

Ingeniería

Revista de la Universidad de Costa Rica
Enero/Junio 1996 VOLUMEN 6 N° 1



INGENIERIA

Revista Semestral de la Universidad de Costa Rica
Volumen 6, Enero/Junio 1996 Número 1

DIRECTOR

Rodolfo Herrera J.

CONSEJO EDITORIAL

Víctor Hugo Chacón P.

Ismael Mazón G.

Domingo Riggioni C.

CORRESPONDENCIA Y SUSCRIPCIONES

Editorial de la Universidad de Costa Rica
Apartado Postal 75
2060 Ciudad Universitaria Rodrigo Facio
San José, Costa Rica

CANJES

Universidad de Costa Rica
Sistema de Bibliotecas, Documentación e Información
Unidad de Selección y Aquisiciones-CANJE
Ciudad Universitaria Rodrigo Facio
San José, Costa Rica

Suscripción anual:

Costa Rica: ₡ 1 000,00

Otros países: US \$ 25,00

Número suelto:

Costa Rica: ₡ 750,00

Otros países: \$ 15,00



Edición aprobada por la Comisión Editorial de la Universidad de Costa Rica
© 1998 EDITORIAL DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
Todos los derechos reservados conforme a la ley
Ciudad Universitaria Rodrigo Facio
San José, Costa Rica.

INGENIERIA

Revista Semestral de la Universidad de Costa Rica
Volumen 1, Número 1, Enero-Junio 1991

Revisión Filológica: Lorena Rodríguez

Diseño Gráfico, Diagramación y Control de Calidad:
Unidad de Diseño Gráfico de Revistas
Oficina de Publicaciones

DIRECTOR

Rodolfo Herrera J.

CONSEJO EDITORIAL

Víctor Hugo Chacón P.

Samuel Mazón G.

Dominico Rigioni C.

Impreso en la Oficina de Publicaciones
de la Universidad de Costa Rica

CORRESPONDENCIA Y SUSCRIPCIONES

Editorial de la Universidad de Costa Rica
Apartado Postal 75
2000 Ciudad Universitaria Rodrigo Facio
San José, Costa Rica

CARLES

Revista
620.005
I-46i Ingeniería / Universidad de Costa Rica. —
Vol. I, no. 1 (ene./jun. 1991). — San José, C. R. : Editorial
de la Universidad de Costa Rica, 1991 — (Oficina de Publicaciones
de la Universidad de Costa Rica)
v. : il

Semestral.

1. Ingeniería - Publicaciones periódicas.

CCC/BUCR—250

Costa Rica: \$ 1.000,00
Otros países: US \$ 25,00

Número suelto:
Costa Rica: \$ 30,00
Otros países: \$ 12,00



DEFINICION DE INDICADORES QUE LE PERMITAN A LA ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL MEDIR LOS BENEFICIOS OBTENIDOS EN EL SECTOR PRODUCTIVO A TRAVES DE LOS TRABAJOS FINALES

Elizabeth Coto de Morales

RESUMEN

Se diseña un instrumento de evaluación del impacto de los proyectos de graduación de la Escuela de Ingeniería Industrial. Dicho mecanismo se compone de dos partes, la primera, con un puntaje de 80 refleja para una área temática específica los puntos claves que debe desarrollar un proyecto en ese campo y la segunda parte, con un valor de 20, considera aspectos de comunicación y buena relación entre las instancias involucradas en el proyecto.

Para la validación de la metodología se escogen aquellos proyectos realizados en 1992 y 1993 que alcanzaron como mínimo un diagnóstico y diseño fuerte, grupo que asciende a 38 proyectos. Los resultados de la prueba arrojaron datos altamente satisfactorios ya que el 87% de los trabajos obtuvieron calificación por encima de 70, teniendo dicho indicador un valor promedio de 81 puntos.

Se recomienda que la Escuela de Ingeniería Industrial enfoque sus proyectos a temas más específicos para brindar al sector productivo respuestas a corto plazo y que puedan ser implementadas eficazmente. Se sugiere que cada proyecto terminado incluya una ficha técnica con la evaluación hecha y que se de a conocer en el sector productivo el "Reglamento de Panel" en Ingeniería Industrial para fortalecer el trabajo en equipo.

SUMMARY

An instrument is designed to evaluate the impact of the thesis works of the School of Industrial Engineering. The mechanism is formed by two parts, the first one, with a total value of 80 points, shows the key aspects that a project in considers the communication and the relation in between the actors involved in the project.

A validation of the methodology developed is performed for the projects finished in 1992 and 1993 that reached the minimum category of strong diagnosis and design. The results of the pilot test were highly satisfactory since 87% of the studies had a final grade higher than 70 points, being, in fact, the average, 81 points.

A recommendation is given, to the School of Industrial Engineering, in order to focus its final projects towards more specific topics so that the productive sector benefits of efficient answers in a shorter period of time and may also be able to implement the suggestions as well. It is strongly recommended that each project includes a technical sheet with the evaluation already performed. The School of Industrial Engineering is advised to promote the communication of its "Final Project Rules" so as to improve the group work.

I INTRODUCCION

En las actividades de investigación N° 323-92-710 y N° 323-94-701, inscritas en la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica, finalizadas en Diciembre de 1992 y Mayo de 1995, respectivamente, la autora hace una revisión

exhaustiva de los proyectos de graduación de la Escuela de Ingeniería Industrial, en el período 1985-1993, obteniéndose una visión completa de las áreas principales en las que dichos estudios se desarrollaron y del alcance logrado por los mismos. Una vez completada la clasificación de los proyectos por área y alcance, se detecta la necesi-

dad de medir el impacto que lograron los trabajos finales de graduación en el sector productivo nacional, para lo cual se requiere diseñar una herramienta especial de diagnóstico planteándose como hipótesis para desarrollar este esfuerzo, lo siguiente:

Con la definición de indicadores que le permitan a la Escuela de Ingeniería Industrial medir los beneficios técnicos económicos y sociales obtenidos en el sector productivo nacional a través de los trabajos finales de graduación, se logrará determinar el impacto alcanzado por estos en la práctica. Dado que la Escuela de Ingeniería Industrial ha incursionado en muchas áreas temáticas; tal y como se mostró en el informe: "Análisis de contenido y alcance de los trabajos de Graduación de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad de Costa Rica (1985-1993)", y a pesar de que la segunda actividad de investigación se planteaba solo para el área de Modelaje y Auditoría de Sistemas, se estableció el mecanismo para medir el impacto de un proyecto de graduación que calzara con cualquiera de las siguientes áreas temáticas:

- Gestión Tecnológica
- Gerencia de Proyectos y Desarrollo Organizacional
- Administración de la Ingeniería
- Liderazgo Empresarial
- Modelaje y Auditoría de Sistemas
- Productividad y Calidad
- Seguridad Ambiental y Ocupacional

Para la definición de los indicadores es preciso conocer a fondo los aspectos primordiales que conforman cada área temática, lo cual conlleva un estudio amplio de literatura y un proceso de consulta a expertos, de grado importante. El desmenuzamiento de cada área temática podría ahondarse más en el futuro si fuese necesario pero para establecer perfiles se consideró correcto el que se presentará seguidamente, y que sirve de base a la definición de los indicadores.

II DESCRIPCIÓN DE CADA ÁREA TEMÁTICA:

1. Área de gestión tecnológica

Antes de iniciar con la descripción general de esta área, es importante partir de su significado, cual es "la definición permanente de metas y objetivos de carácter tecnológico, tendientes al fomento de un proceso de toma de decisiones a nivel estratégico, táctico y operativo, que abarcan actividades de planeación, organización, integración, coordinación, control y evaluación que permitan lograr la efectividad del proceso integral de desarrollo tecnológico".¹

Partiendo de esa definición se puede determinar que la gestión tecnológica involucra muchos aspectos importantes, que no deben de analizarse separadamente, sino al contrario involucrados de tal forma que se puedan evaluar o aprovechar en su conjunto, por esa razón es que se plantea un modelo de gestión tecnológica general para que su método de evaluación sea el más sencillo.

El modelo consiste de cuatro áreas básicas que son: Tecnología, Adquisición de Tecnología, Análisis de Tecnología e Infraestructura General.

La primera subcategoría debe involucrar aspectos tales como la noción que se tiene acerca de lo que es tecnología; la definición de necesidades y la capacidad de crear tecnología.

La siguiente categoría de Adquisición de Tecnología se relaciona con los factores más operativos del modelo, ya que involucra, entre otros saber seleccionar la tecnología adecuada, escoger posibles proveedores y estudiar alternativas de financiamiento.

El tercer categoría, se refiere a la asimilación de la tecnología. Es importante analizar cómo se debe captar la información, cómo debe difundirse, qué capacitación requiere la empresa.

El último categoría es la que se refiere a la infraestructura existente y para ello deben verificarse aspectos tales como la disponibilidad del recurso humano, que debe involucrar experiencia y conocimiento.

Adicionalmente, debe medirse la posición de la administración superior con respecto a cualquier proyecto de gestión tecnológica. En este

punto se debe evaluar o tomarse en cuenta, la disponibilidad de la empresa a financiar investigaciones y desarrollo de tecnologías o nuevos productos; también hay que tomar en cuenta la legislación correspondiente.

2. AREA DE GERENCIA DE PROYECTOS Y DESARROLLO ORGANIZACIONAL

Esta división temática abarca 2 grandes categorías, descritos por separado a continuación:

2.1. Gerencia de Proyectos

En este aparte se busca conjuntar las diferentes fases de análisis que dan origen a los proyectos de inversión, a saber, preparación del proyecto y evaluación del mismo. Si se conocen plenamente los aspectos relevantes de estas fases, la Escuela de Ingeniería Industrial puede generar un mecanismo de evaluación de los estudios de graduación que realizan sus estudiantes y que se puedan clasificar como proyectos de inversión.

En la preparación se deben incluir todas aquellas variables que ejerzan algún efecto económico, financiero, político o social en el proyecto. Por ello deben incluirse todos los estudios necesarios para la determinación y evaluación de esas variables.

Los estudios que deben practicarse para garantizar la viabilidad de un proyecto en su etapa de preparación son:

- Estudio de Mercadeo: se debe partir de la interrogante de este tipo de estudio, a saber: ¿Qué, cuánto y cómo producir?. Después se debe analizar si existe una necesidad insatisfecha en el mercado o si se debe ser más competitivo en la actualidad. También se debe realizar análisis de la oferta y la demanda que permita determinar mecanismos de fijación de precios o los niveles de competencia.
- Estudio Técnico: es el que determinará la posibilidad técnica de que el proyecto se realice. Para esto deben analizarse aspectos de localización de planta o análisis de obras físicas, estudios de capacidad de planta, de

procesos, de disponibilidad de recursos y determinación de costos.

- Estudio de Organización: debe contemplar aspectos como determinación de la estructura organizativa, legales, tributarios, administrativos, recursos.
- Estudio Financiero: debe determinar los gastos del proyecto, ya sean de activos fijos o capital de trabajo. Establecer el flujo de fondos que le permitirá a la empresa operar adecuadamente. Definir posibles fuentes de financiamiento.

Además, está la evaluación del proyecto que es la que indicará la factibilidad. Para esta situación existen varias herramientas para su clasificación que dependen del tipo de proyecto, entre ellas se pueden citar la evaluación del valor actual neto, tasa interna de retorno, análisis costo-beneficio, etc.

2.2. Desarrollo organizacional

Es importante antes de adoptar una medida de evaluación, conocer el tema que da origen a la misma, por lo que se iniciará con la definición de Desarrollo Organizacional.

“Una estrategia basada en la ciencia del comportamiento, cuya finalidad es cambiar creencias, actitudes, valores, y estructura de las organizaciones de tal forma que éstas puedan adaptarse mejor a nuevas tecnologías, condiciones y retos, al ritmo vertiginoso del cambio mismo”. (2)

Para establecer un modelo que sirva para analizar la globalidad de esta área, se propone utilizar el enfoque de sistemas, para esto debe tomarse la organización como sistema, así la organización toma recursos (entradas) de un sistema mayor (medio ambiente) los transforma mediante un proceso y los retorna al medio ambiente en su forma cambiada (salidas).

Desde ese punto de vista el Sistema Organización contará con subsistemas que apoyarán y lograrán resultados individuales que luego se integrarán. Los subsistemas serán técnico, social y administrativos.

- El Subsistema Técnico: Son los elementos, actividades y relaciones que conforman el

eje productivo primario de la organización. Representa el enfoque concreto, “no humano” de la organización, debe integrarse con las otras dimensiones de la organización.

- El Subsistema Social: lo forman las personas de la organización; las funciones y relaciones entre las personas. Debe incluir las formas de autoridad, nivel social y económico, valores, normas de conducta, procesos de recompensa y castigo; los cuales conforman la dimensión humana de la organización.
- El Subsistema Administrativo: Incluye los medios de información y la red de la cual esta fluye, políticas, procedimientos, instrucciones, reportes, etc; que son requeridos para que la organización opere.

Al unir los subsistemas se determinará la supervivencia última de la organización, la cual dependerá de su habilidad para adaptarse a las demandas de su medio ambiente.

3. AREA DE ADMINISTRACION DE LA INGENIERIA

La Administración de la Ingeniería es un medio para obtener un fin. Depende del problema que se trata, la herramienta de ingeniería que se utilice también varía. Lo importante es que esta área implica toma de decisiones útil para mejorar otras áreas.

Tomando como base lo anterior, se definen los aspectos generales utilizados en el diseño de un sistema de producción. Sin embargo, como se indicó en el párrafo anterior, es necesaria la variación de las técnicas según corresponda. Para la propuesta de esta área deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- Localización de planta: deben analizarse los factores de localización y los métodos de análisis.
- Distribución de planta: deben analizarse los objetivos planeados, establecer flujogramas, técnicas de manejo de materiales, de almacenamiento y flexibilidad.
- Métodos de trabajo: Análisis de métodos y balanceo de líneas.

- Estudios de tiempos: estandarización y normalización.
- Administración de inventarios: pronósticos, clasificación de inventarios, lote, economía simple, administración del abastecimiento.
- Técnicas de Programación: programación lineal y programación secuencial.

4. AREA DE MODELAJE Y AUDITORIA DE SISTEMAS

Esta área es la que más trabajos finales de graduación se realizan, por eso se generaliza su aplicación. Esto hace describir en forma detallada lo que se debe tratar en esta área.

4.1. Teoría general de sistemas

La teoría general de sistemas enfoca el comportamiento de diferentes elementos. Exalta que cada uno de ellos existe en un contexto con el cual tiene relaciones de distinto nivel de importancia. Este nivel se determina con su aporte separado y luego se integran para producir en conjunto.

Si partimos de que “Un sistema puede definirse como un conjunto articulado de componentes o subsistemas ideados para alcanzar un objetivo” y “Una organización es un conjunto de elementos (hombres, materiales, maquinaria, equipo, dinero, etc) que interactúan entre sí para cumplir un propósito”, esas definiciones indican que los componentes básicos de un sistema son: el objetivo, los elementos y las interrelaciones entre ellas.

El objetivo es la finalidad o razón del sistema, los elementos son los entes que producen las acciones que debidamente combinados pueden lograr el objetivo y las interrelaciones son las transacciones entre los elementos, de tal forma que sus acciones conduzcan al objetivo que se desea.

Todos estos puntos relacionados con el ambiente en que se desenvuelve el sistema, son indicadores del campo que queremos investigar. Así, la teoría general de sistemas puede analizar:

- Cómo se relacionan determinados elementos y para qué se relacionan.

Cuáles elementos son necesarios y cómo se interrelacionan para brindar un resultado.

Para qué existen determinadas interrelaciones entre ciertos elementos y cuáles son todos los elementos involucrados.

Todos los aspectos mencionados nos ayudan a determinar el sistema, objetivo y ambiente. Para su análisis es necesario utilizar el enfoque de sistemas.

4.2. Enfoque general de sistemas

El enfoque de sistemas es una forma de concebir una estructura que coordine, eficaz y eficientemente, las actividades y operaciones dentro de una organización o sistema, ya que se interesa por la componente individual y hace énfasis en la función que cumple dentro del sistema, más que en la función que cumple como entidad individual, esto permite mostrar el principio general de que el todo es mayor que la suma de las partes.

Para establecer la forma en que el enfoque de sistemas va a ayudar a resolver problemas generales deben tomarse algunas directrices como:

- **INTEGRACION:** Los diferentes subsistemas se deben integrar de tal manera que se aprovechen las interrelaciones y la interdependencia entre los elementos.
- **COMUNICACION:** Los canales de comunicación entre los subsistemas deben estar abiertos todo el tiempo.
- **METODO CIENTIFICO:** Se debe aplicar utilizando las diferentes técnicas de la ciencia administrativa.
- **ORIENTACION HACIA LAS DECISIONES:** El objetivo consiste en programar sistemas de decisiones bien definidos y así se descargará, a la administración, de muchas actividades rutinarias que de otra forma estaría obligada a realizar.
- **TECNOLOGIA:** Siempre que sea posible se deberá utilizar la tecnología moderna para la aplicación de técnicas y procedimientos que puedan originarse de las directrices anteriores.

Para lograr una evaluación del enfoque de sistemas; debe ponerse en práctica: el análisis de sistemas, utilizado en la actualidad para resolver problemas generales y desarrollar sistemas de información.

4.3. Análisis de sistemas

Este análisis consiste en dividir el sistema en las partes que lo conforman, para estudiarlas y evaluarlas y determinar si existe un mejor método que satisfaga las necesidades de la administración.

Las principales razones que se presentan para realizar análisis de sistemas son:

- a. Solución de problemas: individuales o generales que se presenten en el sistema y que afecten su funcionamiento o el cumplimiento de los propósitos.
- b. Nuevas necesidades: disposiciones en la organización.
- c. Aplicación de nuevos procedimientos, métodos o tecnologías.
- d. Mejoramiento general de los sistemas: con la intención de encontrar la manera de hacer mejor lo que se está haciendo.

De lo anterior se puede determinar que el objetivo general del análisis de sistemas es perfeccionar y mejorar constantemente de los métodos con el fin de determinar la contribución de los subsistemas a los objetivos de la organización, siempre y cuando se justifiquen los cambios midiendo los beneficios potenciales en función de los costos del cambio.

Todo lo anterior es lo que se requiere para modelar un sistema, ya que los procedimientos establecidos permiten medir la situación actual y mejorarlo para obtener resultados a corto o mediano plazo.

Por otro lado la Auditoría de Sistemas puede ocupar algunos de los métodos de evaluación señalados, sin embargo, el análisis en este tipo de actividad es menos periódico, por esa razón los resultados se miden en plazos mayores.

5. AREA DE PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD

Esta división temática está conformada por dos categorías que se relacionan y si logran su objetivo común son el ideal que pretende cualquier empresa, sin embargo, para el presente trabajo se separan para que se puedan establecer medidas en cada una de ellas.

5.1. Productividad

Esta área es sumamente importante, ya que es la que permite evaluar los elementos industriales con que cuenta una empresa, puede definirse como la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados. Así entonces, dependiendo del tipo de empresa de los elementos industriales con que cuenta y de la variedad de productos que fabrique así se podría establecer la productividad.

Para medir la productividad en una empresa que fabrique un conjunto homogéneo de productos se requiere el número de unidades producidas y el total de horas-hombre invertidas en esa producción.

Una empresa que posee una mayor variedad de productos, la misma puede evaluarse por centro de utilidad, por lo que se necesita es la producción de cada centro y el número total de horas de trabajo de la empresa.

La productividad también se puede establecer en función del valor de mercado de los productos, para lo que se requieren las ventas netas de la empresa y los salarios pagados.

Las tres mediciones anteriores se pueden ampliar según lo que se requiera evaluar.

5.2. Calidad

Esta categoría es la que ha tomado más auge en los últimos tiempos, de hecho las empresas que no producen con calidad estarán en poco tiempo fuera de competencia.

Para establecer un modelo en que se pueda medir la calidad se van a tomar como base las cuatro etapas del control de calidad, que son: Control de diseño, control de materia prima y materiales, control del proceso y control de producto o postproceso.

- **CONTROL DE DISEÑO:** este estadio origina una serie de especificaciones técnicas que servirán para fabricar un producto conforme el cliente lo desea, dentro de él mismo deben realizarse gestiones tales como: planeación del producto desde el punto de vista económico, establecer el registro de vendedores, análisis de capacidad de calidad, experiencia en producciones anteriores, pruebas, establecimiento de tolerancia, normalización y elección de niveles de calidad aceptable, entre otros.
- **CONTROL DE MATERIA PRIMA:** no se logra nada si controlamos todos los aspectos de la empresa y los materiales no son de calidad, por lo que se requiere un control sobre estas entradas y garantizarlas.

Entre los aspectos más importantes de enumerar se encuentran: establecer un récord de proveedores donde se indique el historial y las relaciones con ellos mismos y se debe analizar el equipo necesario para medir la calidad y manejo de los materiales. Se deben establecer niveles de aceptación y a la vez solicitar certificación de calidad a los proveedores.

- **CONTROL DE PROCESO:** en este aparte lo que debe hacerse es controlar lo que se produce bajo las especificaciones de diseño establecidas. Se debe tener en cuenta los siguientes puestos: estudiar, el o los procesos de fabricación y análisis operacional, determinar el nivel de calidad más económico, capacidad de procesos, entrenamiento y adiestramiento de personal operativo; planear procedimientos de inspección, utilización de gráficos de control, procedimientos de reproceso, auditorías de calidad interna.
- **CONTROL DE PRODUCTO O POST-PROCESO:** se considera como el más importante, ya que es el que tiene contacto directo con el cliente.

Para distribuir el producto se debe establecer un análisis de rechazo o aceptación para que cumpla los requerimientos del cliente; además se debe brindar atención al producto expedido,

mediante auditorías de calidad en almacenes distribuidores; análisis de reclamos; de devoluciones y seguimientos del producto.

6. AREA DE LIDERAZGO EMPRESARIAL

En esta área es en la que menos cantidad de proyectos de graduación se realizan, ya que es un tema muy particular y que la Escuela de Ingeniería Industrial desarrolla poco debido a que los requerimientos del sector productivo son en otras áreas. Sin embargo, por esto deja de ser importante, sino que debe emprenderse una tarea intensa para lograr que los nuevos graduandos desarrollen un liderazgo empresarial y de mercado. Con este fin deben crearse en la ingeniería características de liderazgo, como: ser estudiante perpetuo y ser ético; tener disponibilidad total y poder de decisión; ser enérgico y confiable, sensato y modesto.

Para lograr esas condiciones se debe tener capacidad en diversas áreas, conocimientos teórico-prácticos sin ser especialista; pero sobre todo, brindar mayor énfasis a las tres áreas que sustentan toda operación: FINANZAS, CALIDAD Y RELACIONES; sobre las cuales debe evaluarse o modelarse el liderazgo.

- FINANZAS: se deben conocer y poder medir situaciones financieras sencillas como ¿De dónde viene el dinero? ¿Hacia dónde va? dominar elementos básicos como: cuentas por pagar, cuentas por cobrar, presupuestos, flujos de efectivo, utilidades, beneficios, líneas de crédito, etc.
- CALIDAD: debe abarcarse todo el aspecto de la empresa (ver área de calidad) y velar por la medición del incumplimiento.
- RELACIONES: analizar la organización y conocer el ecosistema, en donde la clave son las relaciones. Aquí deben establecerse todas las líneas de comunicación internas y externas y mantenerlas abiertas.

Además de poseer o cumplir con los principios anteriores, es importante contar dentro del liderazgo con una estrategia empresarial que permita

determinar hacia qué se debe enfocar el mayor interés empresarial; en qué momento explotarlo y de qué forma aprovechar al máximo los resultados.

También es importante velar o incluir dentro del tema de liderazgo empresarial el carácter competitivo que deben de poseer las personas encargadas de dirigir una empresa, de esa forma, su carácter es transmitido al resto de la organización y se alcanzan los objetivos planeados y resultados esperados.

7. AREA DE SEGURIDAD OCUPACIONAL Y AMBIENTAL

“Es bien sabido que solo el trabajo puede asegurar a la persona la satisfacción de sus necesidades. Sin embargo, el trabajo puede constituir una fuente de prosperidad solamente cuando la persona conserva su salud y su vida. La salud constituye para el individuo su capacidad de trabajo y producción. Todo lo que atenta contra la salud del individuo afecta su capacidad de trabajo, su productividad, su satisfacción y su motivación. (3).

Partiendo del texto anterior, es necesario establecer la medición de la seguridad ocupacional en las siguientes premisas:

- Las circunstancias propicias para los accidentes deben ser identificadas.
- La seguridad en el trabajo debe ser administrada con la misma seriedad que las demás actividades.
- Contabilizar la ejecución de la seguridad.
- Localizar y definir los errores operacionales que causen accidentes.

Con respecto a la Seguridad Ambiental, lo que hay que analizar es el logro de un Desarrollo Industrial Ecológicamente Sostenible (DIES), entendido como:

“Estructuras de Industrialización que aumentan la contribución de la deuda a las ventajas económicas y sociales para la generación presente y generaciones futuras, sin poner en peligro los procesos ecológicos fundamentales” (4).

III DISEÑO DEL MECANISMO DE EVALUACION DE LOS TRABAJOS DE GRADUACION DE LA ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

El mecanismo que se describe en este estudio consiste en determinar un conjunto de indicadores que permitan sistematizar y difundir información oportuna y confiable para medir el impacto causado por los trabajos de graduación realizados en la Escuela de Ingeniería Industrial.

El instrumento constará de dos secciones generales, la primera se refiere específicamente a la medición de resultados de los trabajos realizados en las diferentes empresas por área trabajada. Para ello se confeccionó una ficha técnica o encuesta según el área trabajada, esta indica, en términos generales los puntos o temas que se deben haber desarrollado en la investigación dirigida que se evalúe; para este fin se pondera esta parte con 80 puntos de los 100 posibles de alcanzar, dado que se considera que este tipo de análisis es importante.

La segunda será evalúa la labor desarrollada por los estudiantes en el campo personal (puntualidad, comunicación, interés, etc) y su relación con las partes (panel y contraparte). Para este fin se da una ponderación de 20 puntos, ya que es muy importante medir el comportamiento y la relación de los diferentes componentes de la Escuela con las Empresas. Como se indicó, el mecanismo consta de dos partes a evaluar; una técnica y otra de evaluación personal. En conjunto, se espera un porcentaje máximo de un 100%. Sin embargo, para calificar los trabajos finales de graduación que pudieron tener un impacto positivo en el sector productivo nacional, se espera que se alcance un puntaje mínimo de un 70%, ya que este es un promedio adecuado o normalizado que balancea las dos formas evaluadas y, a su vez, establece un requisito primordial para el buen desarrollo de las tesis de graduación.

A continuación se desarrolla la primera sesión o de evaluación por área temática. Se debe anotar aquí que como regla general, en cada uno de los aspectos a evaluar se marcará con equis la respuesta sí o no, siendo la afirmativa asociada con el puntaje indicado y la contestación negativa la relacionada con 0 puntos.

Posteriormente, se presenta la segunda sección sobre información general, que se califica de 1 a 20 puntos, en forma global, de acuerdo con el criterio y experiencia del evaluador.

A. EVALUACION POR AREA TEMATICA

1. Area de gestión tecnológica

1.1. Conceptualización: se refiere al manejo de un paquete tecnológico que se divide en cuatro tipos de tecnología, según el concepto que utiliza o requiere la empresa (20 puntos).

Sí___ No___

- Tecnología de Producto: (5 puntos)
 - = Diseño de normas y especificaciones de producto
 - = Establecimiento de requisitos generales de calidad
- Tecnología de Equipo: (5 puntos)
 - = Equipo apropiado a la situación de la empresa (Manejo, operación, producción)
 - = Disponibilidad de asistencia técnica
- Tecnología de Proceso: (5 puntos)
 - = Establecer o diseñar procedimientos óptimos
 - = Diseño de formas de organización
- Tecnología de Operación: (5 puntos)
 - = Diseño de normas de producto

Equipo y proceso, permiten asegurar la calidad, confiabilidad y durabilidad de la empresa.

1.2. Necesidades tecnológicas: es un esfuerzo que debe contemplarse desde el proceso de planeación hasta que concluya un proyecto (20 puntos).

Sí___ No___

- Capacidad tecnológica: (5 puntos)
 - = Se diseñó tecnología

- = Se organizó o dio un mejor aprovechamiento tecnológico
- Selección de tecnología: (5 puntos)
 - = Existen criterios de diseño
 - = Se especifican los alcances que debe brindar la tecnología
 - = Se evalúan la oferta y la obtención de información
- Selección de proveedores: (5 puntos)
 - = Se estructuró un mecanismo de evaluación (Garantías, obligaciones, penalizaciones, aseguramiento calidad, capacitación)
- Fuentes de Financiamiento: (5 puntos)
 - = Internas o externas (conveniencia) (Bancos, plazos, tasa de interés)

1.3 Asimilación de la tecnología: debe verse como una necesidad para proporcionar el progreso y la continuidad de la organización y, sobre todo, para lograr su efectivo, eficiente y eficaz funcionamiento (20 puntos)

Sí___ No___

- = Se promueven innovaciones que produzcan mejoramiento
- = Se incrementa calidad y productividad
- = Existe mayor facilidad en controles y mediciones
- = Se mejoran los costos
- = Se logra una integración de insumos y equipo
- = Se disminuye la rotación de personal

1.4 Infraestructura: Se refiere a la base con que cuenta la empresa para apoyar la gestión tecnológica (20 puntos)

Sí___ No___

- = Disponibilidad de Recurso Humano (Generación de ideas, promoción de proyectos)

- = Existe apoyo para la creación y desarrollo de la Gestión Tecnológica (Políticas, planificación, administración, recursos, incentivos, convenios, programas, etc)

2. Area de gerencia de proyectos y desarrollo organizacional

Esta área, para efectos de evaluación, se divide en dos sub-áreas: Gerencia de Proyectos y Desarrollo Organizacional.

2.1. Gerencia de proyectos

Para visualizar más fácilmente este punto, debe evaluarse en dos sentidos: aspectos de preparación y aspectos de evaluación del proyecto.

2.1.1. Aspectos de preparación: Dentro de ello califican todas las variables que ejerzan o puedan ejercer algún efecto económico financiero, político o social en el estudio (60 puntos).

Sí___ No___

- a. Estudio de Mercadeo: (15 puntos)
 - = Se determina la necesidad insatisfecha del producto o servicio
 - = Se estima la situación inicial de la demanda
 - = Se determina estimación futura en la demanda
 - = Estimación actual y futura de la oferta
 - = Se establecen mecanismos de la fijación de precio
 - = Análisis de los procesos de comercialización
 - = Se establecen los niveles de competencia del proyecto
- b. Estudio Técnico: (5 puntos)
 - = Determinación de capacidad diseñada y los márgenes utilizables
 - = Se evalúa la localización
 - = Se realizan estudios de las obras físicas
 - = Se determinan costos (Inversión inicial, operación y unitarios).

- c. Estudio de Organización: (15 puntos)
- = Se evalúa la estructura organizativa
 - = Se estudian las formas legales de la organización
 - = Se establecen las regulaciones, derechos y obligaciones de patronos y trabajadores (jornadas-salarios)
 - = Se evalúan los aspectos tributarios relacionados con el proyecto
 - = Se evalúan los recursos disponibles
 - = Se evalúan procedimientos y sistemas

- d. Estudio Financiero: (15 puntos)
- = Se determinan los gastos del proyecto (en inversiones de activos fijos, activos nominales, en capital de trabajo)
 - = Se determina el flujo de fondos (ingresos y egresos de operación)
 - = Se evalúan las fuentes internas y externas de financiamiento
 - = Se determina la viabilidad financiera del proyecto

2.1.2. Aspectos de evaluación: Aquí se determinará la factibilidad del estudio (20 puntos)

Sí___ No___

- = Se evalúa el valor actual neto (VAN)
- = Se determina la tasa interna de retorno (TIR)
- = Se realiza un análisis costo/beneficio
- = Se evalúa el riesgo

2.3. Desarrollo organizacional

Esta área, como se indicó, se evaluará mediante el enfoque de sistemas, analizando los subsistemas técnico, social y administrativo.

2.3.1. Subsistema técnico: En este aspecto lo importante es obtener es la productividad (medida numérica que relaciona el valor del

producto del sistema técnico con el costo en que se incurre al producirlo) Utilidad/inversión (26.7 puntos)

Sí___ No___

- = Determinación de las personas productivas
- = Evaluación de las instalaciones físicas en donde se desarrolla la acción
- = Determinación de los recursos de capital
- = Evaluación de materia prima y materiales
- = Desarrollo del flujo de actividades
- = Establecimiento de métodos y procedimientos productivos
- = Establecimiento de estándares de ejecución

2.3.2. Subsistema social: Lo que se pretende es determinar la calidad de ambiente laboral que existe en la empresa o sea la calidad que perciben los empleados en todos los aspectos del ser ciudadanos de la organización (26.7 puntos).

Sí___ No___

- = Se establece la jerarquía formal de poder
- = Se establecen valores de la organización
- = Se establecen normas de comportamiento individual
- = Se evalúan incentivos tangibles e intangibles

2.3.3. Subsistema administrativo: Debe evaluarse desde el punto de vista de la habilidad de gerente y jefes para lograr la mayor fortaleza gerencial posible (26.7 puntos).

Sí___ No___

- = Determinación del personal generador de información administrativa

- = Se establecen canales de comunicación formales
- = Establecimiento de secciones procesadoras de datos
- = Establecimiento de niveles de decisión

3. Area de Administración de la Ingeniería

En esta área, antes de cualquier evaluación, se determinarán primero las técnicas utilizadas para poder adecuar el modelo. Sin embargo, a continuación se expone el contexto general del modelo.

Sí___ No___

- Diseño de Producto (10 puntos)
 - = Método sinérgico
 - = Análisis económico
 - = Análisis del valor

- Determinación de la Capacidad de Producción (10 puntos)
 - = Función de materiales
 - = Función de mano de obra
 - = Función de maquinaria

Localización de Planta (10 puntos)

- = Se analizaron los factores incidentales en la ubicación

Distribución de Planta (10 puntos)

- = Se fijaron objetivos de distribución
- = Existió evaluación de flujogramas
- = Existió o se diseñaron técnicas de manejo de materiales
- = Se establecieron técnicas de almacenamiento

Métodos de trabajo (10 puntos)

- = Se establecieron análisis de métodos de trabajo
- = Se balancean las líneas de producción

- Estudio de tiempos (10 puntos)
 - = Se estandarizaron operaciones
 - = Se normalizaron tiempos
 - = Existió reducción de costos
 - = Se incrementó la productividad

- Técnicas de Inventario (10 puntos)
 - = Se establecen controles de materiales y productos terminados
 - = Se establecen sistemas de compra
 - = Se establecen sistemas de abastecimiento

- Técnicas de programación (10 puntos)
 - = Se definen o diseñan técnicas de programación de la producción

4. Area de modelaje y auditoría de sistemas

Esta área como se ha determinado en los diferentes análisis presentados, es la más dominante en la Escuela de Ingeniería Industrial, ya que es donde más cantidad de trabajos de graduación se han realizado. Por esa razón se propone un esquema general y por campos de acción, como: Modelaje de Sistemas (Teoría de Decisiones y Sistemas de Información) y Auditoría de Sistemas.

El modelo propuesto incluye primero el análisis general que abarca el Enfoque General y Análisis de Sistemas, obligatorio para todo trabajo en este campo y una segunda parte que involucra campos de acción, que se evalúan según el trabajo realizado.

4.1. Evaluación común:

Teoría General de Sistemas (40 puntos)
Sí___ No___

- Enfoque General de Sistemas (20 puntos)
 - = Se diseña o define claramente el objetivo del sistema

- = Se logra una integración entre los subsistemas existentes
 - = Se aprovechan al máximo las interrelaciones y la interdependencia de los elementos
 - = Los canales de comunicación entre los subsistemas son los más idóneos
 - = La delegación de autoridad está claramente establecida en los niveles del sistema
- **Análisis de Sistemas (20 puntos)**
- = Se analiza cada subsistema individualmente
 - = Contribuye cada subsistema al cambio o mejoramiento de los objetivos de la organización
 - = Se crean nuevas necesidades
 - = Se implementan nuevos procedimientos, métodos o tecnologías
 - = Se propone un proceso de retroalimentación que alimente el sistema total

4.2. Alternativa 1: Modelaje de sistemas: Como se indicó este punto incluirá uno de dos aspectos, Teoría de Decisiones y Sistemas de Información, los que se dividen y evalúan como se describe a continuación:

Sí ___ No ___

4.2.1. Teoría de Decisiones (40 puntos)

- = Se formulan correctamente los problemas a analizar
- = Se desarrollan las alternativas de solución
- = Se establecen los métodos (técnicas) para decidir entre las alternativas
- = Se obtienen los resultados esperados con las técnicas utilizadas
- = Se comunican los resultados obtenidos
- = Se proponen medidas de corrección

4.2.2. Sistemas de Información: (S.I.) (40 puntos)

- = Se realizó un análisis de los componentes físicos requeridos para un S.I.

(Equipo de cómputo, programas, bases de datos, procedimientos, personal de operaciones)

- = Se diseñaron o analizaron las funciones de procedimientos (proceso de transacciones, creación de archivos, producción de informes)
- = Se diseñó el S.I. para servir de soporte a la toma de decisiones (decisiones programables y no programables)
- = Se estructuró el S.I. para actividades administrativas (control operacional, control administrativo, planeación estratégica)
- = Se estructuró el S.I. para funciones organizacionales (subsistemas de cuentas, producción, recursos humanos, financiero contable, etc)

4.3. Alternativa 2: Auditoría de sistemas: Este aparte se refiere a la auditoría o evaluación que requieren los diversos sistemas o subsistemas (calidad, producción, financiero-contable, etc) para un desarrollo y un control adecuado.

Sí ___ No ___

4.3.1. Auditoría de Sistemas: (40 puntos)

- = Se estableció la obligación de la Alta Gerencia para el control del sistema
- = Se establece evaluación técnica, operacional y económica de los sistemas
- = Existe evaluación del equipo de cómputo y programas existentes y propuestos
- = Existe el personal idóneo para auditar sistemas dentro de la empresa
- = Se brinda capacitación al personal encargado de realizar auditoría
- = Los resultados de las auditorías sirven para retroalimentar los sistemas

5. Area de productividad y calidad

La división de esta área se debe a razones de medición, ya que estas son complementarias, pero el modelo se propone para cada una de ellas.

5.1. Área de productividad (80 puntos)

Sí ___ No ___

- Conjunto homogéneo de productos (26.7 puntos)
 - = Se establece la productividad en función del número de unidades producidas vs número total de horas-hombre
- Variedad de productos (26.7 puntos)
 - = Se establece la productividad en función del centro de producción vs número total de horas de trabajo de la empresa
- Valor Comercial (26.7 puntos)
 - = Se establece la productividad en función de las ventas netas de la empresa vs los salarios pagados por la misma

5.2. AREA DE CALIDAD

- Control de diseño (20 puntos)
 - = Se realizaron análisis estadísticos de los diferentes diseños
 - = Se clasificaron los vendedores acorde a la calidad
 - = Se realizó una investigación tecnológica de acuerdo a la capacidad de calidad
 - = Se realizaron pruebas piloto para evaluar el diseño
 - = Se establecieron las tolerancias permisibles
 - = Se estableció la norma de producción
 - = Se establecieron los procesos de inspección
 - = Se establecieron los niveles de calidad aceptables
- Control de Materiales (20 puntos)

- = Se estableció un registro de proveedores
- = Se incorporó equipo de información de la calidad
- = Se entrenó al personal para realizar procesos de inspección
- = Se establecieron especificaciones de los materiales requeridos
- = Se diseñó un adecuado manejo de materiales
- = Se estableció un sistema de cotizaciones y órdenes de compra
- = Se diseñó un control estadístico de aceptación y rechazo
- = Se exige certificación de calidad a proveedores
- Control de Proceso (20 puntos)
 - = Se realizaron estudios del proceso de fabricación
 - = Se hicieron análisis de las diferentes operaciones
 - = Se determinó el nivel de calidad más económico
 - = Se estableció la capacidad de los procesos
 - = Se establecieron gráficos de control
 - = Se establecieron procedimientos para reprocesar productos defectuosos
 - = Se diseñaron auditorías de calidad

- Control Post-proceso (20 puntos)

- = Se establecieron auditorías de calidad en lugares de venta
- = Se estableció un análisis de reclamos
- = Se estableció un análisis de devoluciones

6. Área de liderazgo empresarial

Esta área es en la que menos trabajos de graduación se han realizado. El modelo que se plantea es genérico, por eso debe adecuarse al mismo para la evaluación de un proyecto concreto.

Sí ___ No ___

- Relaciones (20 puntos)
 - = Se establece el nivel de relaciones de la empresa
 - = Se establecen los niveles de responsabilidad y autoridad
 - = Se establecen las líneas de comunicación interna y externa
 - = Se establece el perfil de liderazgo dentro de la empresa
- Calidad (20 puntos)
 - = Se transmiten los conocimientos de calidad en la organización
 - = Se establecen mecanismos de control, donde participan todos los interesados
 - = Se informa al personal de los logros en calidad
- Finanzas (20 puntos)
 - = Se transmiten los conocimientos de finanzas en la organización
 - = Existe participación en la toma de decisiones financieras
 - = Existe comunicación de las desventajas o ventajas financieras en la organización
- Interés Empresarial (20 puntos)
 - = Se explotan los momentos de auge y liderazgo de la empresa
 - = Se aprovechan los resultados de la empresa en el momento adecuado
 - = Se trasmite un carácter competitivo dentro de la organización
 - = Se reconoce los valores humanos como el verdadero cimiento de la organización

7. Area de seguridad ocupacional y ambiental

Sí___ No___

Seguridad Ocupacional (40 puntos)

- = Se debe establecer la capacitación en esta área
- = Se conocen las posibles causas de accidentes
- = Se posee inventarios adecuados del equipo de seguridad ocupacional
- = Se tiene demarcada el área de riesgo de accidentes
- = Se define un departamento o sección de seguridad
- = Se llevan registros de accidentes
- = Se establece un control de causas de los errores operacionales que causen accidentes

Seguridad Ambiental (40 puntos)

- = Se diseñó algún mecanismo de medición de la seguridad ambiental
- = Se establecen métodos de optimización de procesos
- = Se establece capacitación en seguridad ambiental

B. INFORMACION GENERAL (20 puntos)

- Las personas que realizaron el proyecto de graduación, se caracterizaron por:

-responsabilidad o irresponsabilidad	- esfuerzo o falta de interés	-trabajo o falta de personalidad
--------------------------------------	-------------------------------	----------------------------------

- puntualidad o impuntualidad	- respeto o irrespeto
-------------------------------	-----------------------

Otras

- Existió coordinación en las reuniones realizadas:

Sí___ No___

- La asistencia del panel evaluador fue constante durante el desarrollo del proyecto:

Sí___ No___

La relación con el panel evaluador de la Escuela de Ingeniería Industrial fue:

- _____ Excelente
- _____ Muy Bueno
- _____ Bueno
- _____ Regular
- _____ Malo

El tema desarrollado satisfizo las necesidades de la empresa?

Sí_____ No_____

Cuáles cree usted que son los beneficios económicos obtenidos por parte de su empresa con el trabajo realizado?

Cuáles cree usted que son los beneficios sociales obtenidos por ambas partes con el proyecto realizado?

La duración del proyecto, permite el desarrollo correcto de las propuestas realizadas?

Sí_____ No_____

Por qué

La empresa cuenta con los recursos necesarios para desarrollar las propuestas hechas en el proyecto?

(Explique) _____

Es necesario, según el mecanismo diseñado, llevar a cabo una validación, para esto se escogerán aquellos trabajos de graduación realizados en 1992 y 1993 que alcanzaron como mínimo un grado de diagnóstico fuerte y diseño fuerte. Por eso se seleccionarán proyectos que prometan ser exitosos para luego concluir si las contrapartes interesadas consideraron que realmente lo fueron.

De igual modo, es importante mencionar que la validación se hará en proyectos recientes,

1992 y 1993, porque se facilita el contactar las contrapartes correspondientes en las instituciones en las que se ejecutaron los proyectos y porque dentro del marco de la revisión curricular de la Escuela de Ingeniería Industrial se ha puesto gran esfuerzo en mejorar los proyectos de graduación en los últimos dos a tres años. Resulta atractivo para la Escuela conocer lo que está ocurriendo en estos años, en relación con los nuevas directrices aplicadas.

IV- VALIDACION DEL MODELO DE INDICADORES DE UN PROYECTO EXITOSO EN INGENIERIA INDUSTRIAL

1- Conceptos Generales

Este apartado consiste en la evaluación del mecanismo diseñado para medir la contribución de la Escuela de Ingeniería Industrial al sector productivo nacional. Como se indicó en el capítulo anterior, la evaluación tendrá dos secciones generales, de ellas; la parte técnica involucra generalidades como: beneficios, relación de estudiantes-contraparte y profesores-contraparte, entre otros. Cada parte tendrá una ponderación de 80% y 20% respectivamente. Como premisa fundamental de evaluación se estableció un trabajo final de graduación exitoso o con buen desarrollo, debe obtener un porcentaje mínimo de un 70%.

El sistema de calificación, tendrá un total de 100 puntos (80 puntos para la parte técnica y 20 puntos para las preguntas generales). En la parte técnica hay que indicar que, a cada área temática se le asignó un valor de 80%; sin embargo, esa calificación o ponderación puede variar según el número de áreas temáticas desarrolladas; por ejemplo, si se trabaja en dos áreas, la ponderación será de un 40% para cada una de ellas y la división debe realizarse entre el número de áreas desarrolladas.

El número de tesis por evaluar asciende a 38 de un posible total de 82 para el período 1989-1993, pues se considera más factible evaluar los dos últimos años, a saber: 1992 y 1993; de los cuales se puede obtener una información real y fidedigna por que son los trabajos más recientes. Además, se considera que las tesis evaluadas son

una muestra representativa de la población posible, y que corresponde a un 46,34%.

La evaluación se realizó telefónicamente y se entrevistaron las personas que formaron parte del panel evaluador como contraparte de las empresas donde se realizaron los trabajos.

2. Resultados de las entrevistas

Los resultados se van a exponer desde el punto de vista de la calificación obtenida por los proyectos de graduación por año y luego se hará un resumen total de los 38 trabajos evaluados por área temática.

2.1 Año 1992

Los proyectos que pudieron tener un impacto positivo suman 14. Estos se evaluarán con el mecanismo diseñado y de ellos solo dos trabajos obtuvieron calificación inferior a un 70% (67% y 62%), lo que representa un 15% aproximadamente. Esto implica que el restante 85% fueron bien desarrollados y calificados.

El promedio obtenido luego de la evaluación fue de 79%, porcentaje que se considera bastante aceptable, por la complejidad y lo difícil que resulta lograr un resultado positivo o significativo dentro de las diferentes empresas donde se llevan a cabo este tipo de proyectos.

2.2 Año 1993

Los trabajos a evaluar son 24, de las cuales solo 3 obtuvieron calificaciones menores a un 70%, lo que significa un 12.5% aproximadamente, de la población de ese año. Como puede observarse existe un crecimiento con respecto al año anterior ya que un 87.5% de los proyectos fueron bien desarrollados y calificados; a esto hay que agregar que el número de estudios en el año 1993 es mucho mayor que en 1992; de ahí que sea aún más importante el crecimiento indicado; además, de que el promedio obtenido luego de la evaluación fue de un 82%, que se considera un porcentaje alto, muy con-

veniente para los intereses de la Escuela de Ingeniería Industrial.

2.3 Área temática

Las evaluaciones se separarán por área temática con el fin de poder establecer en cuáles de ellas se debe poner mayor atención.

Se inicia con el área de Productividad y Calidad, por ser esta el área donde se realizaron más trabajos positivos en el período de 1992-1993. El número de tesis analizadas en este período asciende a 14, de las cuales 9 se trabajaron exclusivamente en esta área. De las cinco, dos de ellas trabajaron con el área de Modelaje y Auditoría de Sistemas, una segunda con Administración de la Ingeniería, otra con Seguridad Ambiental y Ocupacional y la última con el área de Gerencia de Proyectos y Desarrollo Organizacional).

Los puntajes obtenidos son bastante significativos, ya que solo una tesis obtuvo un porcentaje menor de 79 (un 67%) lo que implica que el 93% de ellas ha dejado un impacto positivo en el sector productivo nacional; el promedio de evaluación en esta área es de un 83%.

En el área de Modelaje y Auditoría de Sistemas se desarrollaron 11 estudios, dos de ellos junto con Productividad y Calidad según se indicó anteriormente; todos ellos obtuvieron calificación mayor de 70 puntos, razón por la cual se puede indicar que esta área ha logrado su objetivo de dejar un efecto indudable en el sector productivo; el promedio de evaluación es de un 83%.

En el área de Administración de la Ingeniería se realizaron 8 proyectos, dos de ellos mezclados, uno con Productividad y Calidad y el otro con el área de Gerencia de Proyectos y Desarrollo Organizacional. En este caso el 63% (5 casos) de los trabajos analizados obtuvieron puntajes de evaluación menores al 70%. Esta situación esta situación debe ser tomada en cuenta por la Escuela, con el fin de que se revise el impacto negativo que se presenta en esta área. El promedio de evaluación es de un 69%.

En el área de Gerencia de Proyectos y Desarrollo Organizacional se desarrollaron 7 estudios, tres de ellos mezclados, uno con Productividad y

Calidad; otro con Administración de la Ingeniería y un último con Gestión Tecnológica. Solo uno de ellos obtiene un puntaje menor al 70% y el promedio de evaluación es de un 79%.

En el área de Gestión Tecnológica se realizaron 3 estudios uno de ellos junto con Gerencia de Proyectos y Desarrollo Organizacional; los tres alcanzaron una evaluación positiva y con un promedio de evaluación de 83%.

Por último, se estudia el área de Seguridad Ambiental y Ocupacional donde se desarrollaron 2 proyectos: uno de ellos junto con Productividad y Calidad; ambos tuvieron una evaluación positiva con un promedio de un 86%, que corresponde al porcentaje más alto que se obtiene, sin embargo, es el área donde menos trabajos de graduación se realizaron después del área de Liderazgo Empresarial donde en el año 1993 se desarrolló solamente una tesis, pero no obtuvo el grado necesario para impactar el sector productivo nacional.

El cuadro resumen No. 1 permite observar el desglose de proyectos desarrollados por área te-

Cuadro No. 1

Proyectos desarrollados por área temática y promedio de evaluación

Area temática desarrollados	No. de proyectos	Promedio evaluación obtenido (%)
Productividad y Calidad	14	83%
Modelaje y Auditoría de Sistemas	11	83%
Administración de la Ingeniería	8	69%
Gerencia de Proyectos y Desarrollo Organizacional	7	79%
Gestión Tecnológica	3	83%
Seguridad Ambiental y Ocupacional	2	86%
Liderazgo Empresarial	-	-
Total	45 (*)	80.1%

(*) El total de 45 refleja 38 trabajos, de los cuales algunos trabajaron dos áreas temáticas simultáneamente y aparecen contabilizados en el cuadro más de una vez.

mática y los promedios de evaluación obtenidos en cada uno de ellos. Se observa el hecho de que el promedio global de evaluación obtenido es de 80.1% que es muy cercano al 81% que se obtiene de la evaluación de los 38 trabajos considerados en la etapa de validación del modelo. Ambos porcentajes no coinciden totalmente dado que los datos de la tabla, en la columna de proyectos desarrollado, toman en cuenta, de los 38 evaluados, algunos proyectos más de una vez. En todo caso, un promedio de calificación de 81% se considera un nivel muy aceptable.

3. Características generales

Aquí se exponen las características generales, más comunes que se detectaron en la evaluación del mecanismo propuesto para la medición del impacto que logra la Escuela de Ingeniería Industrial se citan las siguientes:

- Relación y asistencia del panel asesor: se presentaron muchos comentarios sobre la inasistencia del panel asesor de la Escuela de Ingeniería Industrial, esta situación debe corregirse por el prestigio de la Universidad, o en su defecto aclarar que no es obligación del panel asistir a todas esas reuniones, en las cuales el profesor coordinador es el único que posee esa responsabilidad. Con respecto a la relación profesional se obtuvieron sólo buenos comentarios.
- Tiempo de desarrollo de los proyectos: los proyectos evaluados y, comúnmente todos los que desarrolla la Escuela de Ingeniería Industrial tiene como característica principal que sus resultados, según manifestación de los beneficiarios del servicio (sector productivo nacional), son de mediano a largo plazo. Esto se debe a que se trata de abarcar problemáticas muy amplias, y el resultado esperado no se puede obtener a corto plazo. La Escuela podría reconsiderar esta situación y proponer solución a problemas más particulares dentro de las empresas,

considerándose que se trata de proyectos de graduación a nivel de Licenciatura.

Beneficios económicos y sociales; en este sentido hay que indicar que en la mayoría de empresas, los beneficios no se tienen cuantificados, sin embargo, se tienen claros y se tiene además la certeza de que son muchos y muy importantes para las partes interesadas.

Entre los beneficios que se anotan con mayor frecuencia están:

- Nuevos métodos de trabajo
- Aplicación de nuevas técnicas
- Reducción de costos
- Redistribución de planta
- Establecimiento de sistemas preventivos de mantenimiento industrial.
- Desarrollo de sistemas de calidad
- Mejoramiento de productividad
- Obtención de mayor eficiencia
- Aprovechamiento en manejo de materiales (Eliminación materiales en proceso).
- Mejoramiento de flujos de proceso
- Eficiencia en las operaciones
- Aplicación y evaluación de nuevas tecnologías
- Mayor capacitación del personal
- Cuestionamientos externos.

Entre los beneficios que recibe la Universidad, está la proyección activa hacia la comunidad (sector productivo nacional) relación empresarial, prestigio, agente de empleo, obtención de audiovisuales y algunos recursos económicos

para desarrollarse de una mejor forma y un mejor nivel profesional para los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Industrial.

4- Conclusiones y Recomendaciones

Este informe se realiza para dar seguimiento al proyecto de investigación No. 323-92-710 desarrollado por la Inga. Elizabeth Coto de Morales, el cual sirvió de base para actualizar la Clasificación de proyectos de graduación de los años 1992 y 1993. Dicha actualización tomó como base un 82% y un 84% de los estudios realizados en esos años, porcentajes que se consideran representativos para generalizar su comportamiento.

Los porcentajes de evaluación promedio por área temática son bastante razonables, pero se destaca el área de Seguridad Ambiental y Ocupacional con un 86% seguido por un 83% de Productividad y Calidad, y después por las áreas de Administración de la Ingeniería y Gerencia de proyectos y Desarrollo Organizacional, las cuales alcanzaron de 69% y 67% respectivamente.

Es importante indicar que el promedio generalizado de los proyectos evaluados asciende a un 81%.

También es importante indicar que de los 38 trabajos evaluados, un 87% ha tenido un impacto positivo en las empresas donde se desarrollaron. Además se obtuvo información importante en relación con beneficios que brinda la Escuela al sector productivo nacional mediante sus trabajos finales de graduación, entre los que se destacan: reducción de costos, aplicación de nuevos métodos de trabajo, aumento de eficiencia, desarrollo de sistemas de calidad, aplicación de nuevas técnicas, desarrollo de nuevas tecnologías, etc., y esto sirve de base para recibir beneficios externos.

Dentro de las recomendaciones, debe considerarse que la Escuela de Ingeniería Industrial debe velar por desarrollar las áreas temáticas proporcionalmente, para instruir a los nuevos graduandos en diversas disciplinas. Además, debe enfocar sus trabajos a temas más específicos, con lo que se logrará mayor eficacia, se obtendrán respuestas a corto plazo y podrá generar más cantidad de proyectos.

Se recomienda utilizar el mecanismo propuesto para medir el impacto que tienen los proyectos en las empresas donde se desarrollan, por lo que se debe desarrollar, para esto se debe desarrollar una ficha técnica para la evaluación de los diferentes proyectos. Dicha ficha deberá estar compuesta del documento de clasificación por área temática y alcance logrado según diseño en la actividad de investigación No. 323-92-710 y de la evaluación propuesta en el informe final del proyecto No. 323-94-701 debidamente completada por la contraparte y evaluada por el estudiante que ejecutó el proyecto de graduación.

También se debe informar a los beneficiarios del servicio, sobre las condiciones o reglas del Reglamento de Panel en Ingeniería Industrial, para lograr una compenetración mayor del trabajo en equipo. Se sugiere controlar la participación de los profesores en las reuniones de panel, de modo que el estudiante esté sujeto realmente al modelo propuesto por el Reglamento de panel asesor-evaluador.

Bibliografía

1. Aguilar Chavarría Floria; Jara Vásquez Julieta y Fernández Picado Virginia. Evaluación de la Gestión Tecnológica en Instituciones

Estatales. Proyecto de Graduación. Escuela de Ingeniería Industrial, Universidad de Costa Rica. Julio, 1998. Tomo 1.

2. Aryeh Attir; Desarrollo Organizacional (San José, OFIPLAN) Pag.1. 1979.
3. Tawfik and Chauvel; Administración de la Producción, Mc Graw Hill, México, 1992. Pág. 340.
4. ONUDI: Debates de la Conferencia sobre Desarrollo Industrial Ecológicamente Sostenible, Copenhague, Dinamarca, 1991, pág. 15.
5. Informe final de la actividad de Investigación No. 323-94-701 "Investigación de variables que definan un perfil de proyecto de graduación exitoso en Ingeniería Industrial" realizado por Inga. Elizabeth Coto de Morales, M.Sc. Junio 1995. Inscrito en Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica.
6. Informe final de la actividad de investigación No. 323-94-710 "Análisis del contenido y alcance de los Trabajos de Graduación de la Escuela de Ingeniería Industrial (1985-1990)" realizado por Inga. Elizabeth Coto de Morales, M.Sc. Inscrito en Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica.

Rodolfo Herrera J.

El profesor L. González estuvo vinculado con la topografía y la geodesia en el país en el periodo del 40 al 50, posiblemente debido a que es el único ingeniero con capacidades matemáticas suficientes para afrontar cierto tipo y nivel de cálculos y problemas. Él laboró para el IGN como jefe de las secciones de Topografía y de Cálculo y Estadística (Herrera, 1993). Durante ese periodo realizó muchos trabajos interesantes y útiles sobre errores de observación y compensación de triangulaciones y nivelaciones en topografía, así como en el campo de la geodesia, un ejemplo de los cuales es el que aquí se publica. En esa época se necesitaba dedicar mucho tiempo al cálculo numérico, labor que el profesor González realizó con "paciencia benedictina" como se dice, lo cual se evidencia en las 78 páginas de tablas realizadas como complemento útil del trabajo teórico aquí publicado, las que no se han editado por razones obvias de espacio y porque hoy día su programación para una computadora sería lo razonable.

En la década del 50 trabajando en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Costa Rica parte de sus trabajos y experiencia en estos campos quedó plasmada en una obra inédita que denominó: Teoría de los Errores de Observación (1953-59), habiendo también dictado un curso en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Costa Rica en 1955 bajo el nombre de Teoría de los Errores y Método de Cuadrados

1 Ing. Prof. Univ. de Costa Rica (1941-1962)
 2 Ing. Profesor jubilado de la Esc. Topografía Fac. Ing., Univ. de Costa Rica
 3 Ing. Dr. Prof. Emérito, Fac. Ing., Univ. de Costa Rica, Director Rev. Ingeniería.