

Integración de la seguridad de procesos a la disciplina Ingeniería de Procesos en el Plan de Estudios de Ingeniería Química.

Juan Pedro Hernández Touset,¹; Nestor Ley Chong,²

¹Dpto. de Ingeniería Química, Facultad de Química y Farmacia, UCLV, Cuba, juanpedro@uclv.edu.cu

²Dpto. de Ingeniería Química, Facultad de Química y Farmacia, UCLV, Cuba, nley@uclv.edu.cu

El presente trabajo es el resultado del análisis de la actividad docente y metodológica en la asignatura Diseño de Plantas. Con el análisis se identifica un insuficiente tratamiento del tema de la seguridad de procesos en el sistema de conocimientos y de habilidades de la asignatura.

Atendiendo a esta insuficiencia, se ha aplicado un procedimiento de diseño basado en el estudio de experiencias internacionales que incorpora los aspectos de la seguridad de los procesos.

Las modificaciones introducidas en las formas de enseñanza de la asignatura contribuyen a la motivación, comprensión y sistematización de los contenidos de seguridad de procesos en el proceso de enseñanza de la asignatura Diseño de Plantas, a la vez que se consolida la integración con asignaturas precedentes de la Disciplinas Ingeniería de Procesos y Fundamentos de Automatización.

Palabras claves: Ingeniería de Procesos, seguridad de procesos, Diseño de Plantas

Integrating Processes Safety to Processes Engineering in Chemical Engineering Curriculum.

The present work is the result of the analysis of the teaching and methodological activity in the subject Plant Design (Process Engineering VII). The analysis identifies an insufficient treatment of Process Safety aspects in the subject knowledge and ability systems. According to this insufficiency, a design procedure, based on the

study of international experience that includes the aspects for process safety was performed.

Modifications included in the ways of teaching of the subject contribute to motivation, comprehension and systematizing the contents of process safety in Plant Design teaching activities; at the same time, the integration with preceding subjects of Processes Engineering and Automation Fundamentals Disciplines is consolidated.

Key words: Process Engineering, process safety, Plant Design

Introducción

El diseño curricular que comenzó a aplicarse en la carrera de Ingeniería Química en el curso 99 - 00 introduce contenidos relacionados con la seguridad de procesos, definidos en la estrategia curricular de seguridad de procesos, teniendo en cuenta que una de las deficiencias de los graduados eran su escasos conocimientos de aspectos relacionados con la protección en general y dado además por el hecho de que la preparación de los futuros profesionales debe contemplar su formación en los principios de seguridad, los cuales se insertan en cada fase del Programa de Ingeniería Química, con el fin de producir ingenieros químicos que verdaderamente valoren los principios de seguridad.

A partir de las observaciones realizadas en las formas de enseñanza de la asignatura y del análisis de la actividad docente y metodológica, se ha apreciado la ausencia del tema de la seguridad de procesos en el sistema de conocimientos y de habilidades de la asignatura Diseño de Plantas (Ingeniería de Procesos VII en el Plan C modificado). Es por ello que el problema científico y metodológico se manifiesta en la necesidad de incrementar la actividad cognoscitiva e independiente de los estudiantes para lograr una mayor motivación, comprensión, sistematización, asimilación de los contenidos y adquisición de las habilidades prácticas de seguridad de procesos en la Asignatura Diseño de Plantas.

Teniendo un procedimiento que promueva un proceso de diseño seguro, basado en experiencias internacionales (2), se contribuye a que los aspectos de seguridad se consideren en las fases del diseño.

.En correspondencia con lo anteriormente expresado, el objetivo del trabajo es consolidar la incorporación de la seguridad de procesos en la disciplina integradora Ingeniería de Procesos mediante la aplicación de un procedimiento de diseño seguro en la asignatura Diseño de Plantas para estimular la actividad cognoscitiva e independiente de los estudiantes y fortalecer el aprendizaje.

Desarrollo

1. Generalidades

La disciplina Ingeniería de Procesos se concibe con el propósito de estructurar un proceso de integración de conocimientos y habilidades que responda a los modos de actuación más característicos del ingeniero químico. Está llamada a constituir el núcleo central de la enseñanza de la ingeniería química como profesión

Entre sus objetivos más esenciales están el de emplear una estrategia única para el análisis de los procesos químicos e integrar los conceptos fundamentales en un modo de actuar que utilice a todos cuanto se precisen simultáneamente.

La disciplina presenta contenidos básicos o estatales, propios y optativos. En la tablas 1, 2 y 3 se muestran las asignaturas que componen estos módulos.

Tabla 1. Currículo básico

Ingeniería de Procesos	Año Académico
Ingeniería de Procesos 1	1
Ingeniería de Procesos 2	2
Ingeniería de Procesos 3	3
Ingeniería de Procesos 4	4
Diseño de Plantas	4
Trabajo de Diploma	5

Tabla 2. Currículo propio.

Ingeniería de Procesos	Año académico
Ingeniería de Procesos PR 1	4
Ingeniería de Procesos PR 2	5

Tabla 3. Currículo optativo

Ingeniería de Procesos	Año académico
Ingeniería de Procesos OP 1	4
Ingeniería de Procesos OP 2	5

De acuerdo al Plan de Estudios “D” (4), las asignaturas Ingeniería de Procesos 1, 2 y 4 tienen declarados sistemas de conocimientos y habilidades relacionados con la seguridad de procesos, según se muestra en el la tabla 4. Sin embargo, en la asignatura Diseño de Plantas, en la cual, uno de sus objetos educativos es contribuir al desarrollo de la capacidad de adquirir conocimientos por si mismo y su dominio con un alto grado de generalización a través del planteamiento de tareas de naturaleza multidisciplinaria y de la búsqueda de información y la síntesis requerida para su empleo con el mejor rigor profesional posible, no tiene aspectos relacionados con la seguridad de procesos en el sistema de conocimientos y de habilidades.

Tabla 4. Sistema de conocimientos y habilidades relacionados con la seguridad de procesos en la disciplina Ingeniería de Procesos.

Ingeniería de Procesos	Sistema de conocimientos	Sistema de habilidades
1	Toxicidad: su concepto. Términos utilizados para describir los efectos de las sustancias tóxicas. Índices de toxicidad. Campo de la toxicología industrial. Formas de expresar la efectividad de las dosis de las sustancias tóxicas: concentración máxima permisible (TLV) y dosis letal mínima. Principios de prevención.	Describir las principales normas de protección e higiene y de protección contra incendios.
2	Las reservas materiales y su garantía de calidad	Analizar el proceso precisando las consecuencias de la violación de las normas de calidad.

<p>4</p>	<p>Localización de las áreas o equipos de procesos relevantes a los riesgos de desastres y / o pérdidas susceptibles de prevención y análisis de su adecuación a las condiciones de trabajo. Proposición de variantes encaminadas a reducir los riesgos de desastres por incendios, explosiones, inundaciones, etc. La disposición de las áreas de procesos y la seguridad contra catástrofes. Dependencia entre la seguridad del proceso y: el tipo de instalación eléctrica, los requerimientos de las edificaciones, los tanques de almacenaje, las vías de evacuación, etc.</p>	<p>1. Analizar un proceso dado en su totalidad y:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utilizar una estructura generalizada de análisis (EGA), que le permita identificar los principales riesgos de pérdidas industriales por: incendios, explosiones y en general por calidad deficiente del proceso. • Identificar, clasificar y jerarquizar los principales riesgos de pérdidas por fuegos, explosiones y toda causa susceptible de medidas preventivas. • Localizar los equipos o áreas relevantes a los principales riesgos de pérdidas y evaluar la adecuación de estos equipos a las condiciones de trabajo establecidas o a las que se pongan con el propósito de reducir los riesgos de pérdidas (incluye los materiales de construcción utilizados). <p>2. Caracterizar la tecnología objeto de estudio y proponer variantes encaminadas a reducir los riesgos de pérdidas, señalando los puntos débiles y las ventajas del proceso que se analiza, con relación a sus peculiaridades o a otros de su especie.</p>
----------	---	--

<p>Diseño de Plantas</p>	<p>Características generales del problema primitivo, estrategia general de su solución. Comparación técnico-económica de alternativas. La distribución física del equipamiento. La documentación de inversiones. Características de los proyectos industriales. La elaboración del proyecto tecnológico. Valoración de dimensiones de entidades tecnológicas. Sistemas auxiliares. Aplicación de criterios económicos en la optimización del diseño tecnológico de instalaciones industriales. Desarrollo de nuevos procesos. Elementos de teoría de los modelos y plantas piloto.</p>	<p>Explicar las características del problema primitivo y su solución. Proyectar la demanda de productos industriales sobre la base de series históricas de consumo o venta. Sintetizar variantes tecnológicas para sistemas sencillos. Realizar la evaluación económica de proyectos de inversión. Resolver problemas de selección de alternativas. Utilizar sistemas de proyección tecnológica automática y de análisis de sistemas y variantes tecnológicas por computadoras. Determinar los métodos de escalado de procesos y operaciones de la industria de procesos y su uso en la solución de problemas tecnológicos.</p>
--------------------------	--	---

2. Caracterización de la asignatura Diseño de Plantas.

La asignatura tiene el propósito de estructurar el proceso de desarrollo de los proyectos de inversión a través de un problema primitivo. Se persigue el desarrollo de la creatividad y un espíritu emprendedor como rasgos educativos priorizados a lograr por la asignatura y los elementos a utilizar en gran parte han sido desarrollados en las asignaturas anteriores siendo esta asignatura un medio para el ejercicio de estas habilidades con un alto grado de independencia y a través de un proyecto que el estudiante debe formular a partir de un problema primitivo y de algunas restricciones que le den al mismo el carácter de realidad conveniente.

Los temas de la asignatura se denominan: documentación preparatoria, proyectos y tecnologías y esquemas tecnológicos y proyecto ejecutivo y presupuesto.

3. Integración de los contenidos de seguridad de procesos en el tema 2 de la asignatura.

El análisis de la seguridad en las condiciones del diseño de plantas deberá estar basado en los pasos típicos para el diseño de procesos químicos y

bioquímicos o la síntesis y desarrollo de procesos (3), aspecto que debe ser incluido en los contenidos correspondientes al tema II de la asignatura que representa el 60 % del total de horas de la asignatura, donde el estudiante recibe por primera vez la concepción general del diseño de procesos y se desarrollan en el transcurso de la asignatura.

Los contenidos de la asignatura son la tarea de proyección, las bases de diseño, la fijación del esquema tecnológico, la selección del equipamiento el diagrama de flujo, la evaluación de los esquemas tecnológicos, los sistemas auxiliares de una planta química y la disposición en plantas y se reciben en dos conferencias y dos talleres.

En el Esquema Generalizado de Análisis (EGA) del tema 2, mostrado en la figura 1 se incorporan dos nuevos aspectos que contribuyen a la motivación, comprensión y sistematización de los contenidos de seguridad de procesos en el proceso de enseñanza. El primero es un procedimiento para el diseño seguro (PDS) del proceso que se incorpora en la etapa del diagrama de flujo, ya recibido por el estudiante en la Ingeniería de procesos 1 y el segundo, los aspectos relacionados con la seguridad en la etapa de disposición en planta.

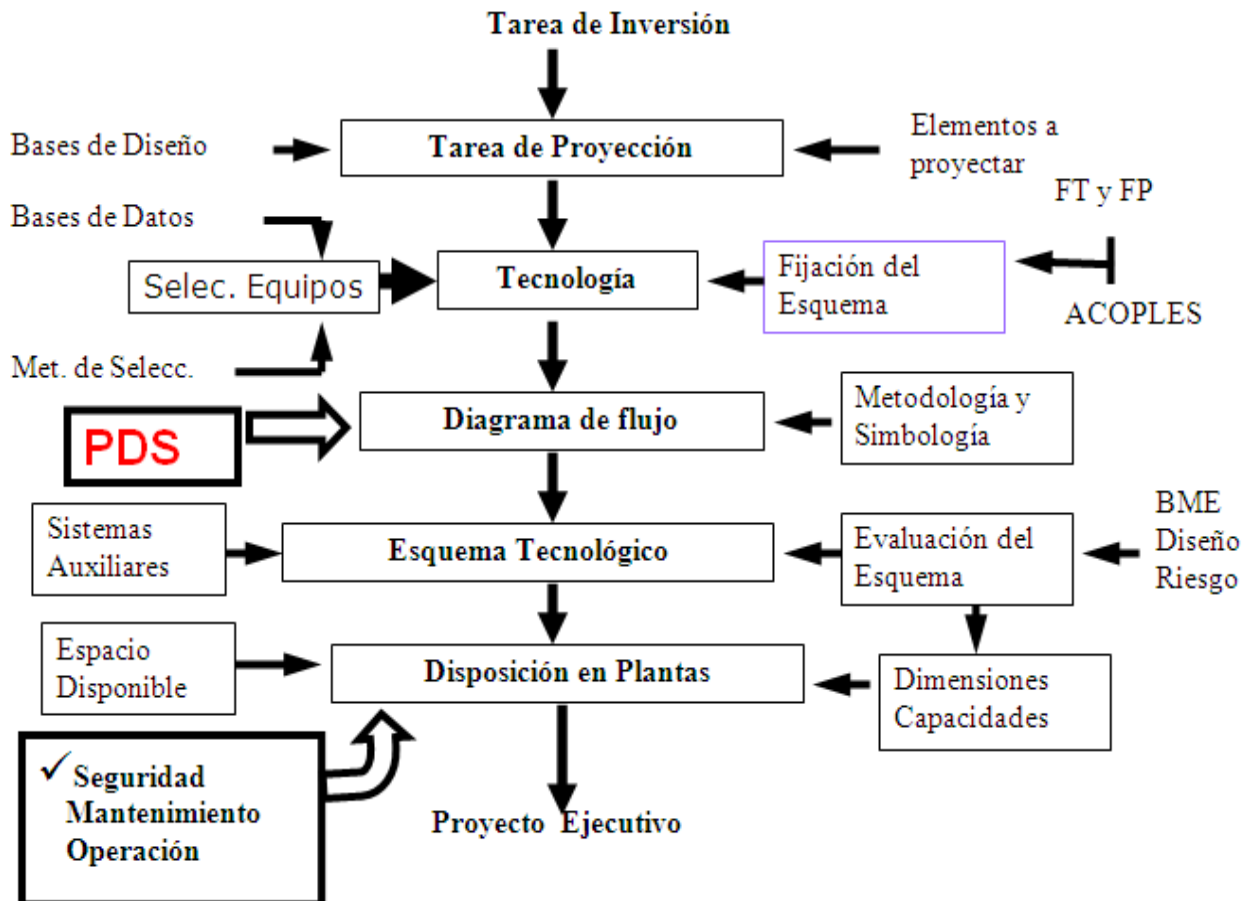


Figura 1. Esquema Generalizado de Análisis (EGA) del Tema 2 de la asignatura Diseño de Plantas.

En la figura 3 se muestra el procedimiento para el diseño seguro en la ingeniería de procesos preliminar.

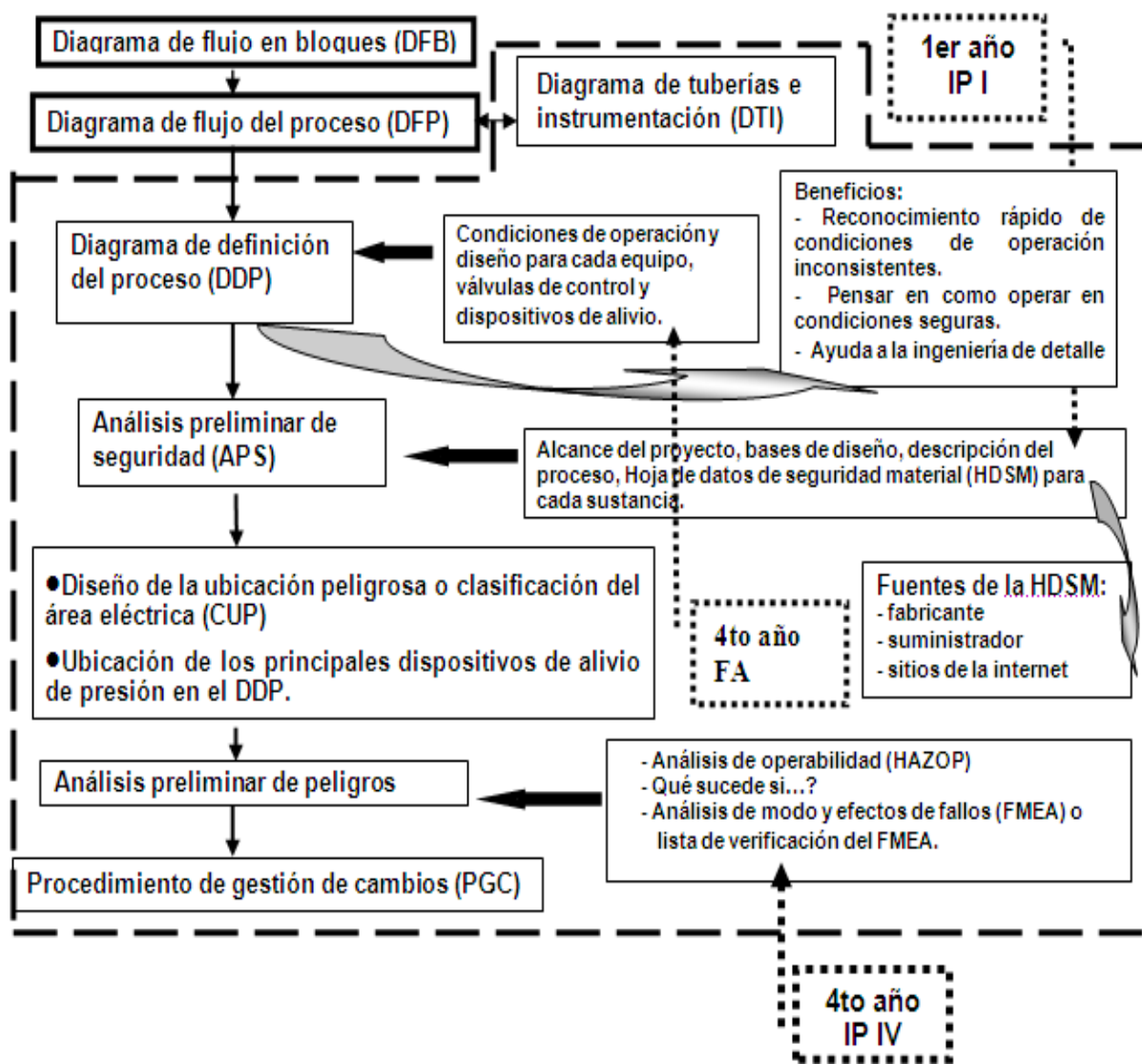


Figura 3. Procedimiento para el diseño seguro en la ingeniería de proceso preliminar.

En la conferencia de este tema, solo se hace referencia al diagrama de bloques y al diagrama de flujos, ya que se tiene conocimiento sobre su elaboración desde la Ingeniería de Procesos 1, solo se hace énfasis en la codificación alfanumérica de los equipos y tuberías del proceso.

El paquete básico de diseño incluye como mínimo el diagrama de flujo del proceso (DFB) y el diagrama de flujo del proceso (DFP), sin embargo, incorporar otro documento que lleva al DFP a un nivel superior, promueve un mejor diseño del proceso. Este se denomina diagrama de definición del proceso (DDP), el cual no es generalmente parte del diseño básico del proceso.

El DDP incluye las condiciones de diseño y de operación para cada equipo, cada estación de válvula de control y equipos de alivio y tiene entre sus beneficios reconocer rápidamente las condiciones de operación y diseño inconsistentes o con conflictos, pensar en términos de cómo operará y que se necesita hacer para que sea seguro y es una ayuda al trabajo de ingeniería de detalle. En esta etapa del trabajo tiene una notable contribución las asignaturas Instrumentación Industrial y Controles para Procesos de la disciplina Fundamentos de Automatización (FA), las que se imparten en el cuarto año. El DDP cambia en la medida

que progresa el proceso de diseño.

Posteriormente se lleva a cabo el análisis preliminar de seguridad (APS), que incluye aspectos tales como las bases del proceso de diseño y la hoja de datos de seguridad (HDSM) para cada sustancia del proceso. Este documento proporciona información sobre manipulación, almacenamiento, propiedades físicas, químicas y de toxicidad, límites de exposición y flamabilidad de las sustancias. En la Ingeniería de Procesos 1 se da a conocer y se orienta su confección para una determinada materia prima o producto de una industria.

Una vez que concluye el APS, se analizan las características asociadas con la seguridad, el medio ambiente y la disposición.

A continuación se realiza el análisis preliminar de peligros (APP), que puede adoptar una de las muchas formas existentes según se reporta en la literatura (1,5,6), tales como el Análisis de Operabilidad, un ¿qué sucede si...?, una lista de verificación, etc.; aspectos que constituyen parte del sistema de conocimientos y habilidades en la Ingeniería de Procesos IV.

Los documentos emitidos durante el APS y el DDP constituyen materiales de referencia. Ya en este momento el DFP y diagrama de tuberías e instrumentación (DTI) han sido desarrollados y por tanto constituyen parte del APP. La metodología concluye con un procedimiento de gestión de cambios (PGC).

Resultados y Discusión

La incorporación de un procedimiento adicional de diseño en la etapa de confección del diagrama de flujo, asegura que el estudiante piense en la seguridad del proceso desde la fase de diseño preliminar o ingeniería de proceso preliminar. Esto no implica modificaciones en las formas de enseñanza presenciales y consolida la enseñanza de los principios básicos de la seguridad de proceso en la carrera a través la asignatura con mayor carácter integrador. Atendiendo a estos comentarios, se recomienda:

- Aplicar los nuevos contenidos en las correspondientes formas de enseñanza de la asignatura Diseño de Plantas.

- Desarrollar estos contenidos mediante actividades no presenciales, en las que se oriente al estudiante sobre aspectos específicos en los que debe centrar su atención.

- Incorporar la confección de la Hoja de datos de seguridad de los materiales en el informe de la práctica laboral de la Ingeniería de Procesos I.

- Utilizar el Procedimiento para el Diseño Seguro para el tratamiento de la seguridad de procesos en la disposición del equipamiento.

Conclusiones

- 1.Las orientaciones metodológicas propuestas contribuyen a la solución de insuficiencias relacionadas con la motivación, comprensión y sistematización de los contenidos de seguridad de procesos en el proceso de enseñanza de la asignatura Diseño de Plantas.

- 2.Los sistemas de conocimientos y habilidades relacionados con la seguridad de procesos declarados en el plan de estudios D en asignaturas precedentes de las disciplinas Ingeniería de Procesos y Fundamentos de Automatización, contribuyen a la necesidad de introducir modificaciones en el tema 2 de la asignatura Diseño de Plantas.

3. El Procedimiento de Diseño Seguro (PDS) contribuye a que los aspectos de seguridad se consideren en la asignatura Diseño de Plantas y a que el estudiante piense en la seguridad del proceso desde el diseño preliminar.

Bibliografía

- 1) DOE - HDBK: DOE Handbook Chemical Process Hazards Analysis, U. S. Department of Energy, 90 pp, 2004
- 2) Leckener, P.: Designing for A Safe Process, Chem. Eng., Vol. 113, No. 13, December: 30 – 33.,2006
- 3) Peters, M.S., K. D. Timmerhaus: Plant Design and Economics for Chemical Engineers, 5th Edition, McGraw – Hill, 988 p, 2003
- 4) Plan de Estudios D: Documento central del Plan de Estudio “D”, Carrera Ingeniería Química, curso regular diurno o presencial, 2007

- 5) Protección Civil: Dirección General de Protección Civil del Ministerio del Interior de España, 2009. <http://www.proteccioncivil.org>
- 6) Wells, G.: Major Hazards and Their Management, Institution of Chemical Engineers, UK, 1997