

INGENIERÍA INDUSTRIAL Y LA GESTIÓN AMBIENTAL EN LA EMPRESA

Oswaldo Pacheco¹, Gloria Plaza², Ricardo Jakúlica¹
Colaboración: C. Cabanillas

Facultad de Ingeniería – Consejo de Investigación (CIUNSA)
Buenos Aires 177 – (4400) Salta – Argentina
Tel.: 54 – 387 – 4255384 Fax: 54 – 387 – 4255351
e-mail: pacheco@unsa.edu.ar, gloria@unsa.edu.ar

RESUMEN

Los empresarios se ven obligados a adoptar conductas industriales que no perjudiquen el medio ambiente ya que las normas ambientales funcionan como barreras aduaneras. En este contexto la función del Ingeniero Industrial en la empresa resulta relevante ya que la economía, la dinámica organizacional y operativa (conocimientos específicos de su formación) son el núcleo de la metodología de funcionamiento de un sistema productivo. Estos generadores de impacto ambiental deben ser abordados conjuntamente con propuestas de prevención y mitigación.

Para ello, el Plan de Estudio 1999 de la carrera de Ingeniería Industrial de la UNSa incluye materias cuyos contenidos tratan algunos aspectos del Sistema de Gestión Ambiental (SGA). En el presente trabajo se analiza dicho Plan de Estudio y se propone, para completar la formación básica del Ingeniero Industrial en SGA la modificación de los contenidos mínimos en la materia 435 Gestión Ambiental, así como incluir temas complementarios del SGA en la currícula de algunas asignaturas, el dictado de cursos complementarios relacionados al tema, según lo dispuesto en el Plan de Estudio en SGA. También se proponen Cursos de Actualización de postgrado adecuados a la legislación vigente y a los cambios tecnológicos.

Palabras Claves: Ingeniería Industrial, Sistema de Gestión Ambiental (SGA), Plan de estudio

INTRODUCCIÓN

Los adelantos científicos tecnológicos se han desarrollado vertiginosamente ocasionando cambios sustanciales en los procesos industriales en los últimos años (Sargent, 1996). Estos cambios mejoraron la eficiencia de los procesos físicos y químicos pero también trajeron aparejadas nuevas problemáticas ambientales que necesitan ser abordadas a través de distintos instrumentos de gestión del tipo preventivo y correctivo.

El Ingeniero Industrial adquiere fuertes conocimientos que le permite comunicarse con la totalidad de los especialistas que colaboran en el diseño, implementación, operación, mantenimiento, control y evaluación de empresas de producción de bienes y servicios. Su función principal consiste en coordinar e integrar todos estos aspectos en pos de un objetivo común, para ello debe usar las herramientas de organización industrial como base sólida. Un sistema de gestión ambiental está basado principalmente en el uso y la combinación de las herramientas provistas por la organización industrial.

El alcance de la actividad del ingeniero Industrial no se restringe a los límites de la empresa u organización sino que se proyecta en el ámbito y contexto donde las organizaciones están inmersas por su condición de dirigente que lo hacen responsable del desarrollo armónico de la sociedad, tal el caso de la implementación y seguimiento del Sistema de Gestión Ambiental (SGA) que excede las fronteras de una organización.

El SGA es el marco o método de trabajo que debe seguir una organización para alcanzar y mantener un determinado comportamiento de acuerdo con las metas que se hubiere fijado y como respuesta a normas, riesgos ambientales y presiones tanto sociales como financieras, económicas y competitivas, en permanente cambio. Los SGA, además de prever las medidas necesarias para el cumplimiento de lo regulado en la legislación existente, deben definir objetivos y compromisos destinados a la mejora continua de su operatividad desde el punto de vista ambiental (Conesa Fernández, 1995).

En el Sistema Educativo, los principios básicos del SGA son abordados en la currícula institucional del tercer ciclo de EGB y polimodal en el área de Tecnología, ya que con su metodología de trabajo: producto y proyecto tecnológico, abordan problemáticas regionales concretas, alternativas de solución y el impacto que generan. Así, en el tercer año de polimodal se interpretan los costos, beneficios y proyecciones económicas para medir el impacto ambiental (Plaza et al, 1998).

¹ Facultad de Ingeniería, CIUNSA

² Profesional CONICET, INENCO, Facultad de Ingeniería

En el presente trabajo, a partir de una propuesta similar para la carrera de Ingeniería Química (Plaza et al, 1999), se analizan los contenidos de las materias del nuevo Plan de Estudios de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional de Salta (UNSa) (Facultad de Ingeniería, UNSa, 1998), en relación con los conocimientos requeridos para la formación básica en Gestión Ambiental del Ingeniero Industrial. Se propone modificar los contenidos mínimos de la materia por temas específicos del SGA, e incluir en algunas asignaturas de la formación profesional, aquellos temas necesarios y complementarios al SGA. Al nivel de grado y postgrado se proponen cursos de capacitación y/o actualización en el tema.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL PLAN DE ESTUDIO 1999 DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

El análisis del mismo comenzó en el año 1.995 cuando se formó en la Escuela una comisión, la que entre otras actividades se encargó de estudiar los planes en vigencia en las diferentes facultades del país. Simultáneamente los docentes de las distintas materias elaboraron las propuestas de contenidos mínimos de las asignaturas. Se decidió consultar a tres reconocidos ingenieros industriales del país, a través del FOMECE. Se les envió el material elaborado hasta el momento, a partir del cual remitieron una propuesta de plan de estudios, la que fue analizada, efectuándose propuestas de cambios, que fueron nuevamente consideradas por los consultores.

Posteriormente se realizaron en la Facultad, durante el mes de junio de 1.996 las Jornadas de Ingeniería Industrial en las que participaron consultores, docentes y alumnos de la carrera. Se debatió sobre el perfil e incumbencias del ingeniero industrial, el plan de estudios en su conjunto, contenidos, ubicación y correlatividades de las materias y requisitos curriculares. De estas jornadas surgió una versión definitiva.

El Plan de Estudios 1999 comprende un total de 45 materias de cursado regular en cinco años, incluyendo dos asignaturas de carácter optativo. Las materias de la carrera se dividen en cuatro áreas y dos orientaciones:

- *Ciencias Básicas (CB)*: se capacita al alumno en los conceptos básicos de Matemática, Física, Química, Estadísticas, Dibujo e Informática.
- *Tecnologías Básicas (TB)*: se prepara al alumno para recibir los conocimientos específicos de Ingeniería Industrial. Termodinámica I y II, Estabilidad, Resistencia de Materiales, Electrotecnia, Teoría General de Sistemas, Máquinas e Instalaciones Eléctrica, Materiales Industriales I y II, Electrónica, Mecánica y Elementos de Máquina, Tecnología Mecánica, Construcciones Industriales e Ingeniería de Sistemas Industriales.
- *Tecnologías Aplicadas (TA)*: se prepara al alumno para desempeñarse eficientemente integrando equipos profesionales interdisciplinarios de trabajo. Comprende: Micro y Macro Economía, Organización Industrial I y II, Análisis Económico Financiero, Costos Industriales, Formulación y Eval. de Proyectos, Investigación Operativa I y II, Relaciones Humanas y Proyecto.
- *Tecnologías Específicas (TE)*: Operaciones y Procesos Industriales, Fundamentos de las Operaciones Industriales, Instrumentación y Control Automático, Higiene y Seguridad Industrial, Industrias I y II, Gestión Ambiental, Derecho para Ingenieros, Ingeniería de Planta, Gestión de Calidad, Gestión Estratégica.
- *Orientaciones: Gestión de Empresas y Producción Industrial.*

La asignatura 435 Gestión Ambiental actualmente presenta los siguientes contenidos: Ecología y Ecosistemas, Química y toxicología Ambiental. Contaminación de los Recursos Naturales. Efluentes Gaseosos, Líquidos y Sólidos, Su tratamiento, Residuos peligrosos y Patológicos. Legislación y Normas. Impacto Ambiental producido por la Actividad Ambiental. Su evaluación y soluciones.

Dichos temas deben modificarse según la propuesta presentada en Discusión y Resultados.

SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL

La solución de la problemática ambiental es amplia e involucra numerosas áreas, entre ellas producción, educación, salud, que necesitan ser coordinadas con distintos organismos. La tecnología gestional ambiental, produce un objeto intangible y procura optimizar el funcionamiento de las organizaciones para alcanzar sus objetivos (Calidad de Vida y Desarrollo Sostenible) a través de esquemas organizativos, políticas, normas y procedimientos que se efectivizan en el marco de la interacción personal y socio - institucional.

Los SGA, además de prever las medidas necesarias para el cumplimiento de lo regulado en la legislación existente, deben definir objetivos y compromisos destinados a la mejora continua de su operatividad desde el punto de vista ambiental.

Los SGA presentan como principales objetivos:

- Garantizar el cumplimiento de la legislación ambiental en el ámbito local, municipal, regional, nacional e internacional.
- Fijar y promulgar las políticas y procedimientos operativos internos necesarios para alcanzar los objetivos ambientales de la organización empresarial.
- Identificar, interpretar, valorar y prevenir los efectos que la actividad produce sobre el ambiente, analizando y gestionando los riesgos en los que la organización empresarial incurre como consecuencia de aquellos.

Para abordar la Gestión Ambiental se utilizan instrumentos preventivos y correctivos. Los primeros se ponen en práctica cuando se desarrollan nuevos planes, proyectos o actividades y los segundos se aplican a actividades en funcionamiento. En la actualidad hay coincidencia internacional, tanto en el ámbito político como técnico, en la necesidad de adoptar medidas preventivas, postergando las correctivas para los casos que son la única y última alternativa posible.

Instrumentos preventivos: pueden ser indirectos y directos. En los primeros se incluyen la investigación, tanto básica como tecnológica, la experimentación, la sensibilización ambiental, la educación ambiental, la formación, la difusión de las tecnologías de prevención, etc. Forman parte de los instrumentos preventivos directos, la planificación como proceso racional de toma de decisiones, como el diseño de proyectos y actividades con criterio de integración ambiental, y la evaluación de impacto ambiental (EIA), como el proceso encaminado a identificar, predecir, interpretar, prevenir y comunicar, por vía preventiva al efecto de un proyecto o actividad sobre el ambiente.

Instrumentos correctivos: Puede clasificarse en tres grupos, independientemente de otros de tipo técnico o legal:

- El etiquetado ecológico, relativo a un sistema comunitario de concesión de etiqueta ecológica por el que es posible la utilización del correspondiente logotipo en la promoción de los productos.
- La auditoría del ambiente, por el que se permite un sistema comunitario de gestión y auditoría ambiental, es un instrumento encaminado a la evaluación sistemática, documentada, periódica, y objetiva de las distintas actividades, para detectar su situación en relación con los requerimientos de calidad ambiental.
- Las técnicas de conservación, mejora, restauración, rehabilitación y puesta en valor, de los recursos ambientales.

DISCUSIÓN Y RESULTADOS

Se analiza el Plan de Estudios 1999 de la carrera y la forma más conveniente de modificar el SGA en los contenidos en la asignatura 435 Gestión Ambiental e incorporar los faltantes a través de otras asignaturas que por su temática pueden contener parte del mismo (Plaza et al, 1999). Se presentan a continuación, los contenidos mínimos de dichas materias y se proponen en las mismas los temas específicos complementarios del SGA. Estos temas se resaltan en negrilla.

Química I (primer año, CB): Estructura atómica. Clasificación periódica de los elementos. Enlaces. Sólidos y líquidos. Soluciones. Termoquímica. Equilibrio iónico. Iones complejos y sales poco solubles. Electroquímica. Pilas y acumuladores. **Manipuleo y manejo de las pilas como residuos.** Leyes de Faraday. Gases. Equilibrio químico. Cinética.

Química II (primer año, CB): Hidrógeno. Oxígeno. Aguas. Halógenos. Azufre, Nitrógeno, Fósforo y derivados. Metales alcalinos y alcalino térreos. Metales pesados. Carbono: sus compuestos y derivados. Sílice y silicatos. Química del carbono. Petróleo y sus derivados. **Nociones de manejo de sus residuos.** Polímeros. Elastómeros. Cubiertas protectoras.

Macroeconomía (tercer año, TA): Concepto de economía. Escasez. Macroeconomía. Teoría del crecimiento. Factores de la producción. Mercados. El Estado en la economía. Keynes. Economías abierta y cerrada. Composición y distribución de la renta nacional. Dinero y precios. Oferta y demanda macroeconómicas. **Costos y Beneficios Sociales.** Teorías de la inflación. Fluctuaciones de la actividad económica. Globalización de la economía. Economías regionales. Indicadores económicos. Sectores económicos. Matriz insumo producto.

Higiene y Seguridad Industrial (cuarto año, TE): Objetivos. Legislación. Ergonomía. Accidentes y enfermedades de trabajo. Medicina del trabajo. Contaminación del microclima laboral. Carga térmica. Ventilación industrial. Radiaciones. Iluminación. Uso de colores. Colores de seguridad. Ruidos y vibraciones. Riesgo eléctrico. Protección contra incendios. Riesgo mecánico. Riesgo químico. Resguardos en máquinas. Manipulación de materiales. Equipos de protección personal. **Equipos de protección ambiental. Métodos y equipos de medida y control de contaminantes.** Riesgos en las actividades mineras y comerciales. Actividades regionales.

Operaciones y Procesos Industriales (cuarto año, TE): Aspectos básicos para el dimensionamiento y diseño de equipos. Acondicionamiento y transporte de fluidos, redes de cañerías. Acondicionamiento y transporte de sólidos. Procesos de separación. Operaciones con transferencia de calor. Operaciones con transferencia de materia. Operaciones con transferencia simultánea de calor y materia. Descripción y uso de máquinas y equipos para las operaciones y procesos estudiados. **Prevención de la contaminación industrial. Minimización de residuos.**

Formulación y Evaluación de Proyectos (cuarto año, TA): Planes de desarrollo, programas y proyectos. Proceso de formulación, evaluación y presentación de cada etapa del proyecto. Mercado. Tamaño. Localización. Tecnología. Recursos humanos. Financiamiento del proyecto. Flujo de fondos. Técnicas de evaluación. Análisis de riesgo. Análisis de sensibilidad. La evaluación ex-post del proyecto. Etapas: ideas, perfil, prefactibilidad y factibilidad. La organización. Estudios legales (Mercado). Las inversiones del proyecto. Costos relevantes. **Evaluación de Impacto Ambiental. Identificación de fuentes de Impacto. Línea de base ambiental. Metodología para la EIA. Matrices. Medidas de mitigación. Informes finales.**

Gestión Ambiental (cuarto año, TE) (Contenidos mínimos del Plan de Estudios 1999): Ecología y ecosistemas. Química y toxicología ambiental. Contaminación de los recursos naturales. Efluentes gaseosos, líquidos y sólidos. Su tratamiento. Residuos peligrosos y patológicos. Legislación y normas. Impacto ambiental producido por la actividad industrial. Su evaluación y soluciones.

Gestión Ambiental (cuarto año, TE) (Contenidos mínimos propuestos): **Ambiente y desarrollo sostenible. Responsabilidad ambiental compartida. Necesidad de la Gestión Ambiental en la empresa. Instrumentos de un SGA. Estrategias del SGA. Requisitos de un SGA. Herramientas económicas para un SGA. Auditoría Ambiental. Procedimiento de una Auditoría Ambiental. Metodología para desarrollar una Auditoría Ambiental. Preevaluación. Balance de Materiales. Reducción de Residuos.** Residuos peligrosos y patológicos. Legislación y normas. Impacto ambiental producido por la

actividad industrial. **Caracterización de Residuos Problemáticos. Segregación. Evaluación Ambiental y Económica de las opciones de reducción de residuos. Residuos e incremento en la eficiencia de la producción. Introducción a las Normas ISO 14.000**

Industrias II (quinto año, TE): Industria extractiva. Industria manufacturera. Características e importancia relativa. Descripción y estudio. Industria minera: extracción, preparación de minerales, métodos de concentración, índices. Metalurgia extractiva: piro, hidro y electrometalurgia. Refinado. Ejemplos típicos del beneficio de minerales. Industria de la madera, residuos vegetales, celulosa y papel. **Residuos peligrosos. Modificación de procesos de producción para minimizar el volumen de residuos y/o recuperarlos.**

Derecho para Ingenieros (quinto año, TE): Definición de Ley, decreto, resolución, disposición, ordenanza. Códigos civil, penal y comercial: vinculación con el ejercicio profesional. Procedimientos. Obras públicas y privadas. Derechos reales, el dominio y el condominio. Obligaciones. Contratos. Locación de obra y de servicio. Concesiones. Licitaciones, públicas, privadas, nacionales e internacionales. Marcas y patentes. Licencias. Ética y responsabilidad profesional. Legislación reguladora del ejercicio profesional. Sociedades comerciales. Concursos y quiebras. Legislación laboral. Peritajes. Know-How. Consejos y Colegios profesionales. **Derecho Ambiental. Nociones fundamentales. Ley 7070/99. Ley 24051.**

Gestión de la calidad (quinto año, TE): Gestión de calidad en la empresa. Aseguramiento de la calidad (ISO 9000 y otras). Inspección y control de calidad en el proceso productivo. Control estadístico de proceso. Normas nacionales e internacionales para el control de calidad. **Calidad Ambiental. Normas ISO 14000.**

Por otra parte, uno de los requisitos curriculares del Plan de Estudio 1999 es el cursado de *cursos complementarios optativos*, una vez completado el cursado de quinto año de la carrera, debiéndose acreditar 120 horas. Los contenidos incluidos en el plan de estudios 1999, se identifican con el tema “Toxicología Ambiental y Residuos peligrosos Industriales”, por ello se propone dictarlos en un curso complementario. En consecuencia se proponen los siguientes cursos complementarios con relación al SGA y sus contenidos mínimos:

Prevención de la Contaminación Industrial (PCI) :Beneficios de la PCI. Programas Industriales. Modificación de los Procesos de Producción. Recuperación de Residuos. La prevención de la contaminación y la administración de la calidad total. PCI a través del Ciclo de Vida. Evaluación del Ciclo de Vida. Prevención de la contaminación en las Industrias de Petróleo, Minerales y Agroalimenticias.

Residuos Sólidos Urbanos y Reciclaje: Residuos y el ambiente. Caracterización de los residuos. Antecedentes de la disposición R.S.U. Minimización de la generación de residuos. Reciclaje de Latas, Papel, Plástico, Vidrio. Alternativas de aprovechamiento de la fracción orgánica. Compost, biogas, lombricompost. Interés agronómico. Disposición final.

Toxicología ambiental y Residuos peligrosos Industriales: Ecología y ecosistemas. Química y toxicología ambiental. Contaminación de los recursos naturales. Efluentes gaseosos, líquidos y sólidos. Su tratamiento. Residuos peligrosos y patológicos. Legislación y normas. Impacto ambiental producido por la actividad industrial. Su evaluación y soluciones.

Al nivel de postgrado se proponen los siguientes cursos de actualización, entre otros, que involucran el Desarrollo Tecnológico Regional en el marco del Desarrollo Sustentable.

- Evaluación de Impactos Ambientales
- Formulación y Evaluación de Proyectos Ambientales
- Normas ISO 14000
- Marco Reglamentario en Temas Ambientales
- Gestión de Residuos Tóxicos y Peligrosos
- Tratamiento Biológico de Residuos Sólidos
- Tratamiento Biológico de Efluentes Líquidos
- Biotratamiento de Residuos Tóxicos y Peligrosos
- Contaminación Atmosférica
- Alternativas energéticas para reducir el impacto ambiental en la atmósfera

Con la propuesta desarrollada y una vez cumplimentado el Plan de Estudio, el Ingeniero Industrial podrá implementar un SGA en cualquier empresa u organización, integrando un equipo interdisciplinario, debiendo cumplir los siguientes pasos:

1. Establecer e implementar en forma consensuada, una política ambiental de la compañía que es una declaración de los objetivos y principios de acción de la compañía con respecto al medio ambiente.
2. Examinar el impacto ambiental de las operaciones y la performance en relación con la política de la compañía establecida según el paso anterior. Se debe realizar un “diagnóstico inicial ambiental” en cada unidad productiva de la empresa.
3. Introducir un programa ambiental que es la descripción de los objetivos específicos de mejora ambiental a ser alcanzados en cada unidad operativa y las actividades relacionadas a esos objetivos.
4. Implementar un “Sistema de Gestión Ambiental”, que es la definición de la estructura organizacional que precisará al nivel de detalle la política ambiental.
5. Definir un programa de control ambiental interno que defina y explicase los procedimientos de mediciones y control, como repetir los resultados o recomendaciones.
6. Realizar la medición y evaluación de la performance ambiental.

7. Revisar y mejorar el programa ambiental.

CONCLUSIONES

Se ha analizado el Plan de Estudios 1999 de la carrera de Ingeniería Industrial de la UNSa con el objeto de demostrar que es posible introducir algunos temas dentro del mismo para luego permitir la habilitación del profesional en la planificación estratégica del SGA.

La inclusión de los temas propuestos en las asignaturas: Química I y II, Macroeconomía, Higiene y Seguridad Industrial, Operaciones y Procesos Industriales, Formulación y Evaluación de Proyectos, Industrial II, Derecho para Ingenieros y Gestión de la Calidad, la modificación de los contenidos de la materia Gestión Ambiental, y los cursos complementarios de grado y postgrado, permiten abordar la totalidad del contenido del SGA en el Plan de Estudio.

El SGA es una herramienta imprescindible con el cambio de mentalidad tecnológica empresarial. El mismo constituirá una de las fortalezas importante en la incumbencia del título del Ingeniero Industrial, lo que posibilitará y facilitará la incorporación del profesional a equipos de trabajo multidisciplinarios para abordar con eficiencia un SGA.

Por otra parte los cursos de postgrado propuestos brindan una alternativa de capacitación y/o actualización, ya sea por legislación o por cambios tecnológicos.

ABSTRACT

Businessmen are obliged to adopt industrial conducts that do not pollute the environment since the environmental rules work as customs barriers. In this context the role of the Industrial Engineer in business turns out to be relevant since the economy, the organisational and operative dynamic (specific knowledge of their formation) are the knot of the methodology of operation of a productive system. These generators of environmental impact should be undertaken together with prevention and mitigation proposals.

For that purpose, the UNSa 1999 Plan of Study of Industrial Engineering includes subjects which contents develop some aspects of the Environmental Management System (SGA). This work analyses the said Plan of Study and, to complete the basic formation of the Industrial Engineer in SGA, it proposes modification of the fewest contents in the subject 435 Environmental Management, as well as to include complementary themes of the SGA in the plan of study of some subjects, related complementary courses, as agreed in the Plan of Study in SGA. Postgraduate Updating Courses are proposed adequate to the present legislation and to the technological changes.

Key words: Industrial Engineering, Environmental Management System (SGA), Plan of Study

REFERENCIAS

- Sargent, KWH (1996). *"A new vist for chemical engineering"*. Computers Chem. Enging, Suppl., 20, pp. S 1317 – S 1321
- Conesa Fernández, Vicente (1995). *"Auditorías Medioambientales – Guía Metodológica"*. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, Barcelona, México
- Plaza, G., Pacheco, O., Scaroni, E., Martearena, M.R. (1994). *"Capacitación Docente en Residuos y el Ambiente aplicado a un Proyecto Curricular Institucional"*. Avances en Energía Renovable, 2, 2, pp. 10.9-10.12. ISSN 0329-5184.
- Plaza, G., Morales, G, Gottifredi, J.C. (Julio 1999). *"Ingeniería Química y la Gestión Ambiental en la Empresa"*. Libro de Actas del II Congreso Mundial de Educación Internacional, Integración y Desarrollo, Buenos Aires.
- Plan de Estudio 1999. Carrera Ingeniería Industrial.* (1998). Universidad Nacional de Salta.