



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**FACULTAD DE INGENIERÍA
DIVISIÓN DE INGENIERÍA MECÁNICA E INDUSTRIAL**

**ESTABLECIMIENTO DE UN LABORATORIO DE
ESTUDIO DEL TRABAJO
PARTE ESCRITA DEL EXAMEN PROFESIONAL
PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

**ASESOR:
ING. CARLOS SÁNCHEZ MEJÍA VALENZUELA**

**ALUMNO:
JUAN RODRIGO ESPERANZA UREÑA
No. Cuenta 9758010-6**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A mi madre, mis hermanos y amigos

**Deseo expresar mi agradecimiento al
Ingeniero Carlos Sánchez Mejía Valenzuela y a la Maestra
Silvina Hernández García por el enorme apoyo que me
brindaron para la realización de este trabajo.**

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	2
CAPÍTULO 1	4
IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	
CAPÍTULO 2	8
MARCO TEÓRICO DE LOS MÉTODOS DE ANÁLISIS PARA EVALUAR ALTERNATIVAS	
- 2.1 Método Científico	9
- 2.2 Método Solucionador de Problemas	10
- 2.3 Método del Análisis en Ingeniería	12
- 2.4 El Proceso de Diseño en Ingeniería	15
CAPÍTULO 3	19
APLICACIÓN DEL MÉTODO “EL PROCESO DE DISEÑO EN INGENIERÍA”	
- 3.1 Reconocimiento del Problema	20
- 3.2 Especificar	20
- 3.3 Proponer Soluciones	31
- 3.4 Evaluando Alternativas	39
CAPÍTULO 4	40
RESULTADOS OBTENIDOS	
CAPÍTULO 5	47
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
BIBLIOGRAFÍA	50
ANEXOS	52

INTRODUCCIÓN

La ingeniería industrial, en su misión por elevar la productividad, debe tomar en cuenta entre otras cosas, que estamos viviendo en un mundo globalizado, en el cual, la competencia se acentúa, el público se vuelve cada día más exigente y donde las normas y estándares de calidad son cada vez más elevados. La aplicación adecuada del estudio y la medición del trabajo traerá consigo el eficiente aprovechamiento de recursos, así como un beneficio tanto para el cliente como para el proveedor. En otras palabras, mediante mejores productos a un menor costo, el precio al público disminuye y el nivel de vida se incrementa. Esta es finalmente la meta por alcanzar en la economía globalizada de nuestro tiempo.

La importancia de este trabajo recae en la necesidad de un lugar donde se pueda empatizar con los individuos que laboran en las organizaciones y poder desarrollar la creatividad que innove los procesos productivos actuales y así formar un laboratorio único que genere nuevas técnicas didácticas que se hereden de generación en generación.

El objetivo de la propuesta se convierte también en la justificación de la misma: Contar con un laboratorio equipado, donde se puedan simular procesos productivos para aplicar las técnicas de ingeniería de métodos, medición del trabajo e ingeniería industrial que estimule el análisis crítico, la creatividad y el ingenio de los alumnos preparándolos para su desarrollo profesional.

El concepto de un laboratorio se define como una "oficina de experimentos químicos, o de preparación de medicinas. Oficina de trabajos técnicos, o de investigaciones."¹

La propuesta de un Laboratorio de Estudio del Trabajo responde a la necesidad de mejorar la formación del ingeniero industrial. Siendo parte fundamental de la estructura de la ingeniería industrial las relaciones humanas, es de vital importancia comprender las condiciones de trabajo bajo las cuales, los trabajadores desarrollan sus actividades. De esta forma, se pueden implantar mejoras a las estaciones de trabajo establecidas, alcanzando destreza, seguridad y rapidez en los movimientos de estos trabajadores y el Laboratorio de Estudio del Trabajo ofrece tal posibilidad.

Las prácticas observadas a lo largo de la elaboración de este trabajo, plantean situaciones reales en el campo laboral que darán las herramientas necesarias a los futuros ingenieros industriales para resolver problemas recurrentes que pudieran presentarse en las industrias. Además, permiten poner en práctica los conocimientos para encontrar un método más eficiente que pueda reducir cualquier gasto innecesario de recursos.

La misión será entonces, proporcionar a los alumnos de la Licenciatura de Ingeniero Industrial los conocimientos básicos y desarrollo de habilidades en las técnicas de métodos y medición del trabajo que les permita resolver los problemas relacionados con la producción de la industria y los induzca a un desarrollo profesional competitivo.

¹ Diccionario Mayor Enciclopédico de la Lengua Castellana. Tercera Edición Tomo 2. Buenos Aires, Codex, 1972. p.725.

Para lo cual, este trabajo presenta en su capítulo primero, la definición del problema, en donde se abarca la normatividad de varias instituciones educativas, el marco de referencia de nuestra institución y la necesidad de un laboratorio para la materia de Estudio del Trabajo.

En el capítulo segundo, se exponen varios métodos para la resolución del problema citado en el capítulo anterior y se justifica el método a utilizar.

En el capítulo tercero, se le da cuerpo a la propuesta de solución, siguiendo paso a paso el método seleccionado.

En el capítulo cuarto, se presentan los resultados obtenidos con el costo del equipo del laboratorio y la distribución de áreas del mismo.

Finalmente, se plantean las conclusiones a las que se llegaron y se hacen recomendaciones para un futuro cercano.

Mi principal anhelo es la titulación. Fueron cinco años durante los cuales hice una autorreflexión hacia mi persona, mi país y la vida en sí. Sé de lo que soy capaz y estoy seguro de que donde quiera que me encuentre desempeñando mi profesión, lo haré exitosamente. En el transcurso de la licenciatura fui desarrollando una visión personal de cómo debe ser un ingeniero. No pude haberlo hecho yo solo, fue posible gracias a los conceptos que aprendí y la experiencia que me transmitieron mis profesores. Siento que el ingeniero debe tener presencia, desde su vestimenta hasta la forma de expresarse, tener conciencia de sus actos para con la sociedad y para con su país. Combatir la corrupción y la burocracia con ética profesional, ya que por esta vía será cómo México realmente cambie. Tener en mente que la planeación es indispensable y que los *bomberazos* son cosa del pasado. Considero que se pueden tomar como referencia países industrializados en los que el concepto de ganancia, radica en la venta de volumen y no en altos márgenes de ganancia; en donde la inversión de tiempo en la planeación y preparación de proyectos es lo más importante para obtener los resultados esperados. Naciones que no sólo sobresalen en la ingeniería, sino también en el aspecto económico y en los deportes.

Pero mi mayor sueño es tener seguridad en todos los aspectos de mi vida. Formar una familia, ser un buen padre y un ingeniero sobresaliente. Realizar mi trabajo con gusto, es decir, trabajar para vivir y no vivir para trabajar, y ser una persona que le encuentre a toda situación lo positivo e interesante.

CAPÍTULO 1
DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

“Si lo que se aprende no se usa, pronto se olvidará.

Se ha afirmado que el 40 por ciento de los hechos de la historia de un país que se aprendieron en un curso universitario se olvidó después de un año y que un curso de química de la secundaria, 5 años después sólo se recuerda un 19 por ciento.”²

“Si el alumno debe llevar a cabo multiplicidad de operaciones mentales para entender significados, resolver situaciones críticas, producir nuevos ordenamientos o procurar originales aperturas, parece razonable instruirlo en el aprendizaje de cada una de las operaciones más críticas que suelen intervenir en la elaboración de sus procedimientos cognoscitivos.

No importa cuál fuere el área en que actúe, si su propósito es descubrir algún tipo de relación entre algunos hechos, deberá aprender a diferenciar entre lo pertinente y lo accesorio, lo aparente y lo irrefutable, lo que es una impresión y lo que es una realidad. En el momento de expresar sus inferencias, también habrá aprendido a verificar la suficiencia y representatividad de los casos; a efectuar comparaciones sobre la base de análogas unidades de medición; a identificar con precisión la incidencia de cada variable y las concomitancias circunstanciales; a juzgar si sus conclusiones se deducen necesariamente; a advertir si las relaciones que pretende establecer son correlacionales o causales, etc. Para organizar la información con algún propósito (comprenderla y recordarla mejor, presentarla al juicio de terceros, etc.), es necesario aprender a elaborar las distintas formas de encarar tal actividad: tablas, gráficos, matrices, modelos, paradigmas, planos, etc., así como las normas que regulen su eficiencia y validez.

[...] En estos tipos de contenidos instrumentales se logran adecuados aprendizajes cuando se asegura su continuidad y permanente refuerzo a través de constantes aplicaciones prácticas. Si el enfoque es predominantemente informativo, puramente teórico, [...] la inclusión en el currículo de dichos contenidos instrumentales carecerá totalmente de significación.”³

Es importante tomar en consideración, que existen tres tipos de alumnos:

- El alumno visual, el cual aprende los conceptos expuestos de manera gráfica.
- El alumno auditivo, el cual conserva los datos expuestos de manera oral.
- El alumno sinestésico, el cual al poner en práctica a través del tacto la parte teórica de la enseñanza, llega a aprenderla.

El alumno sinestésico es el blanco directo del laboratorio, ya que es la vía que éste reconoce para un aprendizaje significativo.

² CRONBACH, Lee. Educational Psychology. Harcourt, 1963 en LAFOURCADE, Pedro. Planeamiento, Conducción y Evaluación en la Enseñanza Superior. Buenos Aires, Kapelusz, 1974. p 72.

³ LAFOURCADE, Pedro. Planeamiento, Conducción y Evaluación en la Enseñanza Superior. Buenos Aires, Kapelusz, 1974. pp 75-76.

El problema es la inexistencia de un laboratorio de Estudio del Trabajo. A lo largo de este trabajo, se observaron las prácticas realizadas por la M. en I. Silvina Hernández García. Las condiciones en las que éstas se llevaron a cabo, no son las deseadas por los profesores ni los alumnos para que el aprendizaje sea eficiente; ni son las especificadas por el marco normativo del CACEI y CIEES, como se pueden observar en los pies de nota 4 y 5 respectivamente.

“

ANEXO 2	EQUIPAMIENTO MÍNIMO DE LABORATORIOS	INGENIERÍA INDUSTRIAL
---------	-------------------------------------	-----------------------

LABORATORIO DE INGENIERÍA DE MÉTODOS

1. Determinación de tiempos de maquinado, ensambles, acabados, etc. 2. Balanceo de estaciones y líneas de ensamble.

Infraestructura: tacómetros, cronómetros, cronógrafos, prensa troqueladora, cizalla, cortadora de disco, dobladora, torno, taladro, punteadora, equipo audiovisual (pantalla, monitores, proyectores, cassettes y cámaras de video) y línea de producción con velocidad variable.”⁴

“6.3 El equipamiento de los laboratorios debe realizarse de manera que su diseño y operación permitan la participación del profesorado que imparta los cursos respectivos, y fomenten el desarrollo de las habilidades y la creatividad de los alumnos.

6.4 Los laboratorios deberán tener características de suficiencia, actualidad y buen mantenimiento.”⁵

La carrera de Ingeniería Industrial ya está acreditada por CACEI, aunque en el Manual del CACEI – Reporte para la Acreditación / Criterios de Evaluación – Requisitos Mínimos, página 9, se cita lo siguiente:

“Comentarios

B. El Laboratorio de Ingeniería de Métodos

Tiene el equipamiento cuya suficiencia es muy baja

Su eficacia es muy baja”⁶

⁴ CACEI. Manual del Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería A.C. (CACEI). Anexo 2 Equipamiento Mínimo de Laboratorios. p. 42.

⁵ Marco de Referencia para la Evaluación del CIEES. Octubre 1994. p. 25.

⁶ CACEI. Manual del CACEI – Reporte para la Acreditación. Criterios de Evaluación – Requisitos Mínimos. Octubre 2001. p. 9.

“Comentarios: El equipamiento del laboratorio es pobre y obsoleto, su espacio físico (actual) no es el adecuado para un laboratorio de métodos, hay que tomar en cuenta que es un área de conocimiento fundamental para la formación del ingeniero industrial. en este laboratorio se avecina un problema más grave en el sentido de que cambiara su ubicación física a otro espacio de dimensiones muy pequeñas aproximadamente de 2 x 5 mt. Espacio insuficiente para un laboratorio.”⁷

La Facultad de Ingeniería al igual que la Universidad Nacional Autónoma de México tienen como propósito, generar profesionistas útiles para la sociedad. La Facultad de Ingeniería desarrolla ingenieros que tengan criterio, carácter y habilidad para tomar decisiones adecuadas. A través de los laboratorios, se llevan a cabo procesos de simulación que toman al estudiante y lo posicionan en situaciones muy cercanas a la realidad ayudándolos a entender mejor conceptos por el hecho de estar en contacto directo con ellos y al mismo tiempo, a darse cuenta de la factibilidad de sus propuestas.

⁷ Idem. p. 9.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO DE LOS MÉTODOS DE ANÁLISIS PARA EVALUAR ALTERNATIVAS

“Una metodología puede tener por principal finalidad llamar la atención respecto a los puntos relevantes y los puntos escabrosos del problema que se tiene entre manos, los cuales frecuentemente son motivo de dificultad para muchas personas.

Puede proporcionar una lista de comprobación, un puerto en el cual guarecerse durante una tormenta, y un punto de partida para que los estudiantes puedan ir desarrollando sus conocimientos. Pero, desde luego, no se espere que de ella emane una ecuación “explosiva” para la solución del problema, pues tal cosa no existe. En cada uno de los pasos a seguir para este fin, se requiere razonar correcta, clara e interesantemente, siempre con inventiva; asimismo se requieren conocimientos y comprensión de la materia, en cada una de las etapas. Una metodología para la solución de problemas es movilizadora de las facultades existentes, no una substituta de ellas.”⁸

2.1 MÉTODO CIENTÍFICO

El método científico es el conjunto de todos los métodos, procedimientos y formas de investigación, es la condición necesaria en la investigación científica.

Características del Método Científico

- a) descripción
- b) medición
- c) predicción
- d) relación
- e) generalización
- f) repetitividad

Pasos Generales del Método Científico

2.1.1 Planteamiento de un problema

El objetivo de plantear un problema es cambiar la exposición vaga y general del problema en una pregunta específica que pueda ser contestada.

2.1.2 Realización de observaciones

Las observaciones deben de ser claras, exactas, constar de un registro escrito o en película o en cualquier otra forma; ese registro constituye los datos del experimento. Una observación lleva a un científico a una serie de preguntas y después de que se ha formulado la pregunta, el científico la contesta formulando una hipótesis.

⁸ DIXON, John. Diseño en Ingeniería. México, Limusa-Wiley, 1970. p. 70.

2.1.3 Formulación de una o varias hipótesis

Una hipótesis es una posible contestación a una pregunta acerca de la naturaleza, basada en las observaciones, lecturas y conocimientos de un científico.

2.1.4 Comprobación de hipótesis

La prueba científica de una hipótesis se llama experimentación. Un científico debe diseñar un experimento para probar la hipótesis y una vez anotados los datos, deben organizarse y analizarse. La información que se obtiene de un experimento se estudia con el fin de determinar si confirma o no la hipótesis original.

2.1.5 Conclusiones

Cuando el resultado de la comprobación es positivo, la hipótesis se enuncia en forma de *ley*, la cual es válida en todos los casos en que se presente bajo las mismas condiciones, el mismo problema.

2.2 PROCESO SOLUCIONADOR DE PROBLEMAS

“El procedimiento general, especial para la solución de los problemas usuales en ingeniería, consta de las siguientes fases:

- La fase de la *formulación* del problema, en la que éste se define en una forma relativamente amplia, sin consideración de detalles, y haciendo hincapié respecto a la identificación de los estados A y B.
- La fase de *análisis* del problema, durante la cual el problema se define en forma relativamente más detallada. Esto involucra una sintetización, investigación, procesado y discriminación de la información recabada, para así poder determinar las características específicas del problema.
- La fase de *búsqueda*, en la cual se indaga acerca de las diversas soluciones posibles, empleando para ello el razonamiento creativo, consultando, etc.
- La fase de *decisión*, durante la cual las diversas soluciones posibles logradas se evalúan, comparan y discriminan, hasta que surge la mejor de ellas.
- La fase de *especificación*, la cual consiste en una completa descripción de las características físicas y de funcionamiento de la solución elegida.

“Este procedimiento de cinco etapas, conocido como *proceso solucionador de problemas*, en realidad, viene siendo el procedimiento general para resolver problemas, esbozado anteriormente, al que se le han hecho dos cambios. Uno consiste en la manera de definir un problema, ya que en el proceso de diseño aquí descrito se inicia con una definición del problema en términos generales y, posteriormente, mediante una más ampliamente detallada. El propósito de esta definición en dos etapas es disuadir al solucionador del

problema, de su tendencia general a enfrascarse en detalles, antes de tener una amplia visualización del problema. El otro cambio es la adición de una fase de especificación, al cual es necesaria para fines de comunicación, ya que la solución propuesta por el ingeniero debe explicarse detalladamente a las personas encargadas de su aprobación, a quienes la construirán, operarán y le darán servicio.

Mediante este proceso general, el ingeniero aplica su conocimiento especializado, sus habilidades y punto de vista, a cada una de sus creaciones, bien sean estas estructuras, dispositivos, o procesos (Ver figura 1.1).⁹

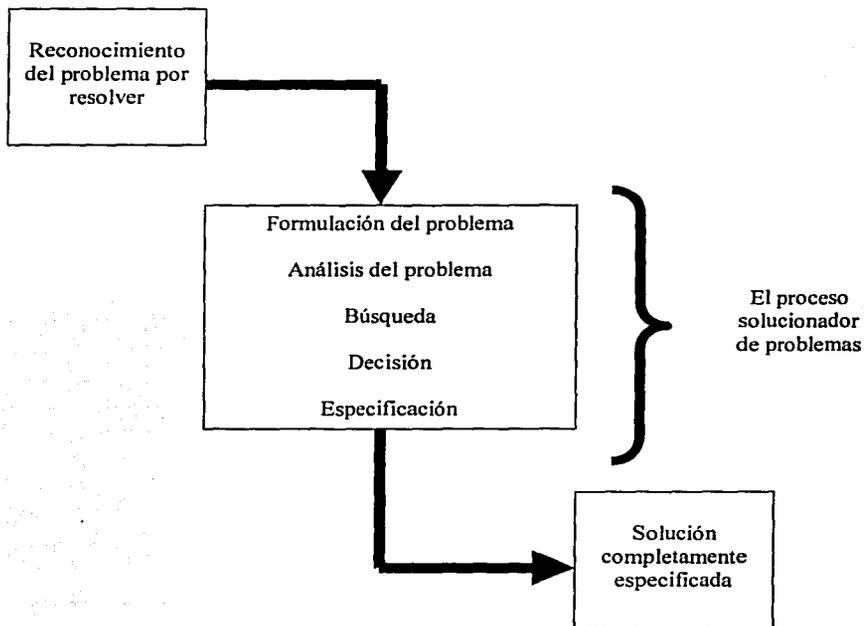


Figura 1.1 Proceso Solucionador de Problemas

⁹ Idem. pp. 135-136.

2.3 MÉTODO DEL ANÁLISIS EN INGENIERÍA

Los pasos que conforman El Método del Análisis en Ingeniería se presentan a continuación en la figura 1.2.

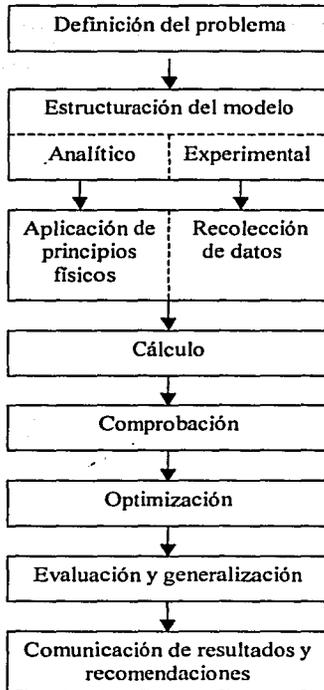


Figura 1.2 Método del Análisis en Ingeniería

2.3.1 Definición del problema operacional y específicamente

“Una pregunta operacional es aquella que puede contestarse en términos de parámetros que puedan calcularse o medirse; en otras palabras, debe formularse una pregunta de manera que pueda contestarse cuantitativamente.”¹⁰

¹⁰ DIXON, John. *Diseño en Ingeniería*. México, Limusa-Wiley, 1970. p. 70.

2.3.2 Estructuración del modelo y formulación de suposiciones

“Un modelo es una aproximación idealizada de una situación real; la estructuración de un buen modelo analítico comprende también formular suposiciones que tomen en cuenta la importancia relativa de los diversos elementos el problema.

Los modelos analíticos no son los únicos que se usan para resolver problemas, muchos son resueltos más rápida y fácilmente construyendo un modelo experimental. El experimento puede no reproducir exactamente la situación física real, pero aún así puede dar resultados atinados.

Por supuesto, muchos problemas requieren una estructuración combinada de modelos analíticos y experimentales, pues con frecuencia se necesitan datos experimentales para usarse en expresiones teóricas; o bien el trabajo teórico puede indicar la clase de experimentos más provechosos.

La figura 1.3 muestra el método en sus distintas etapas.

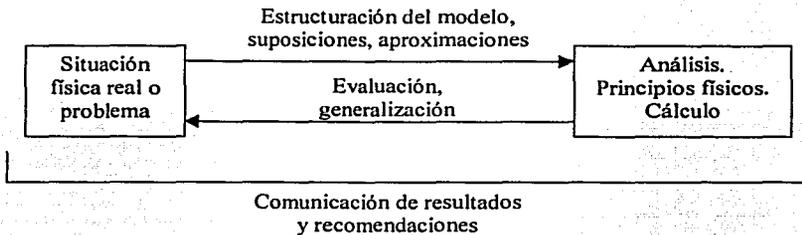


Figura 1.3 Método del Análisis en Ingeniería

La estructuración de un modelo es un proceso de abstracción, el modelo no es real, el truco consiste en estructurar modelos que sean lo bastante sencillos de manejar e interpretar, pero que a la vez contengan la parte esencial del problema para que los resultados sean significativos.

2.3.3 Aplicación de principios o recolección de datos

Una buena regla cuando se trabaja con un modelo analítico, es utilizar siempre el principio más fundamental disponible en cualquier problema conocido, y solamente usar ecuaciones o técnicas especiales cuando exista absoluta certeza de que son aplicables al problema y cuando algo más sencillo no dé los resultados deseados. Cuando se usa un modelo experimental, el paso a seguir, es la recolección de datos.¹¹

¹¹ Idem. pp. 70-72.

2.3.4 Cálculo

"Habiendo aplicado teorías y escrito las ecuaciones, el problema reside ahora en obtener una respuesta numérica. Es posible que se pueda llegar a realizar analíticamente; pero cuando no sea posible, se tiene que obtener una cifra en un tiempo y a un costo razonables. Las soluciones gráficas habitualmente son muy útiles en esas ocasiones.

Si el modelo ha sido experimental, es precisamente en esta etapa cuando deben analizarse los datos; con frecuencia esto requiere la aplicación de métodos estadísticos o de análisis dimensional.

2.3.5 Comprobación

La comprobación se debe hacer al terminar cada uno de los diferentes pasos, y no esperar que todos estén concluidos; en general, existen dos clases de comprobación: la matemática y la del ingeniero.

Determinadas comprobaciones matemáticas, tales como verificaciones aritméticas, seguridad de que las ecuaciones estén correctas, etc., son de orden común así como las comprobaciones dimensionales. Todos los términos de una ecuación deben ser dimensionalmente homogéneos y las condiciones de frontera también deben satisfacerse.

Las comprobaciones, desde el punto de vista del ingeniero, van dirigidas al análisis de los resultados, o sea, si éstos se comportan como se esperaba o como debieran, o si los valores numéricos obtenidos tienen sentido.

2.3.6 Evaluación y generalización

Ya que se ha obtenido un valor numérico, ¿qué es lo que significa? ¿Pueden hacerse también generalizaciones que den algo más que tan sólo la respuesta al problema específico? Estos son pasos importantes porque, en cierta forma, si no se realizan debidamente, la solución carecerá de valor.

2.3.7 Optimización

La optimización es una actividad importante del diseño en ingeniería, la obtención del máximo rendimiento o del menor costo posible es parte integrante de todo diseño. La tarea de la optimización consiste en encontrar los valores de los parámetros controlables que hacen que la función criterio dada, adquiera un valor mínimo. Con frecuencia la función criterio es el costo, pero también puede serlo una medida del rendimiento, alguna combinación, o cualquier otra cosa que el ingeniero encargado del diseño quiera maximizar o minimizar."¹²

¹² Idem. pp. 72-75.

2.3.8 Presentación y comunicación de resultados y recomendaciones

"El trabajo efectuado por un individuo no se termina cuando éste conoce los resultados, sino que deben comunicarse a otras personas. Es frecuente que deban formularse recomendaciones, las cuales a su vez tienen que comunicarse a otras personas. Un ingeniero debe comunicar la esencia de sus resultados y recomendaciones, de manera que los pueda entender en forma clara y rápida por el que va a ser el lector o el oyente."¹³

2.4 EL PROCESO DE DISEÑO EN INGENIERÍA

"El proceso de diseño en ingeniería se compone de los pasos o etapas requeridos para completar la labor del diseño en ingeniería. Para cualquier trabajo profesional puede definirse un proceso de trabajo, y todas las profesiones tienen intelectuales que han identificado y definido tal proceso.

1. Reconociendo
2. Especificando
3. Proponiendo soluciones
4. Evaluando alternativas
5. Decidiendo acerca de una solución
6. Implantando

Pasos en el Proceso del Diseño

2.4.1 Reconocimiento

Gran parte del trabajo de ingeniería consiste en determinar si un problema realmente existe, y en qué consiste. La contribución de la ingeniería al reconocimiento de problemas, está asociada principalmente con la acumulación o la afirmación de hechos. Normalmente, un problema en la etapa de ser *reconocido* es un tema altamente emocional. Puesto que se dispone de pocos hechos consistentes, las opiniones abundan. En consecuencia, el ingeniero es especialmente útil cuando realiza un enfoque lógico y racional sobre el cual desarrollar y organizar la información basada en hechos, así como la subjetiva, en una presentación que ilustra con la mayor claridad e imparcialmente lo que es cierto o falso y lo que es probable o improbable en la situación del problema."¹⁴

¹³ Idem. p.76.

¹⁴ ALGER, John, HAYS, Carl. Síntesis Creadora en el Diseño. México, Herrero Hermanos Sucesores, 1969. pp. 12-13.

a) *Naturaleza del asunto*

“Debe caer dentro del dominio de los órganos sensores humanos normales auxiliados por instrumentos; no debe ser demasiado grande ni demasiado pequeño; si se trata de un proceso, no debe ser demasiado rápido o demasiado lento; debe ser lo suficientemente estable para mantener la atención humana y no ser tan caótico que no se pueda amoldar a algún patrón.

b) *Acceso al asunto (condiciones físicas, incluyendo instrumentos)*

El medio entre el asunto y el observador debe ser claro y no distorsionar; el fondo debe permitir aislamiento sin confusión y el observador debe situarse en un punto ventajoso donde sus órganos sensores puedan alcanzar su máxima eficiencia.

c) *El sistema sensorial del observador (condiciones fisiológicas)*

Debe ser fisiológicamente “normal”, sin defectos congénitos, ni lisiado, ni temporalmente impedido por enfermedad, fatiga, excitación, drogas o intoxicación.

d) *El sistema perceptivo del observador (condiciones psicológicas)*

Debe ser capaz de atención alerta y sostenida; debe tener suficiente experiencia anterior con asuntos similares; no haberse hecho ya tan rutinario que sea incapaz de concebir nuevos métodos; debe estar libre de fuertes intereses y prejuicios personales con respecto al asunto y debe estar en guardia contra los peligros de una deducción errónea.

2.4.2 Especificar

Las especificaciones son sumamente importantes para suministrar con buen éxito un diseño. Una vez que un problema es reconocido claramente y todas las partes que le conciernen están de acuerdo con su naturaleza, el desarrollo de las especificaciones detalladas llega a ser vital. Estas, generalmente toman la forma de metas de comportamiento que deben corresponder a las herramientas, bajo condiciones del medio ambiente determinadas.

2.4.3 Proponer soluciones

Este paso requiere la facultad creadora. Teniendo un problema y un conjunto de especificaciones con las cuales cumplir, la exigencia usual es: producir un concepto de diseño que incluya todo y que cumpla con todas las especificaciones.”¹⁵

¹⁵ Idem. pp. 13-20.

2.4.4 Evaluar alternativas

“El tiempo empleado en evaluar alternativas depende principalmente en qué tan difícil será determinar el diseño óptimo y qué tan difícil será cumplir con las especificaciones requeridas con menos del método óptimo de diseño.

Se puede utilizar una *tabla de decisiones* para evaluar las alternativas de diseño con las que se cuentan. El propósito de tal tabla es mostrar claramente todas las características importantes de las alternativas, para escoger más fácilmente una óptima. Primero se usan cálculos poco precisos de la información tabular para excluir las alternativas menos atractivas. Como las alternativas se estrechan al ir hacia abajo, se les da una atención más cuidadosa para obtener cálculos más cercanos a los datos de la tabla. Se debe asignar un número del 1 al 10 a la capacidad de cada sistema para cumplir con cada requerimiento de las especificaciones. De esta forma, en vez de datos objetivos se presenta lo relacionado con la capacidad de diseño de todo el sistema.

2.4.5 Decidir sobre una solución

Generalmente no hay un diseño que satisfaga exactamente todos los requerimientos. Por lo tanto, decidir sobre una solución implica considerar la importancia de los diversos requerimientos de las especificaciones y después comparar las aptitudes de un sistema, en términos de las especificaciones consideradas. Entonces, la decisión generalmente implica al cliente, porque él es el único que debe fijar la prioridad o importancia de cada un de las especificaciones.

2.4.6 Implantación

La solución a un problema de diseño rara vez se logra a través de la aplicación ordenada y cronológica de los pasos del proceso del diseño. En vez de esto, trabajar en cada paso subsecuente en el proceso, tiende a agudizar y aclarar el conocimiento del paso previo. Asimismo, el proceso de evaluar alternativas usualmente conduce a ideas de cómo mejorar los conceptos de diseño estudiados. Así, los diversos pasos en el proceso del diseño tienden a traslaparse. Sin embargo, un paso particular en el proceso no puede terminarse antes del paso anterior.”¹⁶

En la figura 1.4 se ilustran las etapas del proceso con respecto al tiempo y su interrelación.

¹⁶ Idem. pp.20-25.

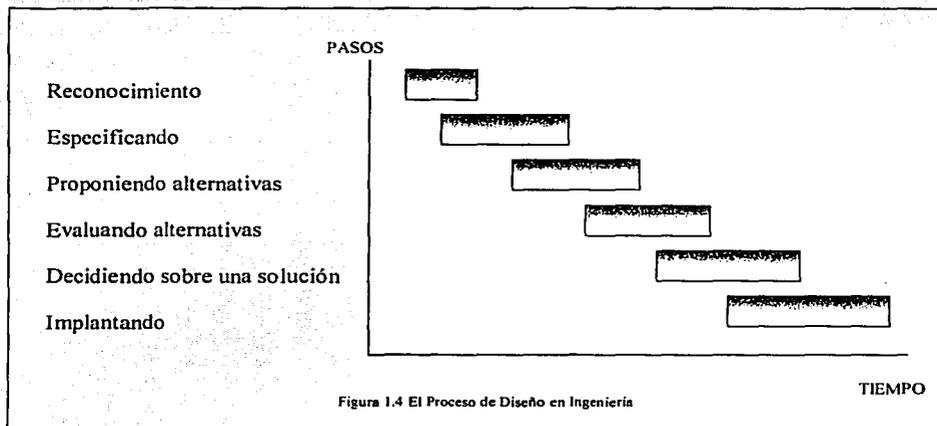


Figura 1.4 El Proceso de Diseño en Ingeniería

TIEMPO

17

El Método Científico no aplica en este caso porque no se plantea ninguna hipótesis de solución; este método sigue una línea experimental para sucesos físicos y químicos, el establecimiento de leyes y comprobación de hipótesis más que para el diseño de productos, elementos de máquinas, etc.

El Proceso Solucionador de Problemas es muy parecido al Proceso de Diseño en Ingeniería en la secuencia y naturaleza de sus pasos. Sin embargo, las etapas del primero se van dando de forma aislada, al contrario del segundo, donde cada etapa complementa a las demás, teniendo así una visión global de la solución durante el desarrollo del proceso. De esta forma, se reduce la probabilidad de realizar un alto durante la resolución del problema.

Las principales herramientas de El Método del Análisis en Ingeniería son los modelos y las ecuaciones matemáticas. La solución a encontrar es esencialmente numérica, y así como el método científico, este método se enfoca principalmente en solucionar problemas de carácter físico, químico, etc.

El Proceso de Diseño en Ingeniería citado por John Alger y Carl Hayes es muy general. Por ejemplo, en los pasos que lo componen, no se incluye el Diseño de Detalle, el cual abarca la memoria de cálculo, los planos y la lista de maquinaria y equipo cuando se diseña un producto. A pesar de ello, se escogió este método ya que la secuencia en sus pasos es la lógica para el diseño en general. Además las matrices de selección son un camino de decisión de solución que toman en cuenta una variedad de criterios que equilibran la elección, en el aspecto de satisfacción de las especificaciones y objetividad de decisión.

¹⁷ Idem. p.26.

CAPÍTULO 3

**APLICACIÓN DEL MÉTODO
EL PROCESO DE DISEÑO EN INGENIERÍA**

De acuerdo al Proceso de Diseño en Ingeniería, el primer paso es el reconocimiento del problema, que es la parte inicial de cualquier método de investigación; una vez establecido el problema existente, se presentan las especificaciones que debe cumplir la solución a implantar; después, se proponen una variedad de soluciones para el problema anteriormente citado y mediante una matriz de decisión, se evalúan las distintas alternativas recabadas durante la investigación, llegando así a una solución confiable conforme a lo necesario para establecer el laboratorio requerido. Las especificaciones descritas en este documento, también incluyen el equipo a utilizar y la distribución de áreas en el laboratorio.

3.1 Reconocimiento del problema

La figura 1.5 representa un mapa conceptual de la definición del problema como se vio anteriormente en el Capítulo 1.

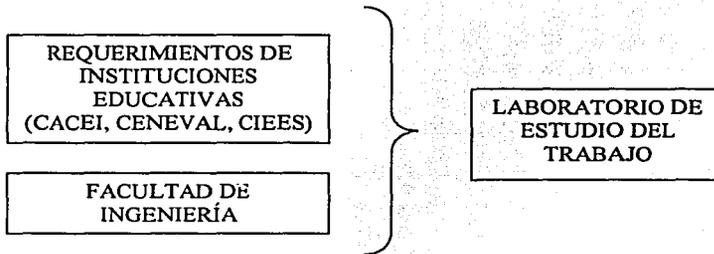


Figura 1.5 Mapa Conceptual de la Definición del Problema

3.2 Especificar

Para determinar las características del Laboratorio de Estudio del Trabajo y del equipo propuesto, se tomó como base el anterior Laboratorio de Ingeniería Industrial de la UNAM, el Laboratorio de Ingeniería de Métodos de UPIICSA y el libro Planeamiento, Conducción y Evaluación en la Enseñanza Superior de Pedro Lafourcade.

Del antiguo Laboratorio de Ingeniería Industrial de la UNAM, se tomó como referencia el área total del lugar. Tenía 30 mesas trapezoidales de libre acomodo con su respectivo asiento cada una, así como un escritorio y asiento para profesor. Una pantalla de proyecciones, un videoprojector, un pizarrón y un gabinete para almacenar el equipo a utilizar en cada práctica.

El Laboratorio de Ingeniería de Métodos de UPIICSA está dividido en 3 áreas. Dos salones para 25 alumnos cada uno y un área destinada para la realización de las prácticas. Ésta cuenta con una banda transportadora, mesas de trabajo con un desarmador conectado a una tubería de aire, en la parte superior. Los salones tienen un pizarrón para plumín fugaz, y un equipo de proyecciones con un televisor, una videocasetera y un reproductor para DVD. Los instrumentos de medición empleados para las prácticas, constaban de cronómetros digitales, sonómetros, luxómetros, termoanemómetros, entre otros, almacenados en un gabinete con entrepaños.

Del anexo 2 del Manual del Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería A.C. (CACEI). Equipamiento Mínimo de Laboratorios página 42 se cita:

“LABORATORIO DE INGENIERÍA DE MÉTODOS

1. Determinación de tiempos de maquinado, ensambles, acabados, etc. 2. Balanceo de estaciones y líneas de ensamble.
Infraestructura: tacómetros, cronómetros, cronógrafos, prensa troqueladora, cizalla, cortadora de disco, dobladora, torno, taladro, punteadora, equipo audiovisual (pantalla, monitores, proyectores, cassettes y cámaras de video) y línea de producción con velocidad variable.”¹⁸

La troqueladora, cizalla, cortadora de disco, dobladora, torno, taladro y punteadora son equipos con los que ya se cuenta, utilizadas en el Centro de Diseño de Manufactura como complemento práctico de las asignaturas de manufactura como Tecnología de Materiales, Procesos de Conformado de Materiales y Procesos de Corte de Materiales, y que podrán ser utilizados también en las prácticas que el Laboratorio de Métodos requiera.

El laboratorio sigue una línea de acuerdo a la naturaleza de las prácticas y el objetivo que persigue la materia a la cual dará servicio.

Cada práctica requiere de un equipo, el cual es el adecuado para efectuar las prácticas dinámicamente, asegurando que el aprendizaje sea efectivo. Para ello, se investigó acerca de los proveedores de dicho equipo para obtener cotizaciones y poder tener un criterio más amplio al momento de tomar una decisión.

Para realizar las prácticas correctamente y alcanzar el objetivo deseado, se necesita de un buen diseño del laboratorio. Esto abarca una buena distribución de áreas tanto para los alumnos como para el equipo, con el propósito de generar un laboratorio funcional y eficiente (pie de nota 19).

¹⁸ CACEI. Manual del Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería A.C. (CACEI). Anexo 2 Equipamiento Mínimo de Laboratorios. p. 42.

“6.3 El equipamiento de los laboratorios debe realizarse de manera que su diseño y operación permitan la participación del profesorado que imparta los cursos respectivos, y fomenten el desarrollo de las habilidades y la creatividad de los alumnos.

6.4 Los laboratorios deberán tener características de suficiencia, actualidad y buen mantenimiento.”¹⁹

“La construcción y equipamiento de laboratorios de química, física, biología, anatomía, fisiología e ingeniería, entre otros, resulta cada vez más costosa, como consecuencia del creciente nivel de complejidad de los elementos y aparatos utilizados, del tipo de tarea que se realiza y del interrumpido aumento de sus usuarios. Esta circunstancia conduce necesariamente a pensar en una reestructuración de fondo de toda la política que se relaciona con el montaje y uso de las instalaciones destinadas a operar con instrumentos, aparatos y materiales de diversa índole con los fines de aprendizaje.

En la organización de dicha política se tendrá en cuenta una serie de criterios orientadores, entre los cuales parece oportuno subrayar los siguientes:

- Clara visión prospectiva de su utilización. Las instalaciones básicas se efectuarán sobre modelos que contengan suficientes componentes neutralizadores de las consabidas caducidades o vejeces tempranas a que se ven relegadas aquellas estructuras creadas sobre moldes rígidos y con escaso sentido de la rapidez de los cambios que impone el avance científico-tecnológico. Elementos modulares de fácil recambio y espacios potencialmente convertibles o adaptables a nuevas funciones contribuirán a satisfacer el criterio aludido.
- Dotación según un inteligente orden de prioridades. No es raro descubrir que muchos laboratorios contienen aparatos costosos, cuya compra, desde el punto de vista del empleo efectuado por los alumnos o profesores, no puede ser justificada económicamente.
- Acuerdos entre facultades o institutos para lograr un mayor aprovechamiento de sus recursos. Existen aparatos y maquinarias cuya duplicación en diversas instituciones de estudios superiores que poseen carreras similares resulta altamente onerosa para los respectivos presupuestos. Tal vez no sea del todo descabellado sugerir que la facultad que los posea facilite su uso a alumnos y profesores provenientes de otras casas de estudio, y éstos a su vez inviertan su dinero en otros materiales sobre los cuales se aplicará un régimen recíproco de utilización.”²⁰

3.2.1 Distribución de Áreas y Capacidad Instalada

La distribución de áreas dentro del laboratorio se planeará a partir del número esperado de personas que llegarían a realizar cada práctica de una manera ordenada y con la atención debida para llegar a la dinámica deseada y de acuerdo al marco normativo del CIEES (pie de nota 19).

¹⁹ Marco de Referencia para la Evaluación del CIEES, Octubre 1994, p 25.

²⁰ LAFOURCADE, Pedro. Planeamiento, Conducción y Evaluación en la Enseñanza. Buenos Aires, Kapelus, 1974. p.154.

Desde el nacimiento de la carrera de Ingeniería Industrial en 1994, que en 1968 inició con el nombre de Ingeniero Mecánico Electricista, el promedio de alumnos que cursan la asignatura de Estudio del Trabajo es de 30 personas. Con este promedio se planteó una mesa por alumno con libertad de acomodo en el área asignada a la exposición teórica de conceptos. Además, en el área práctica del laboratorio, se asignaron 6 mesas de trabajo a los costados de una banda industrial para formar equipos de 5 personas que jugarán el papel de trabajadores en una línea de producción. De esta forma, el desarrollo de las prácticas se llevará a cabo balanceada y cómodamente.

3.2.2 Prácticas

De acuerdo a la normatividad de la UNAM, y en especial de la Facultad de Ingeniería, un semestre regular dura 16 semanas, según los programas vigentes de estudios aprobados por el H. Consejo Técnico de la Facultad de Ingeniería. La asignatura de Estudio del Trabajo tiene un valor de 10 créditos, lo que significa que tienen que disponerse de 4 horas de teoría, 4 horas de estudio independiente y 2 horas de práctica por semana, por 16 semanas que dura el semestre. Lo que implica que el laboratorio debe de tener al menos 64 horas de uso por parte de los alumnos al semestre por 2 grupos actualmente.

La Tabla 1.1 ilustra una comparación entre el temario de la materia de Estudio del Trabajo aprobado por el H. Congreso Técnico de la Facultad de Ingeniería el primero de abril de 1995 (sección de anexos) y los temas citados por el CENEVAL para aprobar el Examen de Egreso de la Licenciatura en Ingeniería Industrial.

Tabla 1.1 Comparación de Programas de la Materia de Estudio del Trabajo

ÁREA: CIENCIAS DE LA INGENIERÍA SUB-ÁREA: INGENIERÍA INDUSTRIAL		
INGENIERÍA DE MÉTODOS CENEVAL (EGEL)		FACULTAD DE INGENIERÍA
Estudio del trabajo y productividad de una empresa	Analizar la función que desempeña el departamento de ingeniería de métodos en una empresa y su impacto en la productividad.	DIAGNÓSTICOS DE PRODUCTIVIDAD - Evaluación de los factores de operación y funciones. - Tablas de análisis factorial y causal. - Matriz de limitaciones y causas,
Conceptos generales del estudio del trabajo	Definir los elementos primordiales que forman parte de la realización de un trabajo.	
Precursores	Mencionar las personalidades que iniciaron la especialidad, así como sus legados o estudios específicos.	
Relación de ingeniería de métodos con otros departamentos de una empresa	Definir las tareas que se llevan a cabo dentro de cada trabajo, para desarrollar una secuencia de operaciones.	

Análisis de la operación	Analizar los movimientos productivos y los no productivos de una operación, con vistas a su mejoramiento y con la finalidad de incrementar la productividad.	<p>teoría del factor limitante.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Procedimiento para la realización de un diagnóstico de productividad. <p>ESTUDIO DE TIEMPOS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Medición del trabajo. - Estudio de tareas. Análisis movimiento-tiempo. - Técnicas para la obtención de tiempos estándar. Muestreo, cronómetro, tiempos tipo, tiempos predeterminados. - Valoración del ritmo de trabajo. - Establecimiento de tolerancias o suplementos. - Curva de aprendizaje.
Enfoques primarios del análisis de la operación		
Definiciones		
Muestreo del trabajo	Aplicar la técnica del muestreo del trabajo a un sistema.	
Cálculo del tamaño de la muestra		
Diseño de hojas de muestreo		
Producción y productividad	Conocer y calcular las formas de encontrar estos parámetros de medición de una organización.	
Estudio de tiempos	Aplicar las diferentes técnicas para calcular el tiempo estándar de una operación.	
Definición del estudio de tiempos	Explicar los conceptos que intervienen al establecer un método de trabajo por estudios de tiempos.	
Alternativas para realizar un buen estudio de tiempos	Mencionar las actividades necesarias para preparar y llevar a cabo el estudio.	
Requisitos para realizar un buen estudio de tiempos	Mencionar las actividades necesarias para preparar y llevar a cabo el estudio.	
Equipo para el estudio de tiempos	Mencionar las herramientas adecuadas para llevar a cabo el estudio de tiempos.	
Tiempos predeterminados	Determinar el tiempo estándar de un sistema de producción, seleccionando un sistema de tiempos predeterminados.	
Curva de aprendizaje	Identificar la importancia de la técnica de la curva de aprendizaje para los fines de capacitación y adiestramiento.	
División de la operación en sus elementos	Definir los movimientos que intervienen en los recursos al realizar una operación.	
Calificación de la actuación	Explicar las variables que provocan un efecto y que intervienen al hacer una operación.	

Determinación de tolerancias	Describir los elementos y los términos que se necesitan para generar suplementos o tolerancias.	<p>ESTUDIO DE MÉTODOS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Metodología del estudio de métodos. - Gráficas – Elaboración de diagramas de proceso del recorrido, Hombre-Máquina, actividades múltiples, bimanual, therblings y otros. - Técnicas para el análisis de diagramas. - Principios de la economía de movimientos. - Ergonomía. - Diseño y estandarización de métodos de trabajo.
Cálculo del número de ciclos a observar	Definir el número de veces que se tiene que observar una operación para establecer el tiempo estándar.	
Determinación del tiempo estándar	Calcular el tiempo necesario para una operación en situaciones normales.	
Estudio de movimientos	Diseñar una estación de trabajo con base en la aplicación de los movimientos fundamentales y los principios de la economía de los movimientos, que traiga como consecuencia una mejora en el método de trabajo.	
Resistencia al cambio	Definir en forma generalizada las variables que intervienen en que el recurso humano o la organización lleve a cabo este síntoma.	
Métodos, tiempos y movimientos MTM	Emplear este sistema para establecer métodos de trabajo en un proceso de producción.	
MODAPTS		
MOST		
Definición del estudio de movimientos	Explicar los elementos de movimiento que intervienen en una operación.	
Movimientos fundamentales Therbligs	Conocer los movimientos fundamentales del recurso humano al hacer una tarea.	
Principios de la economía de los movimientos	Conocer los elementos fundamentales necesarios para diseñar tareas en la forma más sencilla.	
Diagrama bimanual	Trazar en un gráfico las acciones del recurso humano al realizar una tarea.	
Diagramas de proceso	Analizar sistemáticamente la información para llegar a una mejora, mediante la aplicación de los diagramas de proceso.	
Diagramas de proceso de operación	Construir un gráfico que muestre las acciones de operar e inspeccionar en una forma secuencial.	

Diagramas de flujo de proceso	Construir un gráfico que muestre las acciones de operar, inspeccionar, guardar, demorar y mover en una forma secuencial.	
Diagramas de circulación Recorrido Hilos	Construir un gráfico que muestre los movimientos de los materiales de un proceso.	
Diagramas hombre-máquina	Analizar las acciones relativas al desempeño de una tarea mecanizada.	
Diagramas de proceso de grupo	Analizar las acciones secuenciales para desempeñar un proceso de producción.	
Balanceo de estaciones y líneas de ensamble	Aplicar los resultados de las técnicas del tiempo estándar para el balanceo de estaciones y líneas de ensamble.	
		<p>SALARIOS E INCENTIVOS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Planes económicos directos e indirectos. - Planes no económicos. - Requisitos para la implantación de un plan de incentivos. - Relaciones con los trabajadores y organismos sindicales. - Administración del sistema de salarios e incentivos. - Contrato colectivo de trabajo.

		<p>ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE PUESTOS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Definición del análisis de puestos. - Implantación de los métodos de análisis de puestos. - Descripción y especificación de puestos. - Tipos de análisis de puestos de acuerdo al nivel organizacional. - Características generales de los métodos no cuantitativos para la evaluación de puestos. - Diferenciación de los métodos no cuantitativos con los métodos híbridos y cuantitativos.
--	--	---

21

Se puede decir que ambos programas son equivalentes, con excepción de los temas MODAPTS y MOST. Sin embargo, lo que este software ofrece, que es principalmente la elaboración de diagramas de procesos de recorrido, bimanuales y Hombre-Máquina, entre otros, se lleva a cabo manualmente en la Facultad de Ingeniería. Son muy útiles ya que reducen el tiempo para realizar operaciones y aumentan el tiempo empleado para pensar y fomentar la creatividad.

²¹ CENEVAL. Guía de Examen 2001; Examen General para el Egreso de la Licenciatura en Ingeniería Industrial. pp. 27- 28.
 UNAM, Facultad de Ingeniería. Plan de Estudios de la Carrera de Ingeniero Industrial. Tomo II Programas de las Asignaturas. pp. 106 –107.

3.2.3 Equipo

Actualmente se cuenta con:

- ✓ 15 Cronómetros
- ✓ 1 Anemómetro
- ✓ 1 Decibelímetro
- ✓ 1 Luxómetro
- ✓ 1 Tacómetro
- ✓ 1 Cinta métrica
- ✓ 1 Mecano
- ✓ 1 Dispositivo de forma ergonómica
- ✓ 3 Discos para toma de tiempos
- ✓ 2 Cortadores de poliestireno expandible grandes
- ✓ 4 Cortadores de poliestireno expandible manuales
- ✓ 1 Banda transportadora especial para control de calidad

El equipo requerido para el buen desempeño y cumplimiento de la norma mínima (pie de nota 18), se divide en los siguientes puntos:

- 1) EQUIPO DE PROYECCIÓN
- 2) MOBILIARIO
- 3) EQUIPO DE PRÁCTICA

La descripción para cada uno, como se indicó en la página 21, es la siguiente:

1) EQUIPO DE PROYECCIÓN

Este equipo consta de:

- a) 1 Videoprojector
- b) 1 Pantalla de proyección
- c) 1 Projector para láminas transparentes
- d) 1 VCR VHS
- e) 1 Televisor de 29"

2) MOBILIARIO

Este equipo consta de:

- a) 2 Gabinetes con entrepaños
- b) 30 Mesas
- c) 30 Sillas
- d) 1 Pinzarrón para plumín fugaz blanco
- e) 1 Escritorio de Profesor
- f) 1 Asiento de Profesor

3) EQUIPO DE PRÁCTICA

Este equipo consta de:

- a) 6 Desatornilladores
- b) 15 Cronómetros digitales
- c) 1 Banda transportadora
- d) 6 Luxómetros
- e) 6 Termohidrómetros
- f) 6 Sonómetros
- g) 6 Termoanemómetros
- h) 6 Tornillos de banco
- i) 6 Mesas de trabajo

Las especificaciones del equipo de práctica fueron proporcionadas por los ingenieros a cargo del Laboratorio de Métodos de UPIICSA, José Espriú Torres y Lucinda González Ruíz; y el equipo de proyección por parte del ingeniero Eduardo Alarcón Ávila de la Facultad de Ingeniería de la UNAM. Los temas de la asignatura para los cuales se utiliza el equipo de práctica, se obtuvieron del manual de prácticas de UPIICSA. Las características del equipo se presentan a continuación (Tabla 1.2).

Tabla 1.2 Descripción del Equipo

DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS	TEMA
Videoprojector	1000 o más Lúmenes Resolución para computadora	Todos
Pantalla de proyección	1.78 x 1.78 mts.	Todos
Projector para láminas transparentes	Ventana de proyección de tamaño carta, admisión de transparencias, micas o celofán.	Todos
VCR	Formato VHS estándar Número de Cabezas 4 Cobertura de Canal VHF 2-13 UHF 14-69 CATV 2-125	Todos
Televisor	Pantalla 29"	Todos
Gabinete con entrepaños	1.50-1.80 mts. alto 70-80 cm ancho 40-50 cm profundidad con chapa	

Mesas	Trapezoidal de medidas: Lado mayor de 90cm Lado menor de 60cm Ancho de 40cm Altura 75cm	
Sillas	Tubular con respaldo y base en vinil o tapizadas Asiento de 40cm x 40cm Respaldo de 40cm x 20cm	
Pizarrón para plumín fugaz blanco	1.20 x 2.40 mts	Todos
Escritorio de profesor	1.50 m x 75 cm 70 cm alto	
Asiento de profesor	Secretarial	
Desatornillador	Desatornillador/Taladro Inalámbrico 9.6 – 12 V Batería recargable	Estudio de tiempos Estudio de movimientos Tiempos predeterminados Muestreo de trabajo Análisis de la operación Curva de aprendizaje
Cronómetro digital	1 canal de conteo ascendente 1 canal de conteo descendente 6-8 memorias Reloj y alarma de reloj disponible Rango 24 hrs. Resolución 1/100 segundos	Estudio de tiempos Estudio de movimientos Tiempos predeterminados Muestreo de trabajo Análisis de la operación Curva de aprendizaje
Banda transportadora	Sinfin Vulcanizada Velocidad = 0.8m/min Motor - ½ HP estándar a 2 HP Capacidad – carga máxima en toda la banda = 2kg Largo = 4-5 mts. Ancho = 12"-24" Altura = 0.70-0.80 mts.	Estudio de tiempos Estudio de movimientos Tiempos predeterminados Muestreo de trabajo Análisis de la operación Balanceo de estaciones y líneas de ensamble
Luxómetro	Rango de Luz Foot candle (Fc) 0-5000 Lux 0-50,000	Seguridad industrial Resistencia al cambio
Termohidrómetro	Rango RH 10-95% Temperatura -20 a 60 °C / -4 a 140 °F	Seguridad industrial Resistencia al cambio

Sonómetro	Display Análogo 54 a 126 dB Exactitud 2 dB Frecuencias A y C	Seguridad industrial Resistencia al cambio
Termoanemómetro	Rango de Velocidad del Aire Ft/min 80-5,900 MPH 0.9-68 Knots 0.8-58 m/s 0.4-30 Km/h 1.4-108	Seguridad industrial Resistencia al cambio
Tacómetro	Display 5 dígitos Rango de RPM 10-99,999 Resolución máxima 0.01 RPM Precisión $\pm 0.1\%$ Razón de muestras 1 segundo ($> 60\text{Hz}$) Contador 0-99,999 Función min/max disponible Autorango disponible PC interfase RS-232 disponible	Seguridad industrial Resistencia al cambio
Tornillo de banco	Giratorio Tornillo de banco #3 o #4	Estudio de tiempos Estudio de movimientos Tiempos predeterminados Análisis de la operación Muestreo de trabajo Curva de aprendizaje
Mesa de trabajo	1.20 x 0.80 x 0.90 mts.	Todos

3.3 Proponer soluciones

La mayoría de los proveedores fueron proporcionados por el técnico Jorge López Mejía del Departamento de Compras de la Facultad de Ingeniería. Para los instrumentos de medición también se consultó el internet. Para la banda transportadora, se empleó la Sección Amarilla de la Ciudad de México, Tomo 1 / a-i, Edición 2001-2002 página 460 Bandas. Para este elemento en particular, se consideraron únicamente dos proveedores, porque son los que podrían proporcionar el equipo completo requerido. Los que no se tomaron en cuenta fueron: Tecnibandas Soluciones Eficientes, Ovillos y Conos S.A., y Distribuciones S.A. de C.V. También se consultó la página de internet de la Procuraduría Federal del Consumidor, para televisores y videocaseteras. Se visitaron además distintas ferreterías de la Ciudad de México para el desatornillador inalámbrico y el banco de trabajo.

En la Tabla 1.3 se presentan las opciones a evaluar junto con sus proveedores y su costo en moneda nacional.

a) Equipo

Tabla 1.3 Proveedores y Costo del Equipo Propuesto

DESCRIPCIÓN	OPCIONES	PROVEEDOR	COSTO	
Videoprojector	INFOCUS LP280	Profesionales en Computación	\$25,785.30	
	INFOCUS LP130		\$40,437.45	
	TOSHIBA TPD-S2		\$28,589	
	EPSON POWER LITE 50C	Urimick S.A. de C.V.	\$22,714.80	
	LUMENS modelo Le-95		\$30,920.05	
	VISIÓN modelo 200Z		\$25,788.75	
BOXLIGHT modelo 6T	\$28,235.38			
Pantalla de proyección	DALITE para colgar 2.13 x 2.13 mts.	Profesionales en Computación	\$1,725	
	DALITE para colgar 1.78 x 1.78 mts.	Urimick S.A. de C.V.	\$631.35	
	DALITE para colgar 2.13 x 2.13 mts.		\$1,518	
	3M para colgar 1.78 x 1.78 mts.	Office Depot	\$1,199	
Proyector para láminas transparentes	3M 2770-AABM	Profesionales en Computación	\$7,415.20	
	3M 2000-AADM		\$5,241.70	
	3M modelo 1810		\$3,593.75	
	BUHL modelo 92ED	Urimick S.A. de C.V.	\$2,932.50	
	DUKANE modelo 2123		\$2,932.50	
	APOLLO PROYECTOR modelo HORIZON 15,000		Office Depot	\$2,499
	3M ENX		\$4,099	
3M POYECTOR 2000		\$5,599		
Televisor	LG Flatron, Cp 29q20p, Color 29"	Elektra	\$7,299	
	LG Flatron, Rp 29fa40 Color 29"	Bodega Aurrera	\$5,347.01	
	PANASONIC Panablack, Ct-g2939m Color 29"	Famsa	\$4,094	
	SAMSUNG Tantus Flat Cl-29 A6p, Color 29"	Viana	\$5,165	
	SAMSUNG Tantus Fñat, Cl-29 K3w Color 29"	Electrónica Guevara	\$5,100	
	SONY Wega, Kv-29fs12 Color 29"		\$5,200	

	TOSHIBA Estéreo, entradas RCA, salida de audio, control remoto, 29"	Home-Mart	\$5,349
VCR	SONY modelo SLV-LX55/LX50 SAMSUNG SONY modelo SLV-L55 SONY modelo LX55 MITSUBISHI modelo Hs-u447 SONY modelo SLV-LX4 SONY modelo SLV-LX50 PHILLIPS Magnavox 8 eventos	Profesionales en Computación Urimick S.A. de C.V. Viana Electrónica Guevara Famsa Home-Mart	\$2,116 \$1035 \$1,414.50 \$1,414.50 \$845 \$1,190 \$1,189 \$1,249.40
Gabinete con compartimentos para equipo de proyección y equipo de prácticas	Con un entrepaño, puertas abatibles, cerradura en lámina esmaltada. De acero con cuatro repisas De plástico con repisas zag Metálico con 3 repisas Gabinete universal metálico con 4 entrepaños intercambiables con chapa. Librero vertical 4 entrepaños con puertas. Línea recta.	JM Muebles Office Depot Distribuidora Permo Ofimex S.A. de C.V.	\$2,173.50 \$2,599 \$1,800 \$1,999 \$2,189.60 \$2,508.84
Mesas	Mesa metálica trapezoidal herraje tubular cuadrado de 1 ½ con bastidor, cubierta con refuerzo. Mesa metálica trapezoidal herraje tubular de cuadrado de 1 ½ con batidor, cubierta en panel. Mesa trapezoidal estructura tubular redonda de 1", esmaltada en negro, cubierta en tryplay de 16mm. Formada en formaica con timodi en los cantos. Mesa trapezoidal MTCC120T	JM Muebles Distribuidora Permo Ofimex S.A. de C.V.	\$1,570 \$1,150 \$461.15 \$943.46

Sillas	Silla para visita, base de 4 patas metálicas, estructura negra sin brazos, tapizada en tela.	JM Muebles	\$380
	Silla plástica Genova	Office Depot	\$329
	Silla Italia sin brazos		\$429
	Silla fabricada en tubular cuadrado 7/8 esmaltado en negro, tapizado en vinil negro.	Distribuidora Permo	\$236.90
	Silla apilable tubular calibre 18. Sillería nacional en tela o vinil.	Ofimex S.A. de C.V.	\$195.96
	Silla fija apilable tubular en vinil o tela. Línea Office Master.		\$407.10
Pizarrón para plumín fugaz blanco	Con medidas de: 1.20 x 2.40 mts.	Hiperlumen	\$1,226
	Con medidas de: 1.20 x 2.40 mts.	Distribuidora Permo	\$1,506.50
	1.20 x 1.80 mts.		\$1,152.30
Escritorio de profesor	Recubrimiento de resina melamínica y cantos de PVC color maple veteado y negro respectivamente.	Office Depot	\$1,249
	Esmaltado color arena, cubierta nogal.	Distribuidora Permo	\$1,999.85
	Escritorio secretarial línea Ekon en base tubular cuadrado cal. 18.	Ofimex S.A. de C.V.	\$2,265.96
	Escritorio secretarial línea recta en madera indú, cubierto de laminado.		\$2,448.12
	Escritorio secretarial estándar línea metálica.		\$2,390.85
Asiento de profesor	Silla de trabajo ergonómica.	Office Depot	\$1,259
	Silla secretarial de cojín de aire.		\$1,499
	Silla secretarial neumática tapizada en tela.	Distribuidora Permo	\$884.35
	Silla secretarial respaldo y asiento amplio con pistón automático en tela.	Ofimex S.A. de C.V.	\$710.70

Desatornillador	BLACK & DECKER Firestorm CD1200K	Home-Mart	\$1,094.20	
	BLACK & DECKER Firestorm CD 9600K		\$1,034.20	
	DEWALT DW 926K-2		\$1,894.20	
	SKIL Desatornillador Taladro de 9.6V batería inalámbrico		\$645.20	
	BOSCH GSB 20-2		Ferretería y Tlapalería "La Económica"	\$1,795.20
	SKIL modelo 6125 BLACK & DECKER modelo 7152		\$695.20	\$710.20
Cronómetro digital	SPER SCIENTIFIC modelo 810029R Cronómetro digital	Technika	\$680	
	CHRONOTECH modelo 121	Comercializadora Querétaro Aranzabal Instrumentación, S.A. de C.V.	\$747.50 \$762.45	
Banda transportadora	HYTROL modelo TA	Flujotecnia Ecológica S.A. de C.V.	\$42,423.50	
	ARELLANO	Arellanobandas, Bandas Europeas S.A. de C.V.	\$41,975	
Luxómetro	EXTECH modelo 401025	Instrumentación & Sistemas Avanzados S.A. de C.V.	\$1,782.50	
	EXTECH modelo 401025	Servomex S.A. de C.V.	\$2,058.50	
	SPER SCIENTIFIC modelo 850075	Technika	\$2,220	
	SPER SCIENTIFIC modelo 840022		\$2,250	
Termohidrómetro	EXTECH modelo 4465CF	Instrumentación & Sistemas Avanzados S.A. de C.V.	\$3,093.50	
	EXTECH modelo 4465CF	Servomex S.A. de C.V.	\$2,748.50	

	VAISALA pocket-size humidity and temperature indicator SPER SCIENTIFIC modelo 800014	Technika	\$6,200 \$3,400
Sonómetro	EXTECH modelo 407706	Instrumentación & Sistemas Avanzados S.A. de C.V.	\$885.50
	EXTECH modelo 407706	Servomex S.A. de C.V.	\$1,023.50
	SPER SCIENTIFIC modelo 840014	Technika	\$2,070
	SPER SCIENTIFIC modelo 840028		\$2,450
	SPER SCIENTIFIC modelo 840029		\$2,860
	SPER SCIENTIFIC modelo 840015		\$3,670
Termoanemómetro	EXTECH modelo 451126	Instrumentación & Sistemas Avanzados S.A. de C.V.	\$4,473.50
	EXTECH modelo 451104	Servomex S.A. de C.V.	\$2,231
	EXTECH modelo 451126		\$5,163.50
	EXTECH modelo 451104		\$2,576
	SPER SCIENTIFIC modelo 840003	Technika	\$1,840
	SPER SCIENTIFIC modelo 840032		\$2,650
	SPER SCIENTIFIC modelo CFM 840033		\$3,470
Tacómetro	EXTECH modelo 461501	Instrumentación & Sistemas Avanzados S.A. de C.V.	\$3,726
	MITUTOYO modelo 982-551	Micrómetros de México S.A. de C.V.	\$4,094
Tornillo de banco	TORILLO Banco giratorio T-3	Ferremex	\$406.85
	Banco giratorio T-4		\$604
	FOY URREA #4		\$623.20

	UNICRAFT Banco de trabajo multiusos		\$579
	TORILLO Banco giratorio T-3	Ferretería y Tlapalería "La Económica"	\$320
	TORILLO Banco giratorio T-3	Tlapalería y Ferretería Portales	\$363
Mesa de trabajo	Metálica en medidas 1.20 x 0.80 x 0.90 mts. Mesa de trabajo línea metálica.	Distribuidora Permo Ofimex S.A. de C.V.	\$1,838.85 \$1,500.75

b) Distribución de Áreas

De acuerdo a las observaciones realizadas en la UNAM y en UPIICSA durante esta investigación, se formuló una combinación de elementos pertenecientes a ambos lugares estudiados. Del Laboratorio de Métodos de UPIICSA, se tomó la idea de tener 2 secciones, una para teoría y otra para la práctica, y un espacio de almacenamiento para el equipo de proyección y equipo de práctica en la parte posterior del salón. Y del antiguo Laboratorio de Ingeniería Industrial de la UNAM, se tomó la distribución del aula para la sección de teoría, continuando con la libertad de acomodo de las mesas y sillas, así como un lugar de almacenamiento para el equipo a utilizar en las prácticas, situado en la parte posterior del recinto. El acomodo del área de práctica del laboratorio propuesto, responde al punto 2 del Anexo 2 del Manual del CACEI página 42, que cita "2. Balanceo de estaciones y líneas de ensamble. Infraestructura: [...] línea de producción con velocidad variable."

Sección de Teoría

En la parte frontal del laboratorio, se encontrará:

- Un pizarrón para plumín fugaz blanco
- Una pantalla de proyección
- Un escritorio para el profesor
- Un asiento para el profesor

En la parte central del aula estarán:

- 30 mesas trapezoidales de libre acomodo con su respectiva silla

En la parte posterior, se encontrará:

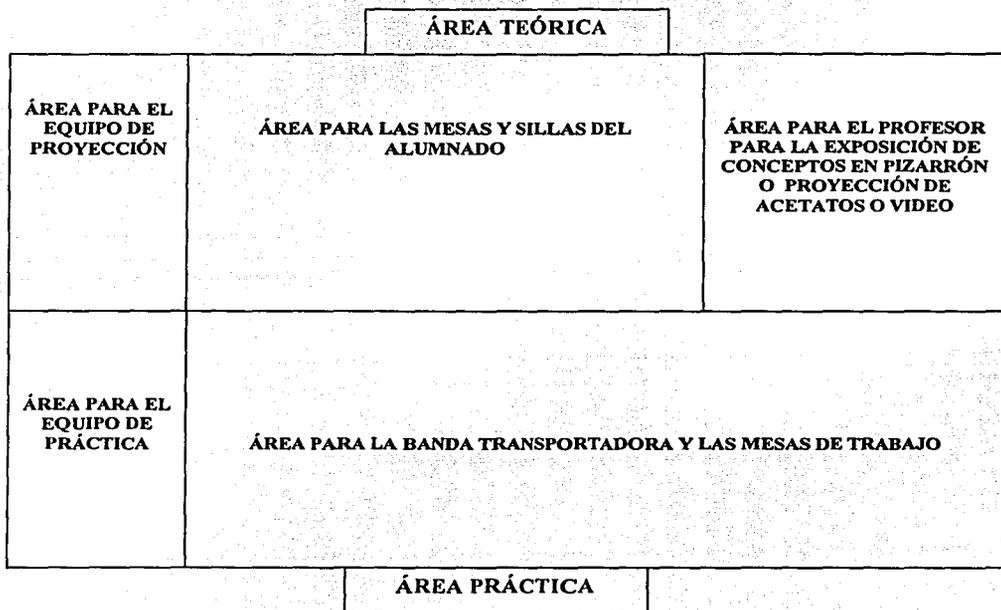
- Un gabinete para proteger y almacenar el equipo de proyección

Sección de Práctica

Constará de una banda transportadora industrial en la parte central del laboratorio con 3 mesas de trabajo de cada lado.

Se debe tener el mobiliario necesario en la parte posterior del laboratorio para almacenar el equipo utilizado en cada práctica.

Lo descrito con anterioridad será como lo muestra el plano No. 1



Plano No.1 Distribución de Áreas del Laboratorio

3.4 Evaluando alternativas

Para el equipo propuesto anteriormente, se utilizará una matriz de decisión como medio de evaluación y selección de opciones (Capítulo 2 página 17). Es una manera gráfica y sencilla de presentar la información recabada. Los criterios de selección de equipo que se tomarán en cuenta son: servicio y refacciones disponibles, precio, marca, garantía, opinión de ingenieros y vendedores y el cumplimiento de las especificaciones citadas anteriormente. Estos criterios son por los que se guía el Departamento de Compras de la Facultad de Ingeniería para cualquier adquisición.

La escala a utilizar es del número 1 al 10. Para los criterios de selección, esta escala representa primordialmente una ponderación de la importancia que cada una representa para el comprador; siendo 10, muy importante.

Para las opciones consideradas, la escala utilizada representa una calificación numérica; en otras palabras, 10 significa que existe servicio de mantenimiento y la posibilidad de conseguir refacciones para el producto en el país, el precio más bajo de las opciones en estudio, gran confiabilidad proporcionada por la marca del producto con base a experiencias previas, garantía de un año o más, comentario positivo por parte de personas familiares con el artículo ya sea con respecto a su uso, la marca, características, etc., y el cumplimiento de las especificaciones citadas anteriormente.

Una vez que se asignan calificaciones a todas las opciones consideradas, se multiplica este valor numérico por la ponderación otorgada a cada criterio de selección. El producto de la calificación dada a cada opción por la ponderación dada al criterio correspondiente, se sumará con el siguiente producto de calificación y ponderación, y así sucesivamente. La opción cuya sumatoria de multiplicaciones sea mayor, será la opción seleccionada.

El método a utilizar para la selección del equipo considera una diversidad de factores. Si bien el precio y la marca tendrán un gran peso en la decisión final, se le debe dar una importancia considerable a la disponibilidad de servicio y refacciones para el equipo, así como la garantía que lo acompaña, ya que esto asegura una vida larga y útil del laboratorio.

De la Tabla 1.4 a la Tabla 1.24 (sección de anexos) se ejemplifican las matrices de decisión descritas anteriormente, siendo la columna sombreada, la opción seleccionada.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS OBTENIDOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos del análisis realizado con anterioridad (Tabla 1.25).

Tabla 1.25 Equipo Seleccionado

DESCRIPCIÓN	SELECCIÓN	COSTO	
		Total	\$
Videoprojector *	INFOCUS LP130 Profesionales en Computación S.A. de C.V.	Total	\$ 40,437.45
Pantalla de proyección	DALITE 1.78 x 1.78 mts para colgar Urimick S.A. de C.V.	Total	\$ 631.35
Proyector para láminas transparentes	3M con lámpara ENX Office Depot	Total	\$ 4,099.00
VCR	Videocasetera SONY modelo SLV-LX50 Famsa S.A. de C.V.	Total	\$ 1,189.00
Televisor	SONY WEGA 29" Electrónica Guevara	Total	\$ 5,200.00
Gabinete con compartimentos para equipo de proyección y equipo de prácticas (2)	Gabinete universal metálico con 4 entrepaños intercambiables con chapa Distribuidora Permo S.A. de C.V.	Subtotal	\$ 2,189.60
		Total	\$ 4,379.20
Mesas (30)	Mesa trapezoidal estructura tubular redonda de 1" Distribuidora Permo S.A. de C.V.	Subtotal	\$ 461.15
		Total	\$ 13,834.50
Sillas (30)	Silla apilable tubular calibre 18. Sillería Nacional en tela o vinil. Ofimex S.A. de C.V.	Subtotal	\$ 195.96
		Total	\$ 5,878.80
Pintarrón	Pintarrón 2.40 x 1.20mts. Hiperlumen.	Total	\$ 1,226.00

Escritorio de profesor	Escritorio con recubrimiento de resina melamínica y cantos de PVC color maple vetado y negro respectivamente. Superficie de trabajo: 76.20 x 152.40 cm. Office Depot.	Total	\$ 1,249.00
Asiento de profesor	Silla secretarial respaldo y asiento amplio con pistón automático. Ofimex S.A. de C.V.	Total	\$ 710.70
Desatornillador (6)	BLACK & DECKER Firestorm ICO CD 9600K Home-Mart	Subtotal	\$ 739.00
		Total	\$ 4,434.00
Cronómetro digital (15)	CHRONOTECH modelo 121 Aranzabal Instrumentación S.A. de C.V.	Subtotal	\$ 762.45
		Total	\$ 11,436.75
Banda transportadora	Transportador de banda marca Hytrol modelo TA Flujotecnia Ecológica S.A. de C.V.	Total	\$ 42,423.50
Luxómetro (6)	EXTECH modelo 401025 Instrumentación y Sistemas Avanzados S.A. de C.V.	Subtotal	\$ 1,782.50
		Total	\$ 10,695.00
Termohidrómetro (6)	EXTECH modelo 4465CF Servomex S.A. de C.V.	Subtotal	\$ 2,740.85
		Total	\$ 16,445.10
Sonómetro (6)	EXTECH modelo 407706 Instrumentación y Sistemas Avanzados S.A. de C.V.	Subtotal	\$ 885.50
		Total	\$ 5,313.00
Termoanemómetro (6)	EXTECH modelo 451126 Instrumentación y Sistemas Avanzados S.A. de C.V.	Subtotal	\$ 4,473.50
		Total	\$ 26,841.00
Tacómetro (6)	EXTECH modelo 461501 Instrumentación y Sistemas Avanzados S.A. de C.V.	Subtotal	\$ 3,726.00
		Total	\$ 22,356.00

Tornillo de Banco (6)	TORNILLO banco giratorio T-3 con Ferremex	Subtotal	\$ 406.85
		Total	\$ 2,441.10
Mesa de trabajo (6)	Mesa de Trabajo de medidas: 1.20 x 0.75 x 0.75 mts. Estructura metálica. Ofimex S.A. de C.V.	Subtotal	\$ 1,500.75
		Total	\$ 9,004.50

*NOTA: Existe el videoproector SHARP PGC-30XU de 2000 ANSI LUMENS XGA, con la capacidad de llevar a cabo presentaciones en condiciones normales de iluminación con un valor de USD\$ 8,189.15, pero debido al presupuesto con el que se dispone, se escogió uno de menor precio.

GRAN TOTAL = \$ 230,224.95 (M.N.) = USD\$ 23,022.49

Los resultados obtenidos pueden apreciarse como subjetivos por el número de proveedores consultados, pero éstos son a los que el Departamento de Compras de la Facultad de Ingeniería recurre para cualquier pedido.

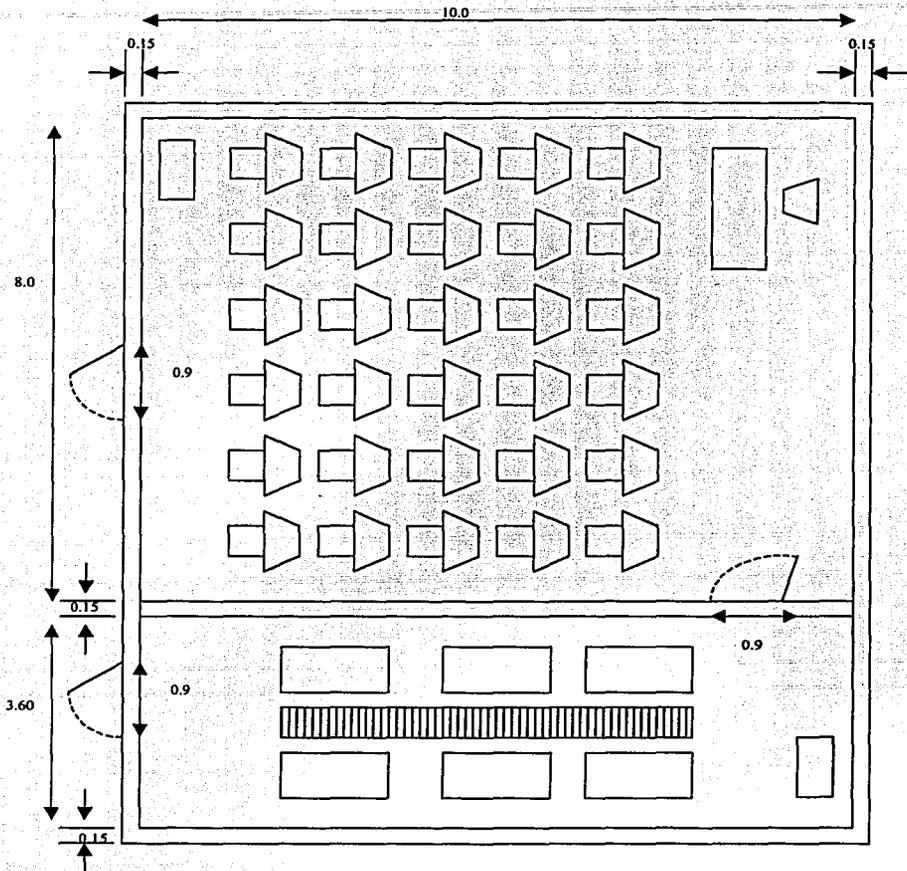
La batalla de precios se esperaba más cerrada. Aunque un criterio común para la elección de artículos es el precio, no es aconsejable desacreditar los más caros por ese sólo hecho, ya que muchas veces lo barato sale caro. Como dicen los norteamericanos "*you get what you pay for*", frase con la que acentúan la importancia de la confianza que representa la solidez y prestigio de una cierta marca y el precio que acompaña sus productos.

Para la decisión final, se consultó a los representantes de ventas de los proveedores e ingenieros de la Facultad de Ingeniería de la UNAM y del IPN que están en contacto constante con los instrumentos listados previamente y tienen la capacidad de medir su calidad. Su opinión fue una parte importante en la elección final, ya que la experiencia de estas personas, tiene un valor cualitativo, que merece tomarse en cuenta.

Los proveedores del equipo estiman una vida útil del equipo de práctica de 10 años. Esta cantidad representa la formación de 1,200 futuros ingenieros en el campo del estudio del trabajo, si se consideran 30 alumnos por grupo, 2 grupos por semestre y 2 semestres por año, lo que equivale a USD\$19.18 por alumno. Además, el laboratorio puede utilizarse también para las asignaturas de Planeación y Control de la Producción, y Diseño de Sistemas Productivos.

En la sección de anexos se encuentran los números de teléfono para contactar a cada uno de los proveedores seleccionados.

El plano No. 2 ilustra la distribución de áreas calculadas para el laboratorio propuesto, y el plano No. 3 ilustra las instalaciones eléctricas para dicho laboratorio.



DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS

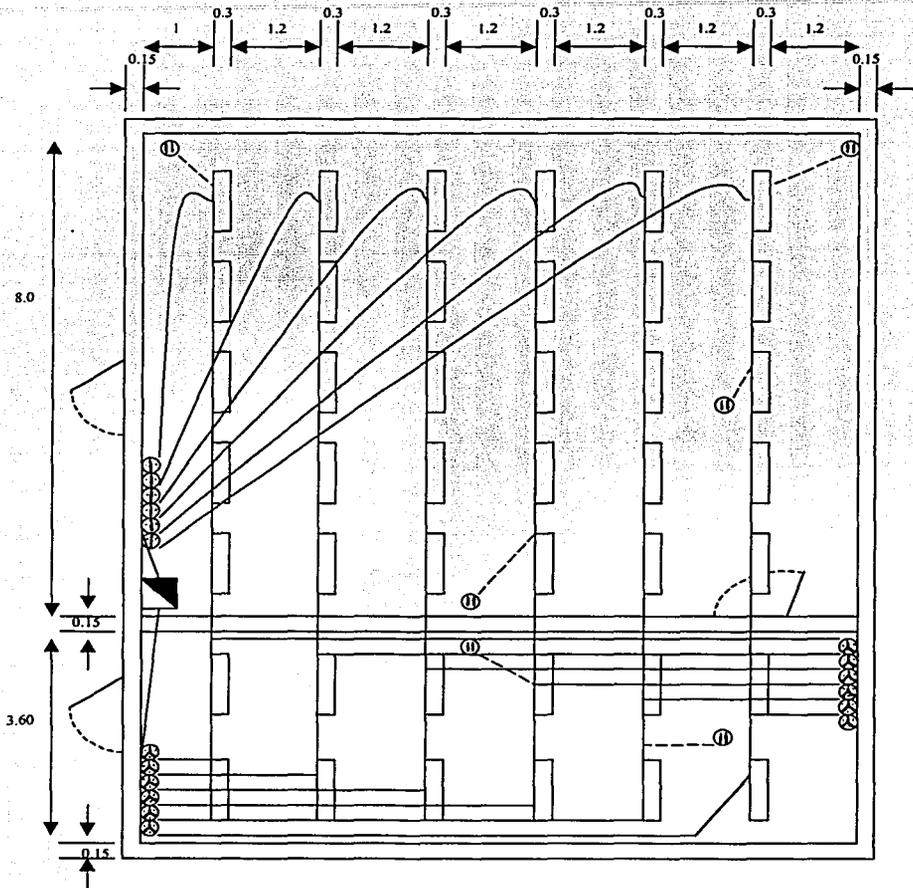
LABORATORIO DE ESTUDIO DEL TRABAJO

Escala 1:75

Dimensiones, en m

PLANO

2



INSTALACIÓN ELÉCTRICA	
LABORATORIO DE ESTUDIO DEL TRABAJO	
Escala 1:75	Dimensiones, en m

PLANO
3

SÍMBOLOS

	Lámpara fluorescente
	Hilos de corriente por muros y pared
	Hilos de corriente ocultos
	Contacto
	Apagador de dos vías
	Apagador escalera
	Interruptor general

La iluminación es un factor muy importante para el buen desempeño de las actividades que se llevan a cabo en un laboratorio. Esta influye en aspectos como la fatiga y rapidez de operación. En el anterior laboratorio de ingeniería industrial, las lámparas que se utilizaban eran del tipo de luminarias de dos lámparas fluorescente con difusores que eliminan la proyección de sombras, con una emisión de 9600 lúmenes. Y como un recinto de este tipo necesita 1000 luxes²², el número de lámparas para cada sección se presenta a continuación:

$$\text{No. de lámparas} = \frac{\text{nivel luminoso en luxes} \times \text{área}}{\text{lúmenes por lámpara} \times \text{coeficiente de utilización} \times \text{factor de conservación}}$$

$$\text{No. de lámparas (sección teoría)} = \frac{1000 \text{ luxes} \times 80\text{m}^2}{9600 \text{ lúmenes} \times 0.5 \times 0.6} = 28 \text{ lámparas}$$

$$\text{No. de lámparas (sección de práctica)} = \frac{1000 \text{ luxes} \times 36\text{m}^2}{9600 \text{ lúmenes} \times 0.5 \times 0.6} = 12.5 \text{ lámparas}$$

El factor de conservación de las aulas es de 0.6, que es un factor de nivel medio, porque la limpieza de la luminaria no se realiza con frecuencia y las lámparas sólo se remplazan cuando dejan de funcionar.

Se decidió aumentar el número de lámparas de la sección de teoría a 30 para tener el acomodo de 6 filas de lámparas para ambas secciones del laboratorio, dado que para la sección de práctica se necesitan al menos 12 lámparas y de esta forma se facilita la distribución de conexiones eléctricas del lugar.

²² ANAYA MORA, Ernesto y otros. Tesis - Establecimiento de un Laboratorio de Ingeniería de Métodos. México, Talleres de Editorial Quetzalcóatl S.A., 1977. pp. 487-492.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El laboratorio propuesto difícilmente puede reproducir la diversidad de necesidades y condiciones de trabajo en la industria con exactitud. Sin embargo, mediante las prácticas apropiadas, se puede reducir la distancia existente entre ambas instancias.

El aprendizaje de los conocimientos impartidos en la materia de Estudio del Trabajo, asegura, en un laboratorio adecuado, el mejoramiento de los procesos y estaciones de trabajo que hoy en día componen la industria mexicana. La meta de este trabajo es proponer una herramienta sólida de práctica a los futuros ingenieros industriales para enfrentar el campo profesional con mayor eficiencia.

Todas las prácticas que se desarrollan, tienen como fin, la evaluación del desempeño humano en el área laboral, la funcionalidad en todo tipo de organización y la generación de propuestas de mejora que eleven la productividad y la calidad de vida laboral. Los recursos humanos son el activo más importante en las empresas; así que lo que se busca es crear sistemas productivos con estaciones de trabajo en las condiciones apropiadas. Esto es posible gracias a la ergonomía y a la manipulación de los factores externos, como iluminación, ruido y ventilación, presentes en la industria.

Los beneficios que se obtendrán a través de la implantación del laboratorio que aquí se propone, son principalmente el desarrollo de habilidades en el alumno para que sea capaz de realizar estudios de tiempos, establecer tiempos estándar, diseñar estaciones de trabajo, construir gráficos e incentivar tanto el pensamiento divergente como el convergente para la solución de problemas explotando su creatividad e ingenio en el ámbito profesional. Por otra parte, un recinto actualizado prestará servicio a otras materias del área de Ingeniería de Métodos.

Una vez que se cuente con un laboratorio de Estudio del Trabajo, el equipo adquirido puede ser utilizado, asimismo, para consultoría de empresas. Esto ayudaría en buena medida a recuperar el prestigio de la Universidad, opacado durante el periodo de huelga. Así que si se establece el laboratorio, se asegurará la formación de las siguientes generaciones de alumnos en un campo de mucho peso en el ámbito profesional. Además, proporcionará bases firmes en el área del Estudio del Trabajo que se reflejarán cuando presenten el EGEL al término de sus estudios universitarios, el programa de la materia y la normatividad del CACEI se cumplirán, complementando el perfil del ingeniero industrial en aspectos como eficiencia y creatividad, y asegurando la certificación de la carrera de Ingeniería Industrial por un periodo de dos años y medio más (sección de anexos). En caso contrario, las prácticas seguirán llevándose a cabo en lugares poco apropiados, el aprendizaje resultará ineficiente, los alumnos no contarán con ciertas herramientas indispensables hoy en día y se arriesgará la certificación de la carrera.

Recomendaciones

La implantación del laboratorio propuesto le corresponde a la Facultad de Ingeniería. Se recomienda que la persona asignada para llevar a cabo el proyecto, sea un ingeniero con conocimientos amplios en el área de instalaciones eléctricas, distribución y localización de planta para garantizar la eficiencia del servicio que preste a los estudiantes de la materia.

Para el futuro, siempre que la situación económica lo permitiera, podría optimizarse el laboratorio con una cabina con un sistema de entrenamiento en tiempos y movimientos TECH ACK 2001. Este equipo reemplaza todos los instrumentos de medición citados anteriormente ya que cuenta con un medidor de temperatura y humedad, medidor de oxígeno, regulador del ambiente (calentador y ventilador), sensor de temperatura corporal, medidor de intensidad de luz y medidor de signos vitales. Con 10 cámaras que monitorean el comportamiento del individuo dentro de la cabina, con medición de tiempo y gráficas de desempeño. Su costo es de \$204,000.

Se debe alentar al estudiante de Ingeniería Industrial a formar parte de un proceso de retroalimentación que empiece por el aprendizaje de conceptos teóricos en el salón de clases, continúe con visitas a la industria, se complemente con la constatación de la mejora que promuevan sus propuestas y la verificación de que éstas cuenten con factibilidad de aplicación y concluya con las observaciones que haya obtenido durante su experiencia.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

- 1) ALGER, John R. HAYS, Carl V. Síntesis Creadora en el Diseño. México, Herrero Hermanos, Sucesores, 1969.
- 2) ANAYA MORA, Ernesto y otros. Tesis - Establecimiento de un Laboratorio de Ingeniería de Métodos. México, Talleres de Editorial Quetzalcóatl, 1977.
- 3) Diccionario Mayor Enciclopédico de la Lengua Castellana. Tercera Edición Tomo 2. Buenos Aires, Codex, 1972.
- 4) DIXON, John R. Diseño en Ingeniería. México, Limusa-Wiley, 1970.
- 5) Guía de Examen 2001; Examen General para el Egreso de la Licenciatura en Ingeniería Industrial.
- 6) KRICK, Edward V. Introducción a la Ingeniería y al Proyecto en la Ingeniería. México, Limusa-Wiley, 1967.
- 7) LAFOURCADE, Pedro D. Planeamiento, Conducción y Evaluación en la Enseñanza Superior. Buenos Aires, Kapelusz, 1974.
- 8) Manual del Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería A.C. (CACEI). Anexo 2 Equipamiento Mínimo de Laboratorios.
- 9) Manual del CACEI – Reporte para la Acreditación. Criterios de Evaluación – Requisitos Mínimos. Octubre 2001.
- 10) Marcos de Referencia para la Evaluación del CIEES. Octubre 1994.
- 11) Sección Amarilla Ciudad de México Edición 2001-2002. Tomo I / a-i.
- 12) UNAM. Facultad de Ingeniería. Plan de Estudios de la Carrera de Ingeniero Industrial. Tomo II Programa de las Asignaturas. Enero 1996.
- 13) <http://www.profeco.gob.mx>
- 14) <http://www.technika.com>
- 15) <http://www.extech.com>
- 16) [http:// www.micromex.com.mx](http://www.micromex.com.mx)

ANEXOS

TABLA 1.4 MATRIZ DE DECISIÓN VIDEOPROYECTOR

OPCIONES	PONDERACIÓN	INFOCUS LP280	INFOCUS LP100	TOSHIBA TDP-S2	EPSON POWER LITE 50C	LUMENS LE-95	VISION modelo 200Z	BOXLIGHT modelo 6T
		CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN
CRITERIOS	PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO
DISPONIBILIDAD DE SERVICIO Y REFACCIONES	10	10	10	10	10	10	10	10
PRECIO	10	9	8	9	10	8	9	9
MARCA	9	10	10	9	8	8	7	7
GARANTÍA	8	10	10	10	10	10	10	10
OPINIÓN DE INGENIEROS Y VENDEDORES	8	9	10	9	9	8	8	8
CARACTERÍSTICA	10	9	10	9	9	9	9	9
Σ TOTAL DE PRODUCTOS		522	530	513	514	486	487	487

TABLA 1.5 MATRIZ DE DECISIÓN PANTALLA DE PROYECCIÓN

OPCIONES	PONDERACIÓN	DA-LITE 2.13X2.13 (Prof. Comp.)	DA-LITE 1.78X1.78 (Urimick)	DA-LITE 2.13X2.13 (Urimick)	3M 1.78X1.78
		CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN
CRITERIOS		PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO
DISPONIBILIDAD DE SERVICIO Y REFACCIONES	10	100	100	100	100
PRECIO	10	80	100	80	80
MARCA	9	90	90	90	90
GARANTÍA	8	80	80	80	80
OPINIÓN DE INGENIEROS Y VENDEDORES	8	80	80	80	80
CARACTERÍSTICAS	10	90	100	90	100
Σ TOTAL DE PRODUCTOS		520	550	520	530

54

TABLA 1.6 MATRIZ DE DECISIÓN PROYECTOR DE ACETATOS

OPCIONES	PONDERACIÓN	3M 2770-AABM	3M 2000-AADM	3M 1810	BUHL 90ED	DUKANE 2123	APOLLO HORIZON	3M END	3M 2000
		CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN
CRITERIOS		PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO
DISPONIBILIDAD DE SERVICIO Y REFACCIONES	10	10	10	10	10	10	10	10	10
PRECIO	10	7	8	9	9.5	9.5	10	7.5	7.5
MARCA	9	10	10	10	8	8	7	10	10
GARANTÍA	8	10	10	10	10	10	10	10	10
OPINIÓN DE INGENIEROS Y VENDEDORES	8	10	10	9	8	8	8	10	10
CARACTERÍSTICAS	10	10	10	9	9	9	10	10	10
Σ TOTAL DE PRODUCTOS		520	530	522	501	501	507	535	525

55

TABLA 1.7 MATRIZ DE DECISIÓN VIDEOCASETERA VHS

OPCIONES	PONDERACIÓN	SONY SLV-LX65/LX60 (Prof. Comp.)	SAMSUNG	SONY SLV-L85 (Urimick)	SONY LX65 (Urimick)	MITSUBISHI HS U447	SONY SLV-LX4	SONY SLV- LX60 (Falsa)
		CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN
CRITERIOS	PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO
DISPONIBILIDAD DE SERVICIO Y REFACCIONES	10	10	10	10	10	10	10	10
PRECIO	10	8	9,5	9	9	10	9,2	9,3
MARCA	9	80	95	90	90	100	92	93
GARANTÍA	8	10	8	10	10	8	10	10
OPINIÓN DE INGENIEROS Y VENDEDORES	8	90	72	90	90	72	90	90
CARACTERÍSTICAS	10	10	10	10	10	10	10	10
Σ TOTAL DE PRODUCTOS		100	100	100	100	100	100	100
		530	519	540	540	516	542	543

TABLA 1.8 MATRIZ DE DECISIÓN TELEVISOR

OPCIONES	PONDERACIÓN	LG CP 29Q20P	LG RP 29FA40	PANASONIC PANABLACK	SAMSUNG CL-29A6P	SAMSUNG CL-29 K3W	SONY WEGA
		CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN
CRITERIOS		PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO
DISPONIBILIDAD DE SERVICIO Y REFACCIONES	10	10 100	10 100	10 100	10 100	10 100	10 100
PRECIO	10	7 70	8 80	10 100	9.5 95	9.3 93	9 90
MARCA	9	8 72	8 72	9 81	8 72	9 81	10 90
GARANTÍA	8	10 80	10 80	10 80	10 80	10 80	10 80
OPINIÓN DE INGENIEROS Y VENDEDORES	8	9 72	9 72	9 72	9 72	9 72	10 80
CARACTERÍSTICAS	10	10 100	10 100	10 100	10 100	10 100	10 100
Σ TOTAL DE PRODUCTOS		494	504	533	519	526	540

TABLA 1.9 MATRIZ DE DECISIÓN GABINETE

OPCIONES	PONDERACIÓN	JM MUEBLES	ACERO 4 REPISAS	PLÁSTICO REPISAS ZAG	METÁLICO 3 REPISAS	UNIVERSAL METÁLICO 4 ENTREPAÑOS	LIBRERO VERTICAL DE 4 ENTREPAÑOS
		CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN
CRITERIOS	PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO
DISPONIBILIDAD DE SERVICIO Y REFACCIONES	10	10	10	10	10	10	10
PRECIO	10	95	70	100	90	65	80
GARANTÍA	8	80	80	80	80	80	80
OPINIÓN DE INGENIEROS Y VENDEDORES	8	80	80	80	80	80	80
CARACTERÍSTICAS	10	80	100	90	90	100	95
Σ TOTAL DE PRODUCTOS		435	430	450	440	455	435

58

TABLA 1.10 MATRIZ DE DECISIÓN MESA

OPCIONES	PONDERACIÓN	JM MUEBLES CON REFUERZO	JM MUEBLES EN PANEL	PERMO	OFIMEX
		CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN
CRITERIOS		PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO
DISPONIBILIDAD DE SERVICIO Y REFACCIONES	10	100	100	100	100
PRECIO	10	70	75	100	80
GARANTÍA	8	80	80	80	80
OPINIÓN DE INGENIEROS Y VENDEDORES	8	80	80	80	80
CARACTERÍSTICAS	10	100	100	100	100
Σ TOTAL DE PRODUCTOS		430	435	460	440

TABLA 1.11 MATRIZ DE DECISIÓN SILLA

OPCIONES	PONDERACIÓN	JM MUEBLES	PLASTICA GENOVA	ITALIA SIN BRAZOS	PERMO	OFIMEX LINEA NAL	OFIMEX OFFICE MASTER
		CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN
CRITERIOS		PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO
DISPONIBILIDAD DE SERVICIO Y REFACCIONES	10	10	10	10	10	10	10
PRECIO	10	93	95	85	98	100	90
GARANTÍA	8	80	80	80	80	80	80
OPINIÓN DE INGENIEROS Y VENDEDORES	8	80	80	80	80	80	80
CARACTERÍSTICA	10	100	100	100	100	100	100
Σ TOTAL DE PRODUCTOS		453	455	445	458	460	450

60

TABLA 1.12 MATRIZ DE DECISIÓN PINZARRÓN DE PLUMÍN FUGAZ

OPCIONES	PONDERACIÓN	HIPERLUMEN	PERMO 1.20X2.40	PERMO 1.20X1.80
		CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN
CRITERIOS		PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO
DISPONIBILIDAD DE SERVICIO Y REFACCIONES	10	100	100	100
PRECIO	10	95	92	100
GARANTÍA	8	80	80	80
OPINIÓN DE INGENIEROS Y VENDEDORES	8	80	80	80
CARACTERÍSTICAS	10	100	100	90
Σ TOTAL DE PRODUCTOS		455	452	450

TABLA 1.13 MATRIZ DE DECISIÓN ESCRITORIO PROFESOR

OPCIONES	PONDERACIÓN	OFFICE DEPOT	PERMO	LÍNEA EKON	MADERA INDÚ	LÍNEA METÁLICA
		CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN
CRITERIOS		PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO
DISPONIBILIDAD DE SERVICIO Y REFACCIONES	10	100	100	100	100	100
PRECIO	10	100	90	85	80	82
GARANTÍA	8	100	80	80	80	80
OPINIÓN DE INGENIEROS Y VENDEDORES	8	100	80	80	80	80
CARACTERÍSTICA	10	100	100	100	100	100
Σ TOTAL DE PRODUCTOS		460	450	445	440	442

62

TABLA 1.14 MATRIZ DE DECISIÓN ASIENTO PROFESOR

OPCIONES	PONDERACIÓN	SILLA ERGONÓMICA (Office Depot)	SILLA SECRETARIAL (Office Depot)	SILLA SECRETARIAL (Permo)	SILLA SECRETARIAL (Ofimax)
		CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN
CRITERIOS		PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO
DISPONIBILIDAD DE SERVICIO Y REFACCIONES	10	100	100	100	100
PRECIO	10	80	70	97	100
GARANTÍA	8	80	80	80	80
OPINIÓN DE INGENIEROS Y VENDEDORES	8	80	80	80	80
CARACTERÍSTICAS	10	100	100	100	100
Σ TOTAL DE PRODUCTOS		440	430	457	460

TABLA 1.15 MATRIZ DE DECISIÓN DESATORNILLADOR

OPCIONES	PONDERACIÓN	BLACK & DECKER FIRESTORM CD 12000K	BLACK & DECKER FIRESTORM CD 9800K	DEWALT DW 926K-2	SKIL 9.6V BATERÍA INALÁMBRICO	BOSCH GSB 20-2	SKIL 6125	BLACK & DECKER 7162
		CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN
CRITERIOS	PONDERACIÓN	PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO
DISPONIBILIDAD DE SERVICIO Y REFACCIONES	10	10	10	10	10	10	10	10
PRECIO	10	88	88	70	100	80	95	93
MARCA	9	10	10	10	9	10	9	10
GARANTÍA	8	10	10	10	10	10	10	10
OPINIÓN DE INGENIEROS Y VENDEDORES	8	10	10	10	10	10	10	10
CARACTERÍSTICA	10	10	10	9	9	9	9	9
Σ TOTAL DE PRODUCTOS		538	540	510	531	520	526	533

64

TABLA 1.16 MATRIZ DE DECISIÓN CRONÓMETRO

OPCIONES	PONDERACIÓN	SPER SCIENTIFIC modelo 810029R	COMERCIALIZADORA QUERÉTARO	CHRONOTECH modelo 121
		CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN
CRITERIOS		PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO
DISPONIBILIDAD DE SERVICIO Y REFACCIONES	10	90	100	100
PRECIO	10	100	90	90
MARCA	9	90	81	90
GARANTÍA	8	80	80	100
OPINIÓN DE INGENIEROS Y VENDEDORES	8	80	80	80
CARACTERÍSTICAS	10	100	100	100
Σ TOTAL DE PRODUCTOS		540	531	560

TABLA 1.17 MATRIZ DE DECISIÓN BANDA TRANSPORTADORA

OPCIONES	PONDERACIÓN	HYTROL TA	ARELLANO
		CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN
CRITERIOS		PRODUCTO	PRODUCTO
DISPONIBILIDAD DE SERVICIO Y REFACCIONES	10	100	100
PRECIO	10	96	100
MARCA	9	90	85.5
GARANTÍA	8	80	80
OPINIÓN DE INGENIEROS Y VENDEDORES	8	80	76
CARACTERÍSTICA	10	95	100
Σ TOTAL DE PRODUCTOS		543	541.5

TABLA 1.18 MATRIZ DE DECISIÓN LUXÓMETRO

OPCIONES	PONDERACIÓN	EXTECH modelo 401025 (INSA)	EXTECH modelo 401025 (Servomex)	SPER SCIENTIFIC modelo 850075	SPER SCIENTIFIC modelo 840022
		CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN
CRITERIOS		PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO
DISPONIBILIDAD DE SERVICIO Y REFACCIONES	10	100	100	90	90
PRECIO	10	100	95	85	80
MARCA	9	81	81	81	81
GARANTÍA	8	80	80	80	80
OPINIÓN DE INGENIEROS Y VENDEDORES	8	80	80	76	76
CARACTERÍSTICAS	10	100	100	100	100
Σ TOTAL DE PRODUCTOS		541	536	512	507

TABLA 1.19 MATRIZ DE DECISIÓN TERMOHIDRÓMETRO

OPCIONES	PONDERACIÓN	EXTECH modelo 4465CF (INSA)	EXTECH modelo 4465CF (Servomex)	VAISALA	SPER SCIENTIFIC modelo 800014
		CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN
CRITERIOS		PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO
DISPONIBILIDAD DE SERVICIO Y REFACCIONES	10	100	100	80	90
PRECIO	10	95	100	70	80
MARCA	9	81	81	81	81
GARANTÍA	8	80	80	80	80
OPINIÓN DE INGENIEROS Y VENDEDORES	8	80	80	76	76
CARACTERÍSTICAS	10	100	100	100	100
Σ TOTAL DE PRODUCTOS		536	541	487	507

89

TABLA 1.21 MATRIZ DE DECISIÓN TERMOANEMÓMETRO

OPCIONES	PONDERACIÓN	EXTECH modelo 451126 (INSA)	EXTECH modelo 451104 (INSA)	EXTECH modelo 451126 (Servomex)	EXTECH modelo 451104 (Servomex)	SPER SCIENTIFIC modelo 840003	SPER SCIENTIFIC modelo 840032	SPER SCIENTIFIC modelo CFM 840033
		CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN
CRITERIOS	PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO
DISPONIBILIDAD DE SERVICIO Y REFACCIONES	10	100	100	90	90	90	90	90
PRECIO	10	82	90	80	88	100	88	85
MARCA	9	81	81	81	81	81	81	81
GARANTÍA	8	80	80	80	80	80	80	80
OPINIÓN DE INGENIEROS Y VENDEDORES	8	80	80	80	80	76	76	76
CARACTERÍSTICA	10	100	90	100	90	100	100	100
Σ TOTAL DE PRODUCTOS		523	521	511	509	527	515	512

at

TABLA 1.22 MATRIZ DE DECISIÓN TACÓMETRO

OPCIONES	PONDERACIÓN	EXTECH modelo 461501 (INSA)	MITUTOYO modelo 982-551
		CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN
CRITERIOS		PRODUCTO	PRODUCTO
DISPONIBILIDAD DE SERVICIO Y REFACCIONES	10	100	100
PRECIO	10	100	90
MARCA	9	81	81
GARANTÍA	8	80	80
OPINIÓN DE INGENIEROS Y VENDEDORES	8	80	80
CARACTERÍSTICAS	10	100	100
Σ TOTAL DE PRODUCTOS		541	531

TABLA 1.23 MATRIZ DE DECISIÓN TORNILLO DE BANCO

OPCIONES	PONDERACIÓN	TORNILLO Y-3 (Ferremex)	TORNILLO Y-4 (Ferremex)	FOY URREA #4	TORNILLO Y-3 (Económica)	TORNILLO Y-3 (Portales)
		CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN
CRITERIOS		PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO	PRODUCTO
DISPONIBILIDAD DE SERVICIO Y REFACCIONES	10	100	100	100	100	100
PRECIO	10	92	90	85	100	95
MARCA	9	90	90	90	90	90
GARANTÍA	8	80	80	80	64	64
OPINIÓN DE INGENIEROS Y VENDEDORES	8	80	80	80	80	80
CARACTERÍSTICA	10	100	100	100	100	100
Σ TOTAL DE PRODUCTOS		542	540	535	534	529

77

TABLA 1.24 MATRIZ DE DECISIÓN MESA DE TRABAJO

OPCIONES	PONDERACIÓN	PERMO	OFIMEX
		CALIFICACIÓN	CALIFICACIÓN
CRITERIOS		PRODUCTO	PRODUCTO
DISPONIBILIDAD DE SERVICIO Y REFACCIONES	10	100	100
PRECIO	10	95	100
MARCA	9	90	90
GARANTÍA	8	80	80
OPINIÓN DE INGENIEROS Y VENDEDORES	8	80	80
CARACTERÍSTICAS	10	95	95
Σ TOTAL DE PRODUCTOS		540	545

73

LISTA DE PROVEEDORES

- 1) Aranzabal Instrumentación
S.A. de C.V.
55.87.87.11
55.87.87.15
- 2) Distribuidora Permo S.A. de C.V.
52.50.19.81
52.50.33.70
52.50.33.40
- 3) Electrónica Guevara
53.92.41.54
- 4) Famsa S.A. de C.V.
01.800.32.672.74
- 5) Ferremex S.A. de C.V.
55.98.20.11
- 6) Flujotecnía Ecológica S.A. de C.V.
53.90.85.55
- 7) Híperlumen
55.50.65.22
55.50.19.20
- 8) Home Mart
57.28.68.78
- 9) Instrumentación y Sistemas Avanzados
S.A. de C.V.
55.10.42.65
55.18.37.64
55.10.37.31
- 10) Office Depot
53.54.99.00
- 11) Ofimex S.A. de C.V.
55.14.55.89
52.08.22.37
- 12) Profesionales en Computación S.A.
de C.V.
56.66.20.16
- 13) Servomex S.A. de C.V.
55.16.96.33
- 14) Urimick S.A. de C.V.
55.83.82.63



CONSEJO DE ACREDITACION DE LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERIA A.C.

COMITÉ DE ACREDITACION-ACTA NÚMERO SESENTA Y SIETE

México, Distrito Federal, siendo las dieciocho horas del martes seis de noviembre del año dos mil uno, dio inicio la décima tercera reunión del Comité de Acreditación del Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería, A. C., bajo la presidencia del Ingeniero Fernando Ocampo Canabal y actuando como secretario el M. en I. Juan José Hurtado Moreno, para revisar el Dictamen sobre el Programa de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México. Con base en la propuesta de Dictamen del Comité Evaluador de dicho Programa, integrado por las Ingenieras Blanca Campuzano Moreno y Lucinda González Ruiz, el Comité de Acreditación acuerda emitir el siguiente:

DICTAMEN DE ACREDITACION AL PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL, DE LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, CON UNA VIGENCIA DE DOS AÑOS A PARTIR DE ESTA FECHA, PARA RÉFRENDARSE POR UN PERIODO DE DOS AÑOS Y MEDIO MÁS, SIEMPRE Y CUANDO EL PROGRAMA HAYA CUMPLIDO CON LOS SIGUIENTES:

REQUISITOS MÍNIMOS:

M.2.3.2. Incrementar el número de profesores de tiempo completo que imparten asignaturas del grupo de Ciencias de la Ingeniería para cubrir el porcentaje mínimo que señala el parámetro respectivo

M.6.3. Establecer un plan que le permita al Programa contar con un Laboratorio de Ingeniería de Métodos suficientemente equipado

REQUISITOS COMPLEMENTARIOS:

C.2.17. Implementar mecanismos que permitan al Laboratorio incrementar la elaboración de material docente.

C.4.2. Estructurar una serie de cursos de Estudios de la forma que en la actualidad se han incorporado de forma adecuada.

C.5.4. Mantener un plan de trabajo que permita registrar la evolución de procesos de enseñanza-aprendizaje por medio de instrumentos de evaluación de aprendizaje de los estudiantes.

C.10.12. Mantener un plan de trabajo que permita registrar la evolución de los procesos de enseñanza-aprendizaje por medio de instrumentos de evaluación de aprendizaje de los estudiantes.

Atentamente,

Presidente del Comité de Acreditación

critérios de evaluación - requisitos mínimos

Comentarios

B. El laboratorio de Ingeniería de Métodos

	muy baja	baja	regular	amplia
tiene el equipamiento cuya suficiencia es	<u>X</u>	_____	_____	_____
Su eficacia es	<u>X</u>	_____	_____	_____

Comentarios: El equipamiento del laboratorio es pobre y obsoleto, su espacio físico (actual) no es el adecuado para un laboratorio de métodos, hay que tomar en cuenta que es una área de conocimiento fundamental para la formación del ingeniero industrial. En este laboratorio se avecina un problema más grave den el sentido de que cambiara su ubicación física a otro espacio de dimensiones muy pequeñas aproximadamente de 2 x 5 mt. Espacio insuficiente para un laboratorio.

C. El laboratorio de Manufactura

tiene el equipamiento cuya suficiencia es	_____	_____	_____	<u>X</u>
Su eficacia es	_____	_____	_____	_____

Comentarios: Cuentan con la infraestructura y equipo acorde a los requerimientos teóricos y prácticos que el estudiante requiere en materia de procesos de manufactura.

Este requisito se cumple	_____	_____	_____	_____
--------------------------	-------	-------	-------	-------

Comentarios

M.6.5 Tamaño de las aulas

	con suficiencia	con suficiencia	con suficiencia	ampliamente
Este requisito se cumple	_____	_____	<u>X</u>	_____

Comentarios: Las aulas son de un tamaño adecuado maximo si se trata de grupos grandes (de más de 45 alumnos).

CONTENIDO.

- III.1 Medición del trabajo.
- III.2 Estudio de tareas, Análisis movimiento-tiempo.
- III.3 Técnicas para la obtención de tiempos estándar. Muestreo, cronómetro, tiempos tipo, tiempos predeterminados.
- III.4 Valoración del ritmo de trabajo.
- III.5 Establecimiento de tolerancias o suplementos.
- III.6 Curva de aprendizaje.

IV SALARIOS E INCENTIVOS

ANTECEDENTES:

Ninguno

OBJETIVO:

El alumno conocerá y aplicará las técnicas para la implantación de un sistema de salarios e incentivos en una empresa.

CONTENIDO

- IV.1 Planes económicos directos e indirectos.
- IV.2 Planes no económicos.
- IV.3 Requisitos para la implantación de un plan de incentivos.
- IV.4 Relaciones con los trabajadores y organismos sindicales.
- IV.5 Administración del sistema de salarios e incentivos.
- IV.6 Contrato colectivo de trabajo.

V ANALISIS Y EVALUACION DE PUESTOS

ANTECEDENTES:

Ninguno

OBJETIVO:

El alumno realizará el análisis y la evaluación de los puestos que componen un sistema productivo u operativo.

CONTENIDO

- V.1 Definición del análisis de puestos.
- V.2 Implantación de los métodos de análisis de puestos.
- V.3 Descripción y especificación de puestos.
- V.4 Tipos de análisis de puestos de acuerdo al nivel organizacional.
- V.5 Características generales de los métodos no cuantitativos para la evaluación de puestos.
- V.6 Diferenciación de los métodos no cuantitativos con los métodos híbridos y cuantitativos.

TECNICAS DE ENSEÑANZA:

- Exposición oral _____ (X)
- Exposición audiovisual _____ (X)
- Ejercicios dentro de clase _____ ()
- Ejercicios fuera del aula _____ ()
- Seminarios _____ ()
- Lecturas obligatorias _____ (X)
- Trabajo de investigación _____ (X)
- Prácticas de taller o laboratorio _____ (X)
- Prácticas de campo _____ ()
- Otras: _____

ELEMENTOS DE EVALUACION:

- Exámenes parciales _____ (X)
- Exámenes finales _____ (X)
- Trabajos y tareas fuera del aula _____ (X)
- Participación en clase _____ (X)
- Asistencia a prácticas _____ (X)
- Otros: _____

ANTECEDENTES

Asignatura

PROBABILIDAD

COMPLEMENTOS

Asignatura

**DISEÑO DE SISTEMAS PRODUCTIVOS
EVALUACION DE PROYECTOS**

APROBADO POR EL CONSEJO TECNICO
FACULTAD DE INGENIERIA
U.N.A.M.
1 ABR. 1995

87

BIBLIOGRAFIA

Tema

Temas de la materia para los que se recomienda:

TEXTOS BASICOS

NIEBEL
"Ingeniería Industrial"
Afa-Omega
México, 1990.

OIT
"Introducción al Estudio del Trabajo"
Limusa
México, 1920.

MUNDEL, Marvin.
"Estudio de tiempos y movimientos"
CECSA
México, 1988.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTARIA

NIEBEL
"Ingeniería de Tiempos y Movimientos"
Afa-Omega
México, 1991.

SALVENDY, GAVRIEL
"Biblioteca del Ingeniero Industrial"
Limusa
México, 1990.

APROBADO POR EL CONSEJO TECNICO
FACULTAD DE INGENIERIA
U.N.A.M.
1 ABR. 1995

bt