento
- Aplicación de la regla de los 2/3 para calcular la presión de diseño

<u>Columnas empacadas</u>

- Tipo de empaque
- Factor de inundación
- Altura de sección empacada
- Área superficial de empaque por unidad de volumen empacado

- HETP
- Factor de reducción de capacidad

Columnas de platos

- Eficiencia de plato
- Volatilidad relativa de los componentes clave
- Tendencia a formar espuma
- Factor de reducción de capacidad
- Factor de inundación

Especificaciones de servicios auxiliares

Las modificaciones correspondientes a los servicios auxiliares se hacen en "Utility Specifications" que está en la carpeta "Process Design". El usuario puede seleccionar los servicios auxiliares disponibles para el proceso así como modificar las temperaturas de entrada y salida permitidas, la presión, la energía transferida por unidad de servicio, el costo, el tipo de servicio (fuente de calentamiento o de enfriamiento), e inclusive, puede crear nuevos servicios auxiliares.

Aspen IPE asigna los servicios auxiliares a usar en base a los parámetros de la forma antes mencionada y crea las corrientes correspondientes en el diagrama de flujo del proceso cuando éstas están implícitas, como en el caso de los intercambiadores de calor que no tienen indicadas las dos corrientes.

Especificaciones de materias primas y productos

En la carpeta "Investment Analysis" se encuentra la forma "Raw Material Specifications" y la forma "Product Specifications", en las cuales se establecen los parámetros para las materias primas y los productos de manera respectiva. En estas formas el usuario debe indicar las corrientes de proceso que llevan las materias primas y los productos según corresponda, así como su precio. En el caso de catalizadores o solventes no es necesario indicar una corriente de proceso, pero debe especificarse la cantidad a usar y su costo; lo mismo aplica para el caso de la venta de electricidad. El costo de tratamiento de desechos puede manejarse como una materia prima indicando la corriente que lleva los desechos y el costo de su tratamiento.

Especificaciones de inversión

En "Investment parameters" de la carpeta "Investment Analysis" se determinan los parámetros de inversión del proyecto como:

- Número de semanas por periodo (Default = 52)
- Número de periodos a analizar (Default = 20)
- Impuesto sobre los beneficios (Default = 40%)
- Tasa de interés. Es la tasa de interés usada en los flujos de efectivo (Default = 20%)
- Vida económica del proyecto (Default = 10)
- Valor de rescate de la planta (Default = 20%)

- Método de depreciación. Afecta al periodo de recuperación de la inversión (PBP o P.O. Period en Icarus). Default = Línea Recta
- % de incremento en los costos o *escalation* (Default = 5%; 5%; 3.5%; 3%; 3%)
- Capital de trabajo (% del capital fijo de inversión) Default = 5%
- Cargos de laboratorio (Default = 0)
- Suministros de operación (Default = 0)
- Cargos de operación. (% del costo de mano de obra de operación). Ya incluye cargos de laboratorio y suministros de operación. (Default = 25%)
- Gastos generales de la planta (% del costo de mano de obra de operación y mantenimiento) Default = 50%
- Gastos generales y administrativos (% del subtotal del costo total de operación). Default = 8%
- Tipo de planta (afecta en el número de operadores por turno y en los costos de mantenimiento de los equipos). Default = Procesamiento Químico
- Modo de operación (afecta en el número de operadores por turno y en los costos de mantenimiento de los equipos). Default = Continuo 24 hrs/día
- Duración del periodo de arranque (Default = 20 semanas)
- Horas de operación por periodo (Default = 8,000)
- Fluidos de proceso (interviene en los costos de operación y mantenimiento) Default = Líquidos

De los parámetros anteriores merece especial mención el que corresponde al *aumento de costo del capital fijo de inversión con el tiempo* (Proyect Capital Escalation), ya que se refiere al porcentaje que debe incrementarse el costo del capital por periodo desde la fecha de la base de datos de costos de Aspen IPE hasta el inicio de la ingeniería del proyecto a evaluar. Lo anterior no es recomendable porque el costo de capital incluye porcentajes (contingencia), impuestos, permisos, fletes, gastos de ingeniería y salarios, los cuales no se incrementan de manera importante con el tiempo, <u>lo más recomendable es dejar este parámetro en cero y usar índices de costos para ajustar el precio de los materiales y/o de la mano de obra.</u>

Especificaciones de operación

El usuario puede indicar el salario de los operadores y los supervisores (Default = USD 20 y 35 respectivamente), y los costos de la electricidad, combustible, agua potable y aire para instrumentación (Default = USD 0.0354/kWh, 0.002427/MWh, 0/m^3 y 0/m^3 de manera respectiva). Lo anterior se hace en la forma “Operating Unit Costs” ubicada en la carpeta “Investment Analysis”.

Especificaciones del índice de costos

Los precios usados por Aspen IPE 2004.2 corresponden a 2005. En la carpeta “Indexing” aparecen el equipo, instrumentación, tubería, mano de obra, entre otros, con un valor de 100, el cual puede modificarse. Por ejemplo, si se quiere hacer una estimación para 2003 se divide el índice correspondiente a 2003 entre el de 2005 y se multiplica por 100; el porcentaje obtenido se sustituye por el valor de 100 que está por default. Usando el CEPCI:

$$100\frac{401.7}{468.2}=85.8$$ Se sustituye el valor de 100 por 85.8

Especificaciones de la fuerza de trabajo de construcción

En la carpeta "Construction Workforce" se pueden proporcionar los parámetros correspondientes a la productividad, número de turnos, número de horas por semana por turno, horas extra por semana por turno, salarios, salario por horas extra, entre otros, para los trabajadores involucrados en la construcción de la planta (albañiles, mecánicos, carpinteros, eléctricos, pintores, herreros, etc). La tabla 2.1 muestra los salarios para las diferentes ubicaciones.

Tabla 2.1 Salarios usados por Aspen IPE

Salarios para la Construcción (2005)				
Código	*Oficio*	*US $*	*UK £*	*Europa €*
51	Peón	14.80	10.70	16.40
53	Mecánicos Industriales	23.00	13.90	21.30
54	Instalador de equipo	19.60	13.90	21.30
56	Chofer de vehículos ligeros	16.50	12.50	19.00
57	Chofer de vehículos pesados	18.10	12.50	19.00
59	Engrasador	17.50	13.90	
60	Mecánico	21.30	13.90	21.30
62	Operador de equipo ligero	17.90	12.50	19.00
63	Operador de equipo mediano	19.20	12.70	19.20
64	Operador de equipo pesado	20.70	13.90	21.30
66	Instalador de tuberías	24.20	13.90	21.30
67	Soldador de tuberías	24.20	14.20	21.60
69	Trabajador de cemento	18.20	12.50	19.00
70	Carpintero	21.00	14.10	21.40
71	Albañil	18.70	12.70	21.40
72	Herrero	19.70	12.50	19.00
74	Herrero de estructura	19.70	13.90	21.30
75	Soldador de estructuras	20.30	13.90	21.30
77	Soldador de trabajo especial	22.40	14.40	21.80
78	Fabricador de Soldadura	21.90	14.30	21.80
79	Calderero	24.40	13.90	21.30
81	Instalador de instrumentos	24.80	13.90	21.30
83	Eléctricista de línea	23.20	15.40	21.40
84	Eléctricista de cableado	23.70	13.90	21.30
86	Trabajador de láminas	22.60	13.90	21.30
87	Aislador	21.50	13.90	21.30
89	Pintor	18.20	12.50	19.00
98	Ayudante	15.90	11.40	17.40
99	Encargado de la obra	*	*	*
*	110% arriba del oficio mejor pagado			

Dimensionamiento del equipo

Aspen IPE hace el dimensionamiento de los equipos de acuerdo a su base de datos, la información dada por el usuario y los datos proporcionados por el simulador. Es importante mencionar que la base de datos de Aspen IPE no es capaz de hacer un dimensionamiento riguroso, y no puede seleccionar el material del equipo (acero al carbón es el material predeterminado); sin embargo, usar únicamente la base de datos de Aspen IPE para dimensionar es suficiente para las estimaciones económicas.

En el Capítulo 3 se describe el proceso de dimensionamiento utilizado para los diferentes equipos. A continuación, se describe el proceso para los intercambiadores de calor:

1.- Se identifica la información:

- Requerimientos mínimos. Corrientes de entrada y salida
- Información opcional. Carga térmica, coeficiente general de transferencia de calor, área de transferencia de calor, detalles de diseño (número de corazas, tubos, pitch, pasos) o información de la corriente que lleva el servicio auxiliar.

2.- Se revisan los grados de libertad

3.- Se hace el dimensionamiento
Para el caso en el que no exista información opcional:

- Elección del componente primario y asignación de propiedades
- Determinación de la carga térmica. Si hay cambio de fase se usa el calor latente.
- Cálculo de la diferencia logarítmica de temperatura (LMTD)
- Elección del servicio auxiliar (si éste es necesario, pues puede haber corrientes de proceso en tubos y coraza producto del pinch)
- Estimación de los coeficientes de transferencia de calor
- Elección del fluido de coraza y del fluido de tubos
- Cálculo de T y P de diseño en base a las condiciones de operación y el factor de sobre diseño.
- Uso de defaults para la longitud, diámetro y grosor de tubo, y espacio entre deflectores si no son especificados por el usuario.
- Cálculo del área de transferencia de calor
- El diseño final es la combinación menos costosa del número de corazas y tubos elegidos.

El proceso de dimensionamiento falla si no hay un servicio auxiliar adecuado, si la carga térmica es muy baja (el área de transferencia de calor resultante es menor a 11 m^2), la diferencia de temperatura entre la entrada del servicio auxiliar y la salida de la corriente de proceso es inferior a 1 °F.

Áreas

Los equipos pueden organizarse en las áreas que se muestran en la tabla 2.2. Las figuras 2.9, 2.10 y 2.11 tienen ejemplos de la apariencia de algunas de esas áreas.

Tabla 2.2 Áreas

Elementos de área	Áreas					
	Grade	Pad	Open	Ex-Open	Module	Floor
Iluminación	x	x	x	x	x	x
Base	x	x	x	x	x	
Base para equipos	x	x	x	x	x	
Capa de concreto		x				
Estructura de acero			x			
Estructura de módulo					x	

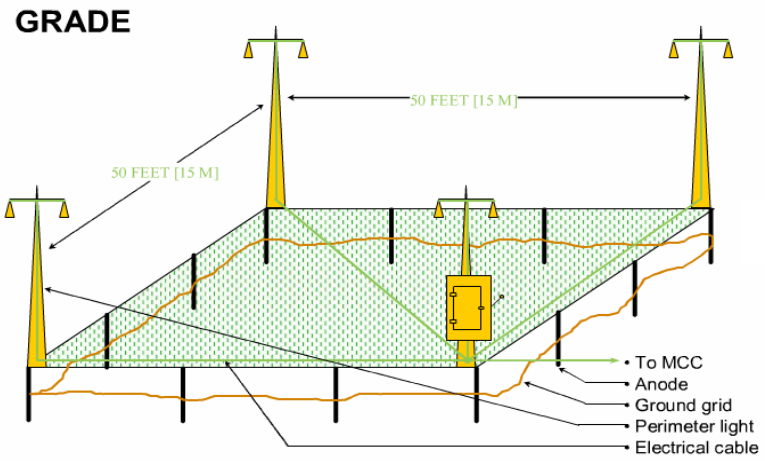


Figura 2.9 Área tipo Grade

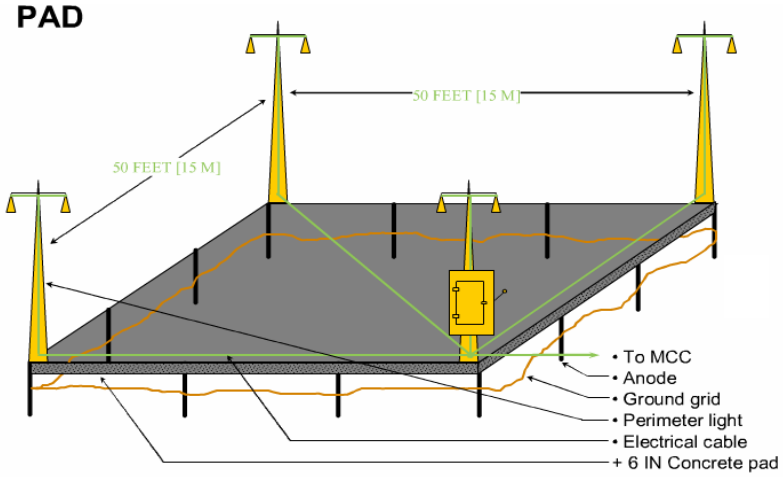


Figura 2.10 Área tipo Pad

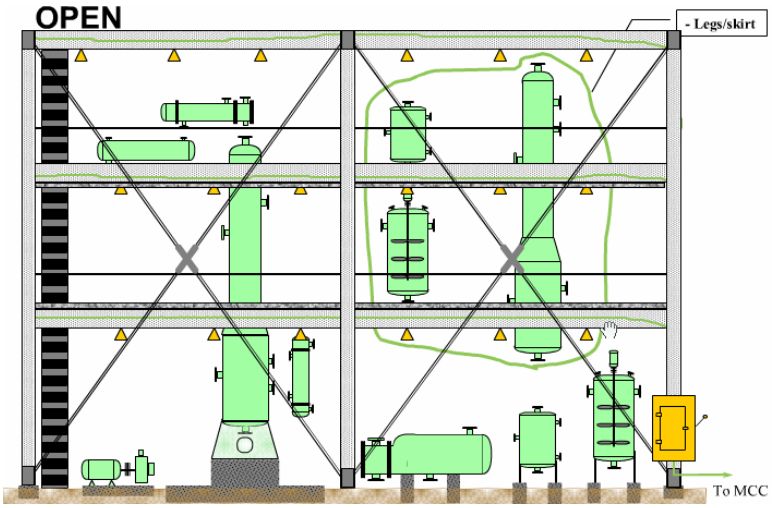


Figura 2.11 Área tipo Open

Que resultados genera Aspen IPE?

Aspen IPE genera, entre muchos otros, los siguientes resultados:

- Capital total de inversión
- Diseño y costo de equipos
- Diseño y costo de tubería, instrumentación, obra civil, estructura de acero, instalación eléctrica, aislamiento y pintura correspondientes a la instalación de los equipos de proceso.
- Costos de operación
- Costos de mano de obra de operación, mantenimiento y supervisión
- Costos de servicios de ingeniería
- Costo de servicios auxiliares
- Ganancias netas
- Flujos de caja
- Criterios para el análisis de rentabilidad (NPV, ROI, PBP, etc)

Aspen IPE se basa en diagramas de instrumentación y tubería (P&ID) como los de las figuras 2.12 y 2.13 para determinar el costo total de los equipos. En estos diagramas se muestran los instrumentos y otros componentes como válvulas involucrados con la instalación del equipo, además, de la base de datos, se agregan otros componentes como codos, reductores, longitud de tubería, longitud de cables, etc (El Capítulo 3 contiene más información al respecto). Al tener el sistema el costo de cada uno de esos componentes, procede a la suma de éstos para obtener los costos involucrados con la instalación (sistemas eléctricos, instrumentación, tubería, pintura, etc) evitando el uso de porcentajes del costo del equipo para obtener esos datos.

El programa resume los resultados más importantes de la evaluación económica en hojas de Excel que contienen la siguiente información:

<u>Equipment</u>. En esta hoja se despliegan los costos totales de los equipos (incluyendo la instalación).

Project Summary. Contiene los costos totales desglosados del capital de inversión (costos directos e indirectos) y de operación (materias primas, servicios auxiliares, supervisión, mantenimiento, mano de obra, etc)

Cashflow. Se pueden examinar los flujos de caja de cada periodo, la depreciación, los gastos, las ventas, las ganancias y los criterios de rentabilidad (NPV, ROI, PBP).

Executive Summary. Se encuentran los costos totales del capital de inversión, de operación, de servicios auxiliares, de materias primas, de venta de productos, el PBP, la capacidad anual de la planta, así como información establecida por el usuario en los parámetros generales del proyecto, como su nombre, la moneda, ubicación, tipo de proyecto, código usado para diseñar, simulador empleado, fecha del análisis, entre otros.

Es importante destacar que el valor que aparece como capital total del proyecto en la hoja "Executive Summary" representa la suma del capital directo y el indirecto; para tener el capital total de inversión es necesario sumar a ese valor el del capital de trabajo que se encuentra en la hoja "Cashflow".

Un diagrama con el flujo de datos hacia las hojas de resultados anteriormente mencionadas se aprecia en la figura 2.14.

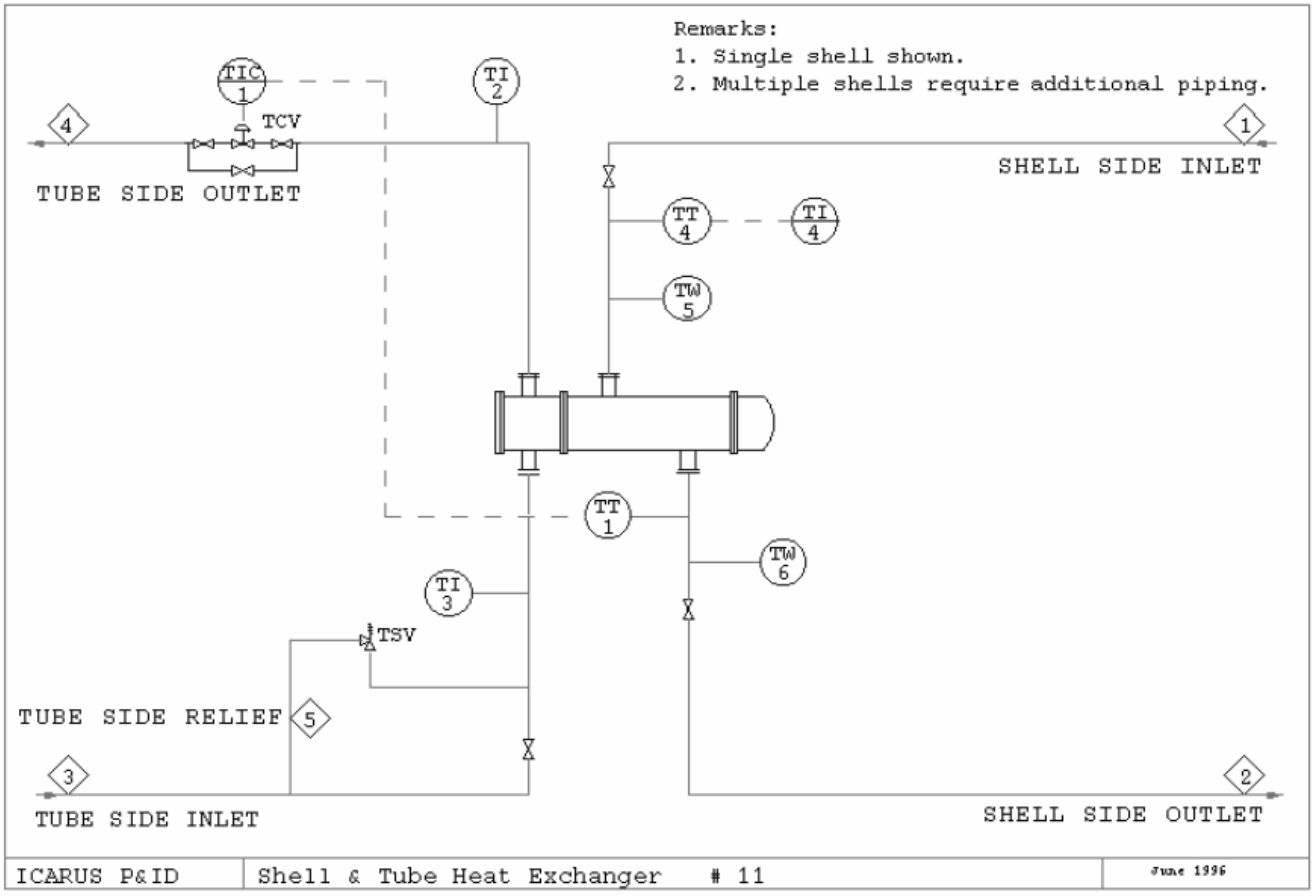


Figura 2.12 P&ID de un intercambiador de tubo y coraza.

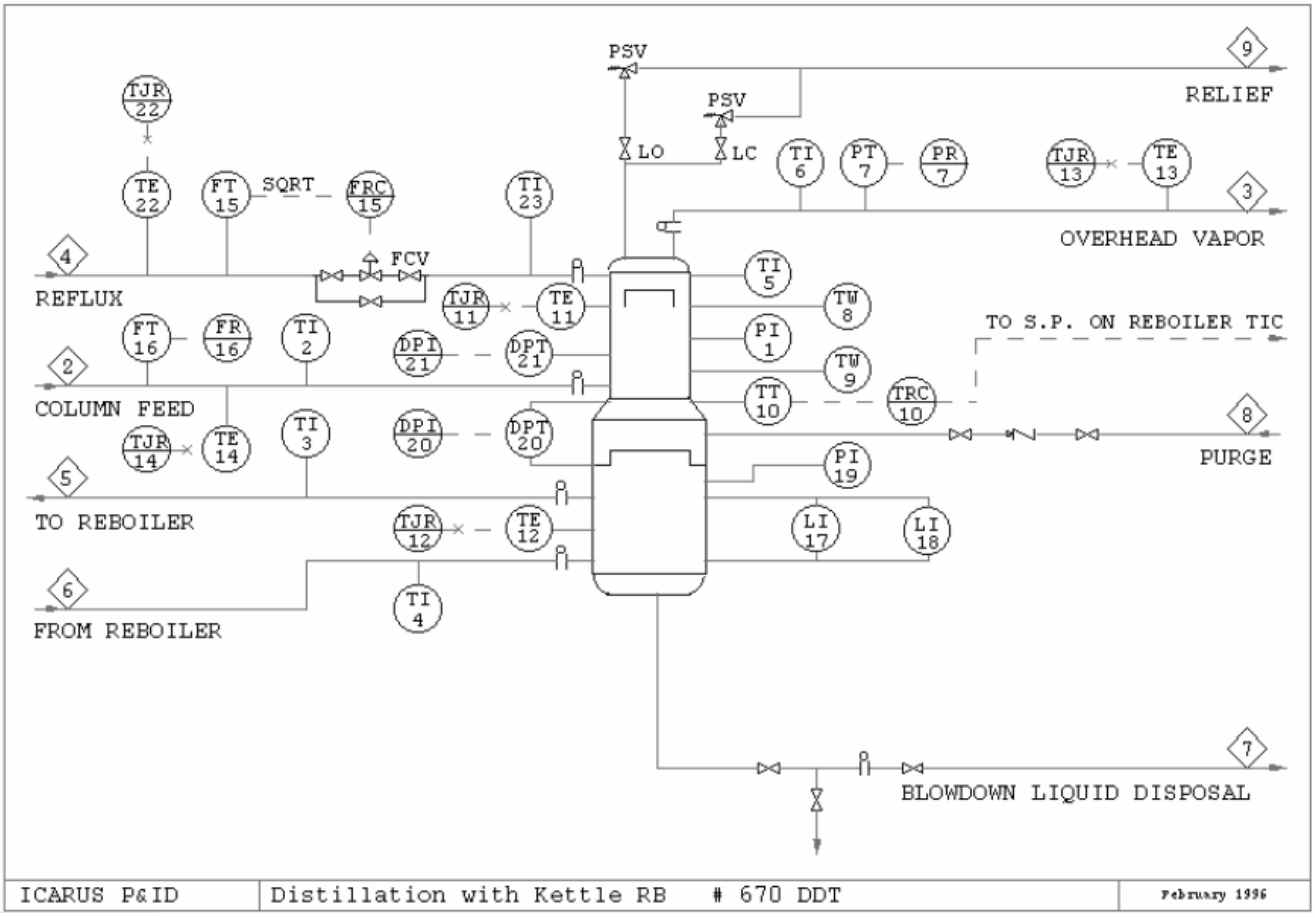


Figura 2.13 P&ID de una torre de destilación de doble diámetro.

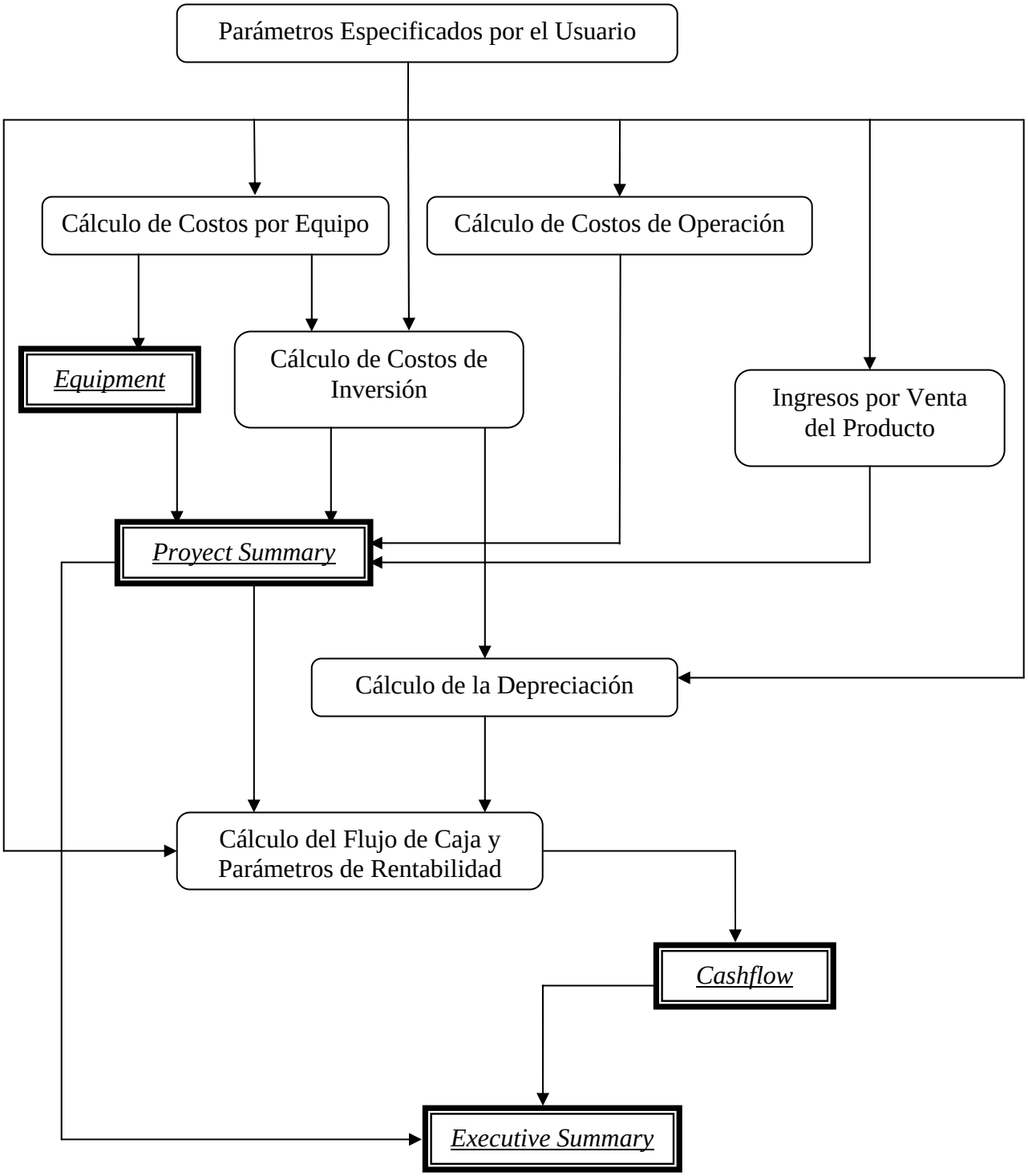


Figura 2.14 Flujo de datos hacia las hojas de resultados

Flujo de información en Aspen IPE

Como se ve en las figura 2.15 y 2.16 Aspen IPE trabaja con información proporcionada por el usuario, pero también con datos provenientes de un simulador de procesos, a partir de los cuales un primer resultado desplegado por el programa es el diagrama de flujo del proceso, en el cual agrega equipos que fueron omitidos por el simulador, pero que están implícitos en él, como el acumulador y las bombas de las columnas de destilación; de igual forma, añade las corrientes de servicios auxiliares si éstas son necesarias.
Cuando se le solicita el dimensionamiento, Aspen IPE emplea los valores que tiene implementados por default en los casos en los que el usuario no da la información correspondiente, y enseguida usa los códigos y los métodos que tiene disponibles para dimensionar equipos. Después de esto, el programa muestra los resultados obtenidos.
Una vez dimensionado el equipo, el usuario puede pedir una evaluación económica de él únicamente o una evaluación de todo el proyecto. En el primer caso, Aspen IPE busca en su base de datos la cantidad de mano de obra, instrumentación, tubería, pintura y estructuras que necesita la instalación del equipo en cuestión, y se apoya de la base de datos de proyectos para obtener los parámetros de diseño de estos componentes. Para lo anterior, el programa se vale también de los P&ID (diagramas de tubería e instrumentación) que tiene para cada equipo. Después, en una base de datos para costos busca el precio de todos los elementos involucrados en la evaluación y estima el costo total del equipo incluyendo su instalación.
En el caso de la evaluación del proyecto, el programa evalúa cada equipo como se describió anteriormente, y recurre a la base de datos de proyectos para agregar elementos como instalaciones eléctricas y centros de control y operación. Luego, de la base de datos de costos, extrae los precios y los usa, junto con los parámetros dados por el usuario, en las ecuaciones correspondientes para calcular el capital, costos de operación, ganancias, depreciación, criterios de rentabilidad, etc. Por último, reporta los resultados y le ofrece al usuario la posibilidad de solicitar reportes más detallados.

Pasos básicos para usar Aspen IPE

1. Preparar el reporte de la simulación del proceso
2. Conocer los equipos a usar, servicios auxiliares, materiales de construcción, equipos adicionales a los que están en la simulación y edificios.
3. Establecer los parámetros del proyecto (parámetros generales, de trabajo, de inversión, de diseño, de servicios auxiliares y de índice de costos).
4. Transferir los datos a Aspen IPE
5. Dimensionar los equipos y trazar el diagrama de flujo del proceso
6. Agregar equipos adicionales (bombas y tanques de almacenamiento), edificios y otros componentes de la planta si se dispone de información sobre ellos.
7. Dimensionar los equipos modificados y/o agregados
8. Corregir errores que se presenten
9. Evaluar el proyecto

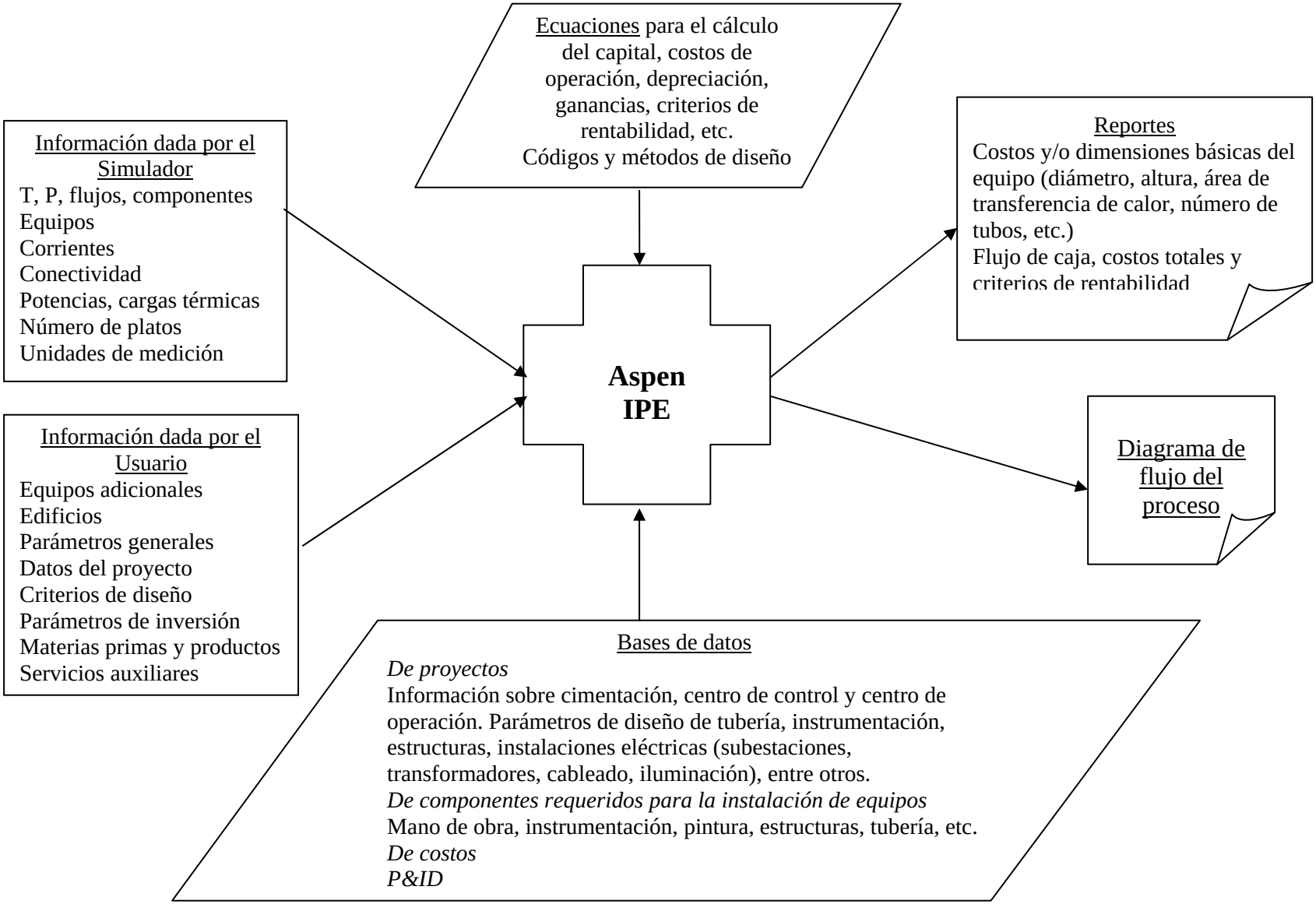


Figura 2.15 Flujo simplificado de información en Aspen IPE

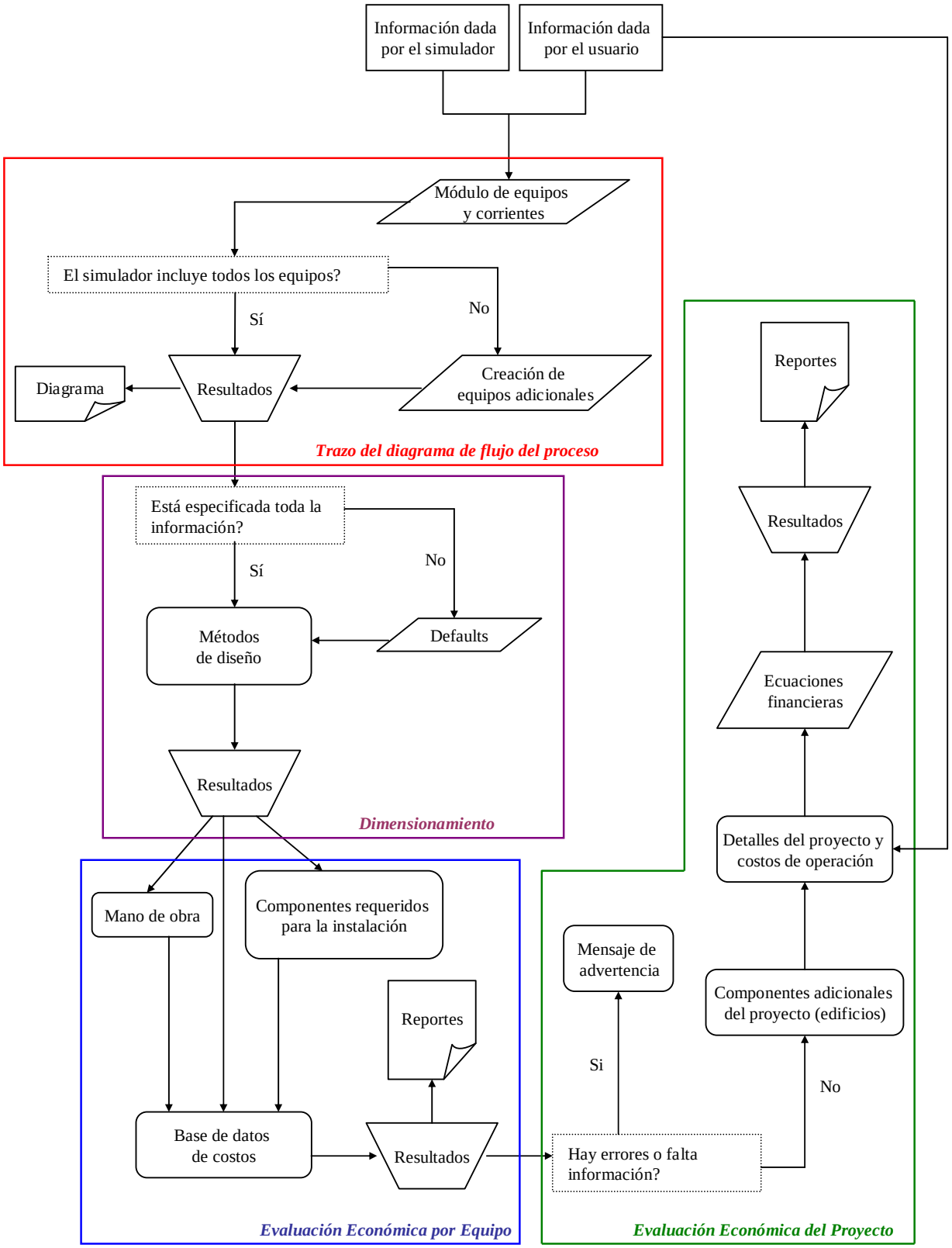


Figura 2.16 Flujo de Información simplificado en Aspen IPE