

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ÁREA DE POSGRADO

MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS E INGENIERÍA



**“MODELO PARA LA APLICACIÓN DE LA INGENIERÍA DE
MÉTODOS DESDE LA PERSPECTIVA
ACTUAL DE LA INDUSTRIA”**

Tesis que presenta:

MILDREND IVETT MONTOYA REYES

Para obtener el GRADO de:

MAESTRA EN CIENCIAS

Directora de Tesis:

DR. MARGARITA GIL SAMANIEGO RAMOS

Mexicali, Baja California a 19 de Junio de 2014

AGRADECIMIENTOS

A mi esposo, por complementar mi vida.

A mi hijo, por ser mi fuerza para seguir adelante.

A mi mamá, por estar siempre presente brindándome su apoyo a lo largo de mi vida.

A mis hermanos, por llenar mi vida de grandes momentos que hemos compartido.

A la Dr. Margarita Gil Samaniego Ramos por su dirección y apoyo incondicional, gracias por confiar en mí y permitirme ser parte de su equipo de trabajo.

A la M.A.P. Eva Nicolasa Castillo Morones muy especialmente por abrirme las puertas para realizar nuevos proyectos, por compartirme su experiencia y confiar en mí.

A mis sinodales, Dra. Silvia Vanessa Medina León, M.C. Juan Ceballos Corral y Dr. Víctor Nuño Moreno por su disposición y apoyo en todo momento.

A mis maestros, por compartirme su experiencia y conocimiento.

A mis amigos, Ing. Ariadna Alvarado Corona, Ing. Ricardo Jasso Robles, Ing. Edgar Reyes García, Ing. Juan Carlos Preciado Vizcaíno, quienes con su apoyo contribuyeron al logro de esta meta.

A mis alumnos, muy especialmente a Ángel Noé Villegas López, por ayudarme con la implementación de este modelo.

A la Coordinación Nacional de Becas de Educación Superior (CNBES) por su apoyo brindado para la realización de mis estudios de posgrado.

¡Gracias!

ÍNDICE

	Página
ÍNDICE DE FIGURAS	i
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE ANEXOS	vi
RESUMEN EJECUTIVO	vii
ABSTRACT	viii
INTRODUCCIÓN	ix
Justificación	X
Definición del problema	xii
Hipótesis	xii
Objetivo	xii
Metas	xiii
CAPÍTULO I. ESTADO DEL ARTE	
1.1 Política y desarrollo Industrial	1
1.1.1 Política y desarrollo industrial en México	2
1.1.2 Política y desarrollo industrial en Baja California	5
1.1.3 Política y desarrollo industrial en Mexicali	6
1.1.4 Retos y oportunidades en las industrias	8
1.2 Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería	8
1.3 Perfil del Ingeniero Industrial	12
1.3.1 Habilidades y cualidades necesarias	12
1.3.2 Campo laboral	13
1.4 Perfil del Ingeniero Industrial de la UABC	13
1.4.1 Competencias por etapas	14
1.4.2 Perfil de ingreso	15
1.4.3 Perfil de egreso	16
1.4.4 Campo ocupacional	17
1.5 Importancia de la aplicación de la Ingeniería de Métodos en la industria	18
1.6 Perfil para el área de Ingeniería de Métodos	20
1.7 Fundamentos de Ingeniería de Métodos de acuerdo a EGEL	20
1.8 Perfil de la Ingeniería de Métodos en otras instituciones de prestigio	21
1.8.1 Institutos Tecnológicos de Estudios Superiores	21
1.8.2 Centro de Enseñanza Técnica y Superior	24
1.9 Perfil de la Ingeniería de Métodos en la UABC	24
1.9.1 Ingeniería de Métodos	24
1.9.2 Estudio del Trabajo	25

1.10 Laboratorio de Ingeniería de Métodos de la UABC	27
1.10.1 Ingeniería de Métodos	28
1.10.2 Estudio del Trabajo	29
1.11 Líneas de Investigación de Ingeniería de Métodos	30
CAPÍTULO II. INGENIERÍA DE MÉTODOS	
2.1 Ingeniería de Métodos	34
2.2 Diagrama de flujo de procesos	34
2.3 Diagrama de operaciones de proceso	35
2.4 Diagrama de recorrido	36
2.5 Diagrama hombre-máquina	36
2.6 Análisis de operaciones	36
2.7 Análisis de movimientos	38
2.8 Principios de economía de movimientos	39
2.9 Diagrama bimanual	39
2.10 Estudio de tiempos	40
2.11 Tiempos predeterminados	41
2.11.1 MTM	42
2.11.2 MOST	43
2.12 Muestreo de trabajo	44
2.13 Balanceo de líneas de ensamble	46
2.14 Principales etapas de un programa de Ingeniería de Métodos	47
CAPÍTULO III. METODOLOGÍAS PARA APLICACIÓN	
3.1 Entrevista	50
3.2 Proceso estándar para encuestas por muestreo	51
3.3 Despliegue de la función de calidad	54
3.4 Benchmarking	55
3.5 La masa crítica en el marketing	57
3.6 Google Sites	58
3.7 Simulación	59
3.7.1 ProModel	59
3.8 Visual Basic	60
3.9 Reingeniería	61
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS EXPERIMENTAL	
4.1 Entrevista a maestros que imparten Ingeniería de Métodos	64
4.1.1 Resultados de las entrevistas	64
4.1.2 Conclusión de las Entrevistas	72
4.2 Análisis de oferta educativa de Ingeniería de Métodos	75
4.2.1 Universidades Nacionales	75
4.2.2 Universidades Extranjeras	79
4.2.3 Conclusión del análisis comparativo respecto a la UABC	80
4.3 Encuesta a la industria sobre la aplicación de la Ingeniería de Métodos	81
4.3.1 Conclusión de las Encuestas	99
4.4 Aplicación de QFD	101
4.4.1 Conclusión del QFD	103

4.5 Aplicación de Benchmarking	104
4.6 Análisis de software propuestos para la Ingeniería de Métodos	111
4.6.1 Conclusión del análisis comparativo de software	113
CAPÍTULO V. MODELO DE INGENIERÍA DE MÉTODOS	
5.1 Modelo para la aplicación de la Ingeniería de Métodos	114
5.2 Site de Ingeniería de Métodos	115
5.3 Contenido Temático	116
5.4 Sistema para la aplicación de estudio de tiempos	118
5.5 Sistema interactivo para la aplicación de MTM	122
5.6 Uso de la simulación para el análisis de operaciones	126
5.7 Uso de la simulación para el balanceo de líneas	127
5.8 Software recomendado para la aplicación de la Ingeniería de Métodos	129
CAPÍTULO VI. ANÁLISIS DE RESULTADOS	
6.1 Implementación del modelo en el sector educativo	131
6.1.1 Aplicación de Reingeniería	131
6.2 Implementación del modelo en el sector industrial	161
CONCLUSIONES	168
RECOMENDACIONES	170
PRODUCCIÓN ACADÉMICA	171
ANEXOS	173
BIBLIOGRAFÍA	223

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Fig. 1. Importancia del estudio de métodos y tiempos	19
Fig. 2. Sala de Ingeniería de Métodos del laboratorio de PEII de la UABC	27
Fig. 3. Principales etapas de un programa de ingeniería de métodos	47
Fig. 4. Fases del proceso estándar para encuestas por muestreo	51
Fig. 5. Procedimiento general de QFD	55
Fig. 6. Procedimiento de benchmarking a través de 10 pasos	56
Fig. 7. Modelo de Reingeniería	61
Fig. 8. Trece pasos para la aplicación del modelo de reingeniería	63
Fig. 9. Materias que imparten los docentes	65
Fig. 10. ¿Los laboratorios tienen línea de producción?	67
Fig. 11. ¿Tienen manual de prácticas?	68
Fig. 12. ¿Utilizan el manual de prácticas?	68
Fig. 13. ¿Considera que la materia está actualizada y que cumple con los requerimientos de la industria?	69
Fig. 14. ¿Conoce algún software que se utilice en la industria para la ingeniería de métodos?	70
Fig. 15. ¿Aplica la Ingeniería de Métodos en la industria?	85
Fig. 16. ¿Tienen egresados de Ingeniería Industrial en su empresa laborando en el área de producción?	85
Fig. 17. ¿En qué porcentaje son satisfactorios sus resultados en la aplicación de la Ingeniería de Métodos en la empresa?	86
Fig. 18. Análisis de operaciones	86
Fig. 19. Estudio de movimientos	86
Fig. 20. Estudio de tiempos	87
Fig. 21. Curva de aprendizaje	87
Fig. 22. Datos y fórmulas estándar	88
Fig. 23. Balanceo de línea	88
Fig. 24. Análisis y valuación de puestos	89

Fig. 25.	Valoración del ritmo de trabajo	89
Fig. 26.	Hombre máquina	89
Fig. 27.	Diagrama de Procesos de Flujo	90
Fig. 28.	Diagrama de Operaciones	90
Fig. 29.	Diagrama de Recorrido	91
Fig. 30.	Diagrama Bimanual	91
Fig. 31.	Utiliza algún otro diagrama que no se haya señalado anteriormente	91
Fig. 32.	Registros históricos de producción	92
Fig. 33.	Cronómetro	93
Fig. 34.	Muestreo de Trabajo	93
Fig. 35.	MTM	93
Fig. 36.	MOST	94
Fig. 37.	Utiliza alguna otra técnica que no se haya señalado anteriormente.	94
Fig. 38.	¿Califica la actuación del operador (habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia) para determinar el tiempo estándar?	95
Fig. 39.	Si su respuesta es Sí, ¿Utiliza la tabla de Westinghouse?	95
Fig. 40.	Si su respuesta es No, ¿Cuál es el motivo?	96
Fig. 41.	¿Determina los factores de fatiga o suplementos del operador para calcular el tiempo estándar?	96
Fig. 42.	Si su respuesta es Sí, ¿utiliza la tabla de fracción de tolerancia?	96
Fig. 43.	Si su respuesta es No, ¿Cuál es el motivo?	97
Fig. 44.	¿Utiliza un software para la aplicación de la ingeniería de métodos?	97
Fig. 45.	¿Considera importante que los alumnos aprendan el uso de un software aplicado a la ingeniería de métodos?	98
Fig. 46.	¿Ha utilizado la simulación de procesos para el análisis de operaciones?	98
Fig. 47.	Estudio de QFD	102
Fig. 48.	Aplicación de benchmarking en el área de Ingeniería de Métodos	110
Fig. 49.	Modelo para la aplicación de la Ingeniería de Métodos	114

Fig. 50.	Site de Ingeniería de Métodos	115
Fig. 51.	Temas disponibles en el site para descargar	118
Fig. 52.	Etapas del estudio de tiempos	119
Fig. 53.	Site con información del cálculo de tiempo estándar	122
Fig. 54.	Alcanzar caso A	124
Fig. 55.	Alcanzar caso B	124
Fig. 56.	Alcanzar caso C	125
Fig. 57.	Alcanzar caso D	125
Fig. 58.	Alcanzar caso E	126
Fig. 59.	Simulación del proceso de producción de una mesa para realizar el diagrama de operaciones de proceso	127
Fig. 60.	Simulación del proceso de producción en masa	128
Fig. 61.	Software Timer Pro Professional	130
Fig. 62.	Estudio de QFD para identificar si se cumple con los requerimientos de la industria	144
Fig. 63.	Anterior Sala de Estudio del Trabajo del Laboratorio de Ingeniería Industrial de la UABC	145
Fig. 64.	Actual Sala de Ingeniería de Métodos del Laboratorio de Ingeniería Industrial de la UABC	149
Fig. 65.	Línea de producción	150
Fig. 66.	Laboratorios impartidos en la sala de Métodos	150
Fig. 67.	Celda en U	151
Fig. 68.	Estaciones de trabajo independientes	152
Fig. 69.	Actual Sala de Métodos y Ergonomía del Laboratorio de Ingeniería Industrial de la UABC	153
Fig. 70.	¿Cómo considera el aprender a realizar un estudio de MTM solo con las tablas?	155
Fig. 71.	La tabla de MTM contiene la descripción de cada movimiento, ¿cómo considera las descripciones de los movimientos?	155

Fig. 72.	Al ver videos de los movimientos de MTM, ¿cómo considera las descripciones de los movimientos?	156
Fig. 73.	Al utilizar las tablas de MTM y ver videos para visualizar los movimientos, ¿cómo considera la aplicación de la técnica de MTM?	156
Fig. 74.	¿Cómo considera el aprender a realizar los diagramas de Ingeniería de Métodos en clase?	157
Fig. 75.	¿Cómo considera el aplicar los diagramas de Ingeniería de Métodos en el laboratorio?	158
Fig. 76.	¿Cómo considera el analizar un proceso de producción a través de la simulación?	159
Fig. 77.	Al combinar lo aprendido en clase, la práctica de laboratorio y el análisis del proceso de producción a través de la simulación ¿cómo considera la aplicación de las herramientas de la Ingeniería de Métodos?	159
Fig. 78.	Con respecto a conocimientos, ¿cuál considera que es su caso?	159
Fig. 79.	Ejemplo de la determinación de tiempo estándar en la industria.	161
Fig. 80.	Toma de tiempos para el cálculo del tiempo estándar	162
Fig. 81.	Cálculo del Factor de la Actuación y el Tiempo Normal	163
Fig. 82.	Cálculo de Suplementos y Tiempo Estándar	164
Fig. 83.	Identificación de datos de la estación	165
Fig. 84.	Definir tamaño de la muestra por turno	166
Fig. 85.	Registro de la toma de tiempos	166
Fig. 86.	Cálculo de la calificación de la actuación	167
Fig. 87.	Cálculo de suplementos y tiempo estándar	167
Fig. 88.	Recomendación de línea de producción automatizada	170

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Simbología utilizada en el diagrama de flujo	35
Tabla 2: Cálculo del tamaño de la muestra	53
Tabla 3. Análisis comparativo entre Universidades	76
Tabla 4. Análisis Comparativo de temas de Ingeniería de Métodos en diferentes Universidades	77
Tabla 5. Análisis Comparativo de temas de Ingeniería de Métodos II en diferentes Universidades	78
Tabla 6. Cálculo del tamaño de la muestra	82
Tabla 7. Frecuencia de uso de las herramientas de Ingeniería de Métodos	99
Tabla 8. Frecuencia de uso de las técnicas de cálculo del tiempo estándar.	100
Tabla 9. Evaluación Competitiva	102
Tabla 10. Software para la aplicación de la Ingeniería de Métodos	113
Tabla 11. Calificación de la Actuación	120
Tabla 12. Suplementos	121
Tabla 13. Tabla de MTM: Alcanzar	123
Tabla 14. Contenido Temático Actual de Ingeniería de Métodos	134
Tabla 15. Contenido Temático Propuesto de Ingeniería de Métodos	137
Tabla 16. Cuadro de Resumen de Ingeniería de Métodos	139
Tabla 17. Contenido Temático Actual de Estudio del Trabajo	140
Tabla 18. Contenido Temático Propuesto de Ingeniería de Métodos II	142
Tabla 19. Cuadro de Resumen de Ingeniería de Métodos II	143
Tabla 20. Diagrama de procesos de operación del taladro (Antes)	147
Tabla 21. Diagrama de procesos de operación del taladro (Actual)	148
Tabla 22. Status de la Sala de Métodos del Laboratorio del PEII	154

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
<i>Anexo 1:</i> Entrevista a docentes	174
<i>Anexo 2:</i> Encuesta sobre la aplicación de la Ing. de Métodos	182
<i>Anexo 3:</i> Propuesta de carta descriptiva de Ingeniería de Métodos I	189
<i>Anexo 4:</i> Propuesta de carta descriptiva de Ingeniería de Métodos II	202
<i>Anexo 5:</i> Encuesta de Estudio del Trabajo	219
<i>Anexo 6:</i> Encuesta de Ingeniería de Métodos	221

RESUMEN EJECUTIVO

La Ingeniería de Métodos es una disciplina de suma importancia en el desarrollo y crecimiento de una industria, debido a que a través del análisis de operaciones y la aplicación de estudios de tiempos y movimientos se logra la simplificación y medida del trabajo, para establecer tiempos y procedimientos estándares de producción que permiten optimizar recursos, reducir costos e incrementar la productividad, proporcionando una posición competitiva a la industria.

Con el objetivo de desarrollar un modelo para la aplicación de la Ingeniería de Métodos de acuerdo a los requerimientos actuales de la industria, se decidió analizar la oferta educativa de la misma en universidades nacionales y extranjeras, además de aplicar una encuesta al sector industrial para identificar las herramientas que más utilizan, para poder definir la voz del cliente, es decir, determinar que herramientas son esenciales que aprendan los estudiantes de Ingeniería Industrial como agentes de cambio para la eficiente aplicación de esta disciplina.

ABSTRACT

Methods Engineering is a discipline of great importance in the development and growth of an industry, because through the analysis of operations and the application of time and motion studies simplification and measurement of work accomplished to establish times and standard production processes that optimize resources, reduce costs and increase productivity by providing a competitive industry position.

In order to develop a model for the application of Engineering Methods according to the current requirements of the industry, it was decided to analyze the educational offer of the same in national and foreign universities, in addition to applying a survey to industry to identify most tools used to define the voice of the customer, i.e., determine which tools are essential to learn Industrial Engineering students as change agents for the efficient application of this discipline.

INTRODUCCIÓN

La globalización del mercado y de la manufactura ha provocado un entorno más competitivo, en donde la única forma en que una empresa puede crecer e incrementar sus utilidades es mediante el aumento de su productividad, es decir, el aumento en la cantidad de producción por hora de trabajo invertida. Las herramientas fundamentales que generan una mejora en la productividad incluyen métodos, medición y diseño del trabajo, de tal manera que el personal de producción pueda determinar si un producto va a fabricarse de una manera competitiva a través de estaciones de trabajo, herramental y relaciones trabajador-máquina eficientes.

Los objetivos primordiales de los métodos, estándares y diseño del trabajo son:

1. Incrementar la productividad y la confiabilidad en la seguridad del producto
2. Reducir los costos unitarios, lo cual permite que se produzcan más bienes y servicios de calidad para más gente.

Los corolarios que se desprenden de los objetivos principales son los siguientes:

- a. Minimizar el tiempo requerido para llevar a cabo tareas.
- b. Mejorar de manera continua la calidad y confiabilidad de productos y servicios.
- c. Conservar recursos y minimizar costos mediante las especificaciones de los materiales directos e indirectos más apropiados para la producción de bienes y servicios. [1]

El Ingeniero Industrial es el profesional que se ocupa del diseño, el análisis, la instalación, la operación, la administración, el control y la mejora continua de sistemas productivos de bienes y servicios, integrados por personas, materiales, energía, información y recursos financieros. [2]

La Ingeniería Industrial se inició con los estudios de tiempos y de los métodos de trabajo, debido a que existía la preocupación de que una buena paga correspondiera a un buen día de trabajo y para poder identificar los costos.

La Ingeniería de Métodos es la técnica que somete a un profundo análisis a cada operación de determinada parte del trabajo, con el fin de eliminar todas las operaciones innecesarias para acercarse al mejor y más rápido método estándar, para después determinar, por medio de una medición precisa, el número de horas estándar en las cuales un operador, trabajando con un desempeño promedio, puede realizar el trabajo; por último, normalmente, aunque no de manera necesaria, se concibe un plan de compensación de mano de obra, que motive al operario a alcanzar o superar el desempeño promedio. [3]

Justificación

Los ingenieros industriales deben adaptarse a la competencia global, que está y estará en constante crecimiento, por lo tanto, debe aprender a apreciar otras culturas y la importancia de su papel en la economía global. Es por ello que las escuelas de ingeniería deberán estar abiertas a una forma nueva de enseñanza y de entrenamiento que les sea atractivo a los estudiantes. “En 2020, al planear proyectos, los ingenieros deberán estar preparados para lidiar con nuevas necesidades sociales, económicas, legales y políticas”. Deben ser educados para desarrollar al gobierno, a industrias privadas y al resto de la sociedad, por lo tanto, las Universidades deberán estar muy atentas para identificar la educación necesaria que requieren los próximos ingenieros. [4]

Es de suma importancia mantener actualizada la currícula de los programas educativos de acuerdo a las nuevas necesidades de la industria, dado que vivimos en un mundo globalizado que constantemente está cambiando sus formas de desarrollo y aplicación de tecnología y que se encuentra en la búsqueda de personal preparado para afrontar nuevos retos, una de las disciplinas fundamentales es la Ingeniería de Métodos, ya que gracias a ella se llevan a cabo métodos, estándares y diseño del trabajo que influyen en cada operación de la empresa como en:

- Ventas: en gran medida, el costo está determinado por los métodos de manufactura.
- Contraloría: los estándares de tiempo son las bases de los costos estándar.
- Manufactura: los estándares proporcionan la base de las mediciones del desempeño de los departamentos de producción, cómo se hará el trabajo y qué duración tendrá.

- Compras: el tiempo es el común denominador para comparar la competitividad del equipo y los suministros.
- Relaciones industriales: las buenas relaciones laborales se conservan mediante estándares equitativos y un entorno laboral seguro.
- Ingeniería: los métodos del diseño del trabajo y los procesos influyen en gran medida en el diseño de productos.
- Mantenimiento: los estándares proporcionan la base del mantenimiento preventivo.
- Control de calidad: los estándares mantienen la calidad.
- Control de la producción: la programación está basada en los estándares de tiempo. [1]

La presente investigación pretende conceptualizar un modelo de aplicación para la Ingeniería de Métodos a través del análisis del perfil de la disciplina que ofrecen instituciones de prestigio y la comparación con el perfil requerido por la industria, conformada por importantes empresas nacionales e internacionales.

El aplicar la Ingeniería de Métodos adecuadamente da como resultado la capacidad para producir más con menos, más trabajos para más personas por un número mayor de horas por año y puede incrementar el número de fabricantes de bienes y servicios, al mismo tiempo que incrementa el potencial de compra de todos los consumidores.

La idea de que siempre hay una mejor manera, necesita ser continuamente alentada en el desarrollo de nuevos métodos que mejoren la productividad, la calidad, la entrega, la seguridad en el trabajo y el bienestar del trabajador.

Definición del problema

La Ingeniería de Métodos es uno de los campos del conocimiento primordiales dentro del desarrollo de un Ingeniero Industrial, por lo tanto, es esencial que se adapte a los nuevos requerimientos de la industria y debido a que el número de empresas manufactureras va en aumento así como el número de Ingenieros Industriales egresados de las diferentes universidades, es por ello que es esencial formar profesionistas preparados para competir laboralmente y ser partícipes del crecimiento económico industrial, ayudando a las empresas a ser competitivas, a través de la optimización de sus recursos.

Hipótesis

El modelo propuesto para la aplicación de la Ingeniería de Métodos permitirá generar egresados mejor preparados en esta disciplina para enfrentar los nuevos requerimientos de la industria y contribuir en la competitividad de las mismas.

Objetivo

Desarrollar un modelo para la aplicación de la Ingeniería de Métodos de acuerdo a los requerimientos actuales de la industria.

Metas

1. Analizar la política y desarrollo industrial en México.
2. Analizar el perfil para el campo del conocimiento de Ingeniería de Métodos, los requerimientos de acuerdo a Examen General para el Egreso de la Licenciatura (EGEL) y el perfil en este campo que ofrece la UABC y otras instituciones de prestigio.
3. Realizar entrevistas a docentes que imparten materias relacionadas a esta disciplina en la UABC, Instituto Tecnológico de Mexicali (ITM) y Centro de Enseñanza Técnica y Superior (Cetys) para comparar los modelos que se utilizan en cada una de las instituciones educativas.
4. Analizar la oferta educativa de Ingeniería de Métodos en universidades nacionales y extranjeras.
5. Realizar un diagnóstico de la industria en el campo de la Ingeniería de Métodos, a través del proceso estándar para encuestas por muestreo de Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) para determinar los principales requerimientos.
6. Comparar la perspectiva de la industria con el perfil de la Ingeniería de Métodos a través del Despliegue de la Función de Calidad (QFD) para identificar los requerimientos del cliente, es decir de la industria.
7. Realizar un Benchmarking para conceptualizar el nuevo modelo de aplicación de la Ingeniería de Métodos.
8. Implementar el nuevo modelo en un caso de estudio a través de la aplicación de la Reingeniería y evaluar su impacto.

CAPÍTULO I. ESTADO DEL ARTE

En este capítulo se desarrolla el estado del arte de la Ingeniería de Métodos, para ir tras las huellas del tema se inició analizando la política y desarrollo industrial en México, en Baja California y en Mexicali, siendo esta última la región en donde se llevó a cabo la investigación. Al analizar los retos y oportunidades de la industria se denota la valiosa participación del Ingeniero Industrial para el desarrollo integral de las mismas, quien utiliza la Ingeniería de Métodos como una herramienta imprescindible para el estudio de métodos y tiempos para mejorar la productividad, optimizar recursos, disminuir costos e incrementar utilidades. Para la investigación se tomó como caso de estudio el Programa Educativo de Ingeniería Industrial de la Universidad Autónoma de Baja California, además se analizaron otras instituciones de prestigio y líneas de investigación relacionadas al tema.

1.1 Política y Desarrollo Industrial

La industria es el conjunto de actividades económicas que tiene como finalidad la transformación y la adaptación de recursos naturales y materias primas semielaboradas en productos acabados de consumo final o intermedio, que son los bienes materiales o mercancías. [5]

Este conjunto de actividades económicas que se realiza en empresas industriales forma el sector secundario de la economía, que en la actualidad se conoce como sector industrial.

La industrialización es un proceso económico para que los países tengan industria; es decir, fábricas que produzcan bienes industrializados. La industrialización implica incremento sostenido de la inversión en el sector industrial mediante la compra de maquinaria, equipo, herramienta e innovaciones tecnológicas, así como la contratación de mano de obra asalariada; todo esto trae como consecuencia el crecimiento de las actividades industriales, lo cual provoca aumento de la producción, la productividad, el empleo, los salarios, las ventas y las ganancias.

La profesión de la ingeniería industrial se estableció para satisfacer las necesidades de la industria, desarrollando y diseñando sistemas y métodos para hacer eficientes y eficaces las operaciones de producción, es por ello que el estudiante de ingeniería enfrenta el reto de su preparación de excelencia para competir en la actual competencia globalizada.

1.1.1 Política y Desarrollo Industrial en México

La política industrial forma parte de la política económica en general y consiste en el conjunto de medidas, acciones e instrumentos que realiza o aplica el Estado con el fin de fomentar los aspectos productivos, tecnológicos, de empleo, de financiamiento y de apoyo en general del sector industrial.

El conjunto de medidas y acciones de política industrial, además de fomentar el desarrollo del sector, debe colaborar en el logro de las metas del desarrollo socioeconómico del país, que es el principal objetivo de la política económica en general.

Sobresalen las siguientes políticas y objetivos en los últimos tres gobiernos en el país:

1.1.1.1 Gobierno de Ernesto Zedillo (1994-2000)

- ❖ Se puso en operación el Programa de Política Industrial y Comercio Exterior 1995-2000, entre cuyos objetivos estaba incrementar la capacidad competitiva en el ámbito internacional, reforzando la formación y el adiestramiento de la fuerza de trabajo del país y la renovación y modernización de tecnologías.
- ❖ Se continuó con la política de “sustitución eficiente de importaciones”.
- ❖ Se intentó crear una formación de cadenas productivas para incorporar mayor valor agregado a los bienes producidos, lo que propiciaría el incremento del empleo.
- ❖ Se emitió el decreto para el fomento y operación de la industria maquiladora de exportación; es decir, se siguió apoyando.

- ❖ Se pusieron en marcha los Programas de Promoción Sectorial (PROSEC) mediante los cuales se aplicarían tasas de 0 a 5% en importaciones totales.
- ❖ Se apoyó a las empresas industriales de exportación, muchas de las cuáles eran trasnacionales.
- ❖ La política industrial en este sexenio sufrió serios retrocesos, con la caída de la producción en varias ramas, cierre de empresas, transnacionalización, crecimiento de la piratería y de la economía informal.

1.1.1.2 Gobierno de Vicente Fox (2000-2006)

Como parte de su Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006, en este sexenio se plantearon cinco objetivos:

1. Conducir responsablemente la marcha económica del país.
2. Elevar y extender la competitividad.
3. Asegurar y promover el desarrollo incluyente.
4. Promover el desarrollo económico regional y equilibrado.
5. Crear condiciones para un desarrollo sustentable. [6]

1.1.1.3 Gobierno de Felipe Calderón (2006-2012)

La política comercial e industrial sigue los mismos preceptos ortodoxos y liberales de los gobiernos que lo precedieron. Se aplicó una política pasiva que buscaba eliminar las distorsiones del mercado, en base a los principios del libre mercado y que está fundada en el análisis costo beneficio y al igual que sus predecesores rechaza el gran objetivo de la industrialización como fundamento del desarrollo económico.

De acuerdo con la Secretaría de Economía, la política industrial y comercial del gobierno actual se propone fundamentalmente a resolver las distorsiones de mercado tales como las externalidades, los monopolios u oligopolios, los mercados incompletos, la información asimétrica y de coordinación de los agentes.

Ahora bien, estos principios económicos liberales se articulan en una serie de programas de fomento a la industria, tanto de carácter horizontal como vertical, que buscan fortalecer sobre todo a la Inversión Extranjera Directa (IED).

Existen cuatro grupos diferenciados tipos de políticas de atracción de la IED:

1. Combina la protección, incentivos financieros y fiscales para promover la localización de las transnacionales en sectores nuevos y estratégicos; ejemplo de esto es el apoyo a la industria automotriz y la naciente industria aeronáutica.
2. Consiste en un número de medidas originalmente dirigidas a sectores específicos. Éste es el caso de los apoyos para la localización de las transnacionales de la industria de la electrónica, software y computación.
3. Orientadas a las actividades altamente concentradas que muestran grandes economías de escala y redes, tales como la electricidad, telecomunicaciones, petróleo y gas natural. La mayor parte de estos sectores está en manos del Estado, excepto las telecomunicaciones.
4. Políticas territoriales de medidas de apoyo a los llamados clústeres, particularmente empresas de tamaño pequeño y mediano, o actividades en las cuales opera un elevado número de pequeñas firmas básicamente bajo el liderazgo de grandes compañías transnacionales. [7]

1.1.1.4 Gobierno de Enrique Peña Nieto (2012-2018)

En el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, se destaca la importancia de acelerar el crecimiento económico para construir un México Próspero. Detalla el camino para impulsar a las pequeñas y medianas empresas, así como para promover la generación de empleos. También ubica el desarrollo de la infraestructura como pieza clave para incrementar la competitividad de la nación entera. Su enfoque será generar un crecimiento económico sostenible e incluyente que esté basado en un desarrollo integral y equilibrado de todos los mexicanos.

Para poder mejorar el nivel de vida de la población es necesario incrementar el potencial de la economía de producir o generar bienes y servicios, lo que significa aumentar la productividad. Este potencial depende de la capacidad de la fuerza laboral, la utilización del capital y la productividad total de los factores. El concepto de productividad se refiere a la forma en que

interactúan los factores en el proceso productivo, es decir, la tecnología, la eficiencia y la calidad de los insumos de la producción.

La estrategia está basada en promover mayores niveles de inversión a través de una regulación apropiada y una promoción eficiente, a través de las siguientes líneas de acción:

- Mejorar el régimen jurídico aplicable a la inversión extranjera, así como revisar la vigencia y racionalidad de barreras existentes a la inversión en sectores relevantes.
- Identificar inhibidores u obstáculos, sectoriales o transversales que afectan negativamente el clima de inversión.
- Fortalecer los instrumentos estadísticos en materia de inversión extranjera.
- Diseñar e implementar una estrategia integral transversal, con el fin de atraer inversiones, generar empleo, incrementar el contenido nacional en las exportaciones y posicionar a México como un país altamente competitivo. [8]

1.1.2 Política y Desarrollo Industrial en Baja California

Baja California requiere mantener y/o mejorar su posición competitiva a nivel nacional e internacional y aprovechar las oportunidades que se generan en los mercados mundiales, sobre todo en los países con los que México tiene firmados acuerdos comerciales. Para ello, la política de desarrollo empresarial es un espacio de diálogo entre sectores privados, educativos y gobierno para abatir inhibidores a la competitividad de sectores económicos estratégicos, definidos en una política industrial orientada por vocaciones productivas y organizadas en clusters.

En la política de desarrollo empresarial, el objetivo es que la estructura industrial, comercial y de servicios del Estado para la producción/comercialización de bienes y servicios con mayor valor agregado, articule los beneficios de una economía del conocimiento altamente competitiva sostenida en la inversión nacional y extranjera directa, pero socialmente incluyente de la cultura local emprendedora que permita la incorporación de las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPyMES) a las cadenas de valor de las empresas que ya están vinculadas a mercados más amplios y/o de exportación.

Se busca identificar sectores económicos claves y agrupamientos industriales o clusters con mayor impacto en la competitividad regional; derivar efectos sinérgicos de la cooperación de los clusters para atraer inversión extranjera directa, e inducir un mayor aprendizaje productivo, tecnológico y de comercialización para los actores económicos del Estado.

Asimismo se impulsa a Baja California como un espacio geográfico ideal para implementar una zona económica estratégica debido a sus condiciones de ubicación, que lo comunican con los países del sureste asiático y los puertos de San Diego, Los Ángeles y San Francisco; su cercanía de los grandes centros de población a una distancia de no más de 120 km. de las garitas fronterizas y relativamente aislados del resto del país, y a su política de desarrollo empresarial basada en agrupamientos económicos. [9]

1.1.3 Política y Desarrollo Industrial en Mexicali

Mexicali es la capital de Baja California, se ubica en el noroeste de México, cuenta con una población de 936,826 habitantes (INEGI, 2010), la economía es diversificada, sus actividades principales son la manufactura, comercio, servicios y construcción.

La población de Mexicali es reconocida por su cultura laboral única: lealtad, orgullo, ética, honestidad y trabajo en equipo, lo que propicia que haya alta productividad y mejora constante.

El Consejo de Desarrollo Económico de Mexicali (CDEM) desde el año 2001 cuenta con un plan dinámico y participativo, denominado Plan Estratégico de Acción para el Desarrollo Económico del Municipio de Mexicali al 2020, conocido como “ Plan Mexicali 20-20”, que es un documento rector que indica en qué dirección enfocar los esfuerzos de inversión, en infraestructura, equipamiento industrial, cultural, social y educativo en los próximos años, y de esta manera, hacer de Mexicali un municipio ejemplar con la mejor calidad de vida y bienestar para las familias.

Visión al año 2020 para Mexicali dentro del marco de un desarrollo económico inducido, CDEM ha establecido la meta de hacer del municipio de Mexicali:

- Una ciudad renovada en urbanismo, próspera y de alto empleo.
- Un municipio ágil en comunicaciones y con un transporte moderno.
- Ser la capital de la exportación de alta tecnología.
- El centro agro-industrial más importante del país.
- El área industrial más importante de Norteamérica y del TLC.
- Ser un centro industrial exportador de primer nivel.
- Ser un centro cultural y de turismo regional.
- Un centro universitario orientado a carreras de ingenierías y ciencias.

En un proceso de cambio permanente hacia el año 2020, el CDEM promueve y fomenta entre los empresarios de Mexicali las siguientes características:

- Que sean poseedores de una cultura de clase mundial.
- Que estén comprometidos con la comunidad.
- Que sean promotores de una cultura de negocios moderna y dinámica.
- Empresarios impulsores de programas educativos para crear nuevos líderes.
- Que tengan liderazgo ciudadano y empresarial.
- Con visión de desarrollo comunitario en el mediano y largo plazo.

Mexicali cuenta con múltiples parques industriales, que ofrecen a las empresas que en ellos se instalan todos los servicios necesarios para su operación. También existen varias empresas denominadas shelter, que brindan todos los servicios de administración, contabilidad y reclutamiento a empresas.

Por cada nuevo proyecto de inversión existe una gran amplia gama de apoyos federales, estatales y municipales, destinados a estimular proyectos de alto valor y contenido tecnológico, de acuerdo al impacto en la comunidad a través de la generación de empleo, vínculos con las universidades y responsabilidad social. [10]

1.1.4 Retos y oportunidades en las industrias

Conforme las empresas se mueven hacia el futuro, inevitablemente verán cambiar sus formas de operación; sus clientes demandarán tiempos de entrega más cortos, niveles de calidad más altos y menores costos. Estas nuevas necesidades crearán demandas de fluctuación de la producción y requerirán de una reducción de costos. “Más barato, mejor y más rápido” es lo que el cliente demanda y cada día exige con mayor fuerza.

En todo tipo de industrias, se exigirá a los individuos que demuestren iniciativa, que asuman más responsabilidades y que se encuentren motivados a alcanzar niveles de excelencia. El valor de cada individuo y su posible contribución nunca deben ser subestimados, es por ello, la relevancia del trabajo en equipo moviéndose en una misma dirección para que las empresas prevalezcan.

La localización geográfica en que se encuentra nuestra entidad, se considera privilegiada por estar en un punto estratégico para el intercambio económico y la movilidad social, caracterizándose como una región con vocación agrícola, comercial, turística e industrial, y de gran atractivo para la inversión extranjera, principalmente en la industria maquiladora, además se ha impulsado igualmente el rubro de los servicios, alcanzando un desarrollo considerable en los últimos años; en este sentido una de las profesiones que siempre se ha vinculado con el desarrollo integral de estas actividades es la del Ingeniero Industrial.

1.2 Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería

La acreditación de un programa educativo es el reconocimiento público de su calidad, es decir, constituye la garantía de que dicho programa cumple con determinado conjunto de estándares de calidad.

La acreditación de programas educativos es práctica usual y consolidada en diversos países. En los Estados Unidos el organismo responsable de la acreditación es el Accreditation Board for

Engineering and Technology (ABET), establecido en 1932 y con reconocimiento en todo el país bajo un esquema de adopción voluntaria.

En México, las funciones de acreditación han sido desempeñadas por el poder público (Congreso de la Unión, Congresos Estatales y Poderes Ejecutivo Federal y Estatales) y por las instituciones educativas que han recibidos de los poderes legislativos el título de autónomas. El estado otorga a las instituciones privadas la autorización de impartir servicios educativos de diverso tipo y ha sido aval de la calidad de dichos servicios.

También por razones derivadas de modernización económica de nuestro país, una de las opciones para mejorar la calidad de la educación superior la constituyen el establecimiento de sistemas de acreditación de programas de diferentes disciplinas. Además, la globalización de la economía y los acuerdos sobre transferencia de servicios, derivados de la formación de ingenieros, obliga a formar profesionales de esta especialidad más competitivos.

En México la acreditación fue señalada como una de las funciones de los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (CIEES), en el documento publicado en 1991 por la Coordinación Nacional de Planeación para la Educación Superior (CONPES) bajo el título "Estrategia para la Integración y Funcionamiento de los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior" (Comités de Pares). En la página 13 de este documento se señala como una de las funciones de los Comités: "acreditación" como el reconocimiento que puede otorgarse a unidades académicas o programas específicos, en la medida que satisfagan criterios y estándares de calidad, convencionalmente establecidos.

El Secretariado Conjunto de la Comisión Nacional de la Evaluación de la Educación Superior (CONAEVA) consideró que los avances logrados en el trabajo de los Comités, particularmente en el campo de la evaluación diagnóstica, constituían una base adecuada para fundamentar la constitución de un sistema de ingeniería de acreditación de programas académicos es el nivel superior, por lo que propuso el establecimiento de un sistema de acreditación para México que tomara en cuenta lo siguiente:

- Contar con la aprobación y el apoyo de la Secretaría de Educación Pública (SEP).
- Tener como objetivos el mejoramiento de la calidad académica y la certificación del cumplimiento de estándares mínimos de calidad de los programas de ingeniería.
- Ser considerado como la prestación de un servicio y como una auditoría a la calidad de los programas.
- Intervenir la SEP, los CIEES, los gremios a través de sus colegios y las asociaciones profesionales de las diferentes especialidades de la Ingeniería, así como el sector productivo en su planeación, estructuración y operación.
- Tener carácter de adopción voluntaria por parte de las instituciones que imparten las carreras de ingeniería.

Es así como, en agosto de 1993 el Secretariado Conjunto de la CONAEVA, constituido por el Subsecretario de Educación Superior e Investigación Científica, el Subsecretario de Educación e Investigación Tecnológicas, el Director General del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y el Secretario de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), dio instrucciones a la Coordinación General de los CIEES, para que pusiera en marcha una instancia colegiada con personalidad jurídica, que tuviese a su cargo la acreditación de programas académicos de nivel superior en el área de ingeniería, con la participación de los colegios más importantes en este campo profesional, la propia ANUIES y otras asociaciones que representan a instituciones de educación superior, y la Dirección General de Profesiones.

El seis de julio de 1994 quedó formalmente constituido el "Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería, A.C.". (CACEI), como una asociación civil cuyo órgano máximo de gobierno lo constituye su Asamblea de Asociados, en la cual participan los colegios, asociaciones y el organismo federal, ya señalados, así como el sector productivo a través de las cámaras correspondientes.

El CACEI es la primera instancia de este género que se constituye en nuestro país y desempeña una función de gran trascendencia, pues impulsa la elevación de la calidad en la enseñanza de la ingeniería y proporciona un servicio de gran valor a las propias instituciones educativas, a los estudiantes y a los aspirantes a estudiar esta profesión, y a los empleadores, informando de

manera clara y oportuna acerca de lo que pueden esperar de los más de 1,200 programas que en esta área ofrece actualmente nuestro sistema de educación superior.

Funciones que desempeña el CACEI:

- Es una organización que presta un servicio de evaluación externa a la educación superior de la ingeniería, caracterizado por principios que resultan operantes y adecuados a nuestra realidad del sistema.
- El proceso es fundamentalmente de carácter voluntario, con la participación de los agentes del proceso educativo y productivo, con un claro objetivo de elevar la calidad.
- Este servicio está integrado con los criterios de la evaluación, sus procedimientos y los recursos de la operación, para cumplir el objetivo con una eventual cobertura total del universo y en forma periódica.
- Por la naturaleza del servicio y su organización, el financiamiento debe correr a cargo de las propias instituciones educativas en cuanto a transportación y para las visitas de evaluación y el procesamiento de la información; el personal evaluador desarrolla un trabajo voluntario y es personal seleccionado entre académicos, profesionistas de los colegios y las cámaras respectivamente vinculadas al ejercicio profesional.
- Las decisiones son colegiadas y emitidas por una organización no gubernamental, por lo que su constitución y su órgano de gobierno son congruentes con este propósito.

Finalmente se debe recalcar que la acreditación de programas académicos de nivel superior debe ser periódica y constituirse un servicio de gran valor para los estudiantes, para las instituciones de educación superior, para la sociedad en general (sector profesional, empleadores, organismos financieros) y para el gobierno. Por otra parte, la acreditación de los programas académicos a nivel superior que libremente lo soliciten repercutirá en la elevación de la calidad educativa. [11]

1.3 Perfil del Ingeniero Industrial

La ingeniería ha sido definida por el ABET, como la profesión en la cual se aplica juiciosamente el conocimiento de las ciencias matemáticas y naturales, obtenido mediante el estudio, la experiencia y la práctica, con el fin de determinar las maneras de utilizar económicamente los materiales y las fuerzas de la naturaleza en bien de la humanidad.

El Instituto de Ingeniería Industrial (IIE, por sus siglas en inglés), ha definido el área especial de la ingeniería industrial como: “la que se ocupa del diseño, mejoramiento e implantación de sistemas integrados por personas, materiales, información, equipo y energía, soportado por el conocimiento especializado y la habilidad en las matemáticas, la física y las ciencias sociales que, junto con los principios y métodos de análisis de la ingeniería y el diseño, especifican, predicen y evalúan los resultados que serán obtenidos de cada uno de los sistemas de la industria. [3]

1.3.1 Habilidades y cualidades necesarias

Para ejercer de manera correcta la profesión de Ingeniero Industrial, la persona interesada debe contar, adquirir o pulir con el tiempo las siguientes habilidades:

- ❖ Buenas habilidades matemáticas
- ❖ Agilidad en el manejo de tiempo
- ❖ Buen sentido común
- ❖ Un fuerte deseo por alcanzar la eficiencia y la organización
- ❖ Saber venderse/habilidades comunicativas
- ❖ Creatividad al resolver problemas
- ❖ Habilidades cuantitativas
- ❖ Competencia técnica
- ❖ Búsqueda continua del mejoramiento
- ❖ Ingenio
- ❖ Habilidades para escuchar
- ❖ Habilidades para negociar

- ❖ Diplomacia
- ❖ Paciencia
- ❖ Habilidad para adaptarse distintos ambientes
- ❖ Ser multifacético
- ❖ Deseo continuo de aprender y conocer
- ❖ Habilidades de liderazgo
- ❖ Ética

1.3.2 Campo Laboral

Los Ingenieros Industriales descifran cómo hacer mejor las cosas. Ingenian procesos y sistemas para mejorar la calidad y la productividad; realizan contribuciones significativas para sus empleadores, ahorrándoles dinero mientras hacen el lugar de trabajo un área agradable para sus compañeros.

El Ingeniero Industrial puede trabajar en empresas de productos o servicios, institucionales públicas y privadas, empresas micro, pequeñas, medianas o grandes corporativos transnacionales.
[4]

1.4 Perfil del Ingeniero Industrial de la UABC

La instalación de diversas industrias en el país requiere de profesionales altamente capacitados en sistemas de manufactura, planeación de la producción en calidad y diseño de planta de los sectores de la industria maquiladora, es por ello que la UABC oferta la carrera de Ingeniero Industrial.

El Ingeniero Industrial es el profesional que se ocupa del diseño, el análisis, la instalación, la operación, la administración, el control y la mejora continua de sistemas productivos y de servicios, integrados por personas, materiales, energía, equipo, información y recursos financieros. Aplica sus conocimientos y técnicas especializadas y sustentadas en las ciencias básicas, las ciencias sociales y administrativas, como apoyo a los principios y métodos del

análisis y diseño de la ingeniería, para definir, pronosticar, evaluar e incrementar la eficiencia y eficacia de los resultados de dichos sistemas en la procuración de la calidad, con una visión de respeto al individuo, la sociedad y el medio ambiente.

Existen tres áreas de énfasis, de las cuales el alumno elegirá de acuerdo a su preferencia, la que considere más adecuada:

1. *Administración de la Producción*: se centra en el diseño, planeación, organización, implementación y optimización de las actividades de los sistemas productivos, con un enfoque general, a través de la toma de decisiones dentro del plan general de la empresa.
2. *Manufactura*: se centra en la planeación, organización y evaluación de las actividades de las personas, máquinas y procesos para la elaboración del producto de acuerdo al plan general de la empresa.
3. *Calidad*: se enfoca al diseño, implementación, administración, análisis, evaluación, auditoría, mejora continua y certificación de los sistemas de gestión de calidad de empresas productoras de bienes o servicios, en apoyo al desarrollo de la cultura de calidad para elevar el nivel de competitividad de las organizaciones.

1.4.1 Competencias por Etapas

El plan de estudios está bajo el enfoque de competencias que se sustenta en un Modelo Educativo de enseñanza para toda la vida. El plan de estudios se divide en tres etapas de formación del estudiante, cuyo propósito es el de ir logrando metas parciales en cada una de ellas: la etapa básica incluye las materias que contribuyen a la formación básica y elemental del estudiante, la etapa disciplinaria profundiza en el estudio de las disciplinas necesarias para su desempeño profesional, integrando los conocimientos para generar competencias laborales y la etapa terminal se establece al final del programa reforzando las competencias, se incrementan los trabajos prácticos y se desarrolla la participación del alumno en el campo ocupacional.

El estudiante de Ingeniería Industrial debe aprender y desarrollar diferentes competencias en cada etapa:

- Etapa Básica:
 - Interpretar, plantear y resolver de manera racional, responsable y propositiva, diferentes situaciones inherentes a la ingeniería mediante la construcción de modelos matemáticos basados en fundamentos teóricos de las ciencias básicas, para interpretar los fenómenos físicos.
- Etapa Disciplinaria:
 - Diseñar, desarrollar e implementar soluciones a distintas problemáticas en el ramo de la Ingeniería Industrial, mediante la correlación de los factores inherentes a los procesos y el uso o aplicación de las herramientas, técnicas y metodológicas fundamentales, enfatizando el manejo responsable de los recursos, el trabajo grupal, el respeto al medio ambiente y a las personas.
- Etapa Terminal:
 - Desarrollar proyectos de planeación, evaluación y control de actividades productivas, con actitud propositiva, ética, creativa y responsable, trabajando en equipos multidisciplinarios, utilizando herramientas de programación de producción, gestión de calidad y análisis económico, para lograr la productividad de los centros de trabajo.

1.4.2 Perfil de Ingreso

El alumno que desee ingresar al PEII deberá poseer las siguientes características:

- Conocimientos en áreas de:
 - Física.
 - Química.
 - Matemáticas.
 - Ciencias sociales y humanísticas.
- Habilidades para:
 - Analizar e interpretar problemas.
 - El manejo de computadora.

- El manejo de material y equipo de laboratorio.
- Integrarse en equipos de trabajo con organización y disciplina.
- Actitudes:
 - Pensamiento analítico y tendencia a la optimización.
 - Interés en los aspectos técnicos y científicos de producción de bienes y de servicios.
 - Disposición para realizar actividades tanto en el área administrativa como en el área técnica.
 - Iniciativa, creatividad y búsqueda de superación profesional con competitividad.

1.4.3 Perfil de Egreso

El PEII forma profesionales competentes para realizar análisis de procesos de planeación y control de la producción, evaluando y seleccionando equipos electrónicos y sistemas de producción computarizados para el control total de la calidad; por lo que el profesionista que egrese de este programa deberá ser competente para:

- ◆ Planear, diseñar, implementar y evaluar sistemas de administración de la producción y de aseguramiento de la calidad de manera ética, responsable, creativa y proactiva utilizando metodologías de mejoramiento para alcanzar los estándares de producción de las organizaciones que ofrecen bienes y servicios a nivel nacional e internacional.
- ◆ Diseñar sistemas que le permitan desarrollar una cultura de calidad en los ámbitos de producción y administración de procesos, aplicando los conocimientos teóricos y prácticos con una actitud creativa, positiva, responsable, comprometida con la preservación del medio ambiente.
- ◆ Participar de manera activa en programas de desarrollo social y económico, integrándose en grupos interdisciplinarios, utilizando su creatividad y responsabilidad para construir sistemas productivos que fomenten la inversión y generación de empleos en el país.
- ◆ Organizar y dirigir de manera proactiva y responsable los equipos de trabajo interdisciplinario que conlleven al desarrollo de proyectos de mejora que superen las expectativas del cliente, identificando áreas de oportunidad y aplicando las distintas herramientas de manufactura, considerando los parámetros costo/beneficio.

- ◆ Detectar, analizar y resolver problemas utilizando sistemas de información como herramienta en el desempeño de sus tareas, con actitud vanguardista y espíritu de superación, asegurando el conocimiento permanente de su entorno para movilizarse y adaptarse a los requerimientos del medio.
- ◆ Promover y aplicar la normatividad nacional e internacional al entorno productivo de manera responsable, ética, objetiva, disciplinada y comprometida con la conservación de los recursos naturales; considerando las disposiciones legales para la protección y conservación del medio ambiente y de seguridad e higiene, mediante la concientización y educación del personal y la vigilancia del cumplimiento a los reglamentos establecidos, para lograr un desarrollo sustentable.

1.4.4 Campo Ocupacional

El Ingeniero Industrial podrá aplicar sus competencias profesionales en áreas de producción, proyectos, ingeniería de planta y de procesos, finanzas, aseguramiento y control de la calidad; dependencias de los tres niveles de gobierno y organismos descentralizados:

- Sector público:
 - Sectores de fomento y comercio industrial
 - Comunicación y transporte
 - Dependencias de atención del agua, energía, minas, etc.
 - Industria paraestatal.
- Sector privado:
 - Industria maquiladora
 - Empresas comerciales
 - Industria pesada
 - Sistemas bancarios
 - Industria de transformación
 - Empresas constructoras

- Como profesional independiente en:
 - La asesoría y consultoría en diagnósticos industriales
 - Elaboración de estudios y proyectos industriales, comerciales y/o de servicios.
 - Prestación de servicios profesionales independientes en el área. [12]

1.5 Importancia de la aplicación de la Ingeniería de Métodos en la industria

Los estudios de métodos y tiempos en una empresa industrial no pueden ser una opción, sino que se trata de una herramienta totalmente imprescindible. Desconocer el tiempo de ejecución de una determinada tarea puede ser equivalente a no conocer qué materiales se necesitan para elaborar un determinado artículo o producto.

Los tiempos estándar, son la materia prima de la gestión de la producción de nuestra empresa. Al determinarlos correctamente se puede:

- ✓ Conocer los costos estándar de mano de obra y de maquinaria.
- ✓ Conocer los costos reales y las desviaciones con respecto al estándar.
- ✓ Controlar la productividad y poder implementar sistemas de incentivos.
- ✓ Cuantificar la carga de trabajo en función del volumen de producción existente, pudiendo así equilibrar carga de trabajo con capacidad.

Solo a través de estudios de tiempos fiables la industria puede gestionarse de manera competitiva y productiva. En cuanto a los métodos de trabajo, el hecho de analizar cómo se hacen los productos, cómo se llevan a cabo las tareas, ya aporta beneficios y mejoras a la empresa.

Por lo tanto, los tiempos estándar son una herramienta numérica totalmente necesaria para poder gestionar la fábrica y que no se produzcan despilfarros por errores de gestión o bajo desempeño.

El análisis de los métodos de trabajo es la herramienta que hace que se pueda reducir el tiempo estándar a partir de hacer las cosas mejor.

El objetivo de los estudios de métodos y tiempos es el de reducir el tiempo de ejecución de las tareas, para llevarlo a cabo con menor esfuerzo y desempeño.

Según la Organización Internacional del Trabajo (OIT), la medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador cualificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida.

La importancia de la medición del trabajo no se limita a su absoluta necesidad para el adecuado análisis de los métodos de producción, como se muestra en la figura 1, sino que constituye un elemento imprescindible para el adecuado enfoque de muy variados aspectos del proceso productivo en el conjunto de la empresa, tales, como:

- ✧ Equilibrio de líneas de producción y dimensionado de equipos de trabajo.
- ✧ Cálculo de costos y formulación de presupuestos.
- ✧ Medida de la actuación personal para la determinación de niveles retributivos y eventualmente cálculo de incentivos.
- ✧ Programación de la producción y determinación de plazos de entrega. [13]

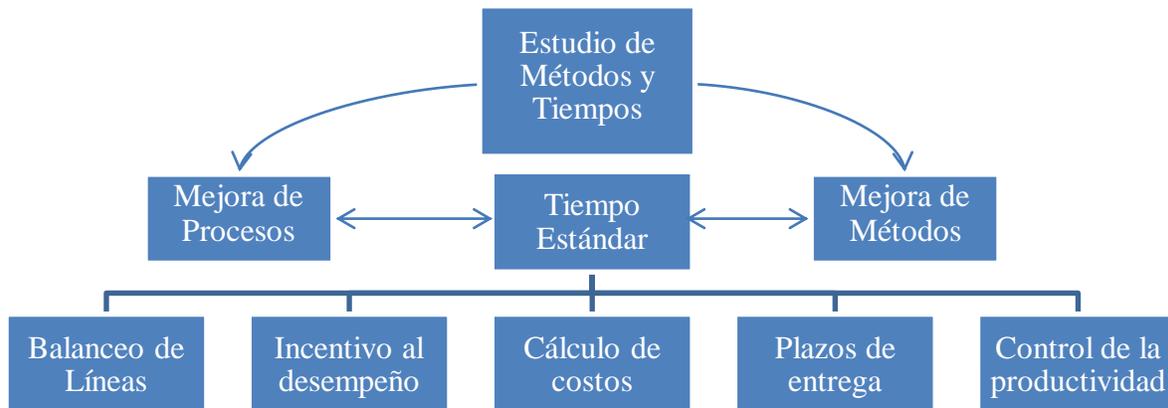


Fig. 1. Importancia del estudio de métodos y tiempos

1.6 Perfil para el área de Ingeniería de Métodos

De acuerdo a los lineamientos del Consejo de Acreditación para la Ingeniería y la Tecnología (ABET) para los ingenieros industriales en la categoría de Diseño de la Ingeniería considera los Métodos y Medición del Trabajo y señala que los temas básicos que se deben incluir son diagramas de flujo del proceso, ingeniería de métodos, estudio de micromovimientos, sistemas de datos predeterminados, pagos al operario y sistemas de incentivos y establecimiento de estándares de tiempos. También se explican los problemas asociados con la recolección de datos reales en los sistemas que involucran a personas. [3]

1.7 Fundamentos de Ingeniería de Métodos de acuerdo a EGEL

El Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior, A.C. (Ceneval) es una asociación civil que ofrece, desde 1994, servicios de evaluación a cientos de escuelas, universidades, empresas, autoridades educativas, organizaciones de profesionales y de otras instancias particulares y gubernamentales. Su actividad principal es el diseño y la aplicación de instrumentos de evaluación. Su misión consiste en proveer información confiable sobre los aprendizajes que logran los estudiantes de distintos niveles educativos.

El Examen General para el Egreso de la Licenciatura en Ingeniería Industrial (EGEL-IINDU) es una prueba de cobertura nacional que está organizada en diferentes áreas y subáreas, integradas por temas relacionados con los conocimientos y habilidades que requiere poseer el egresado en Ingeniería Industrial para iniciarse en el ejercicio profesional.

Para el EGEL la Ingeniería de Métodos pertenece al área denominada Estudio del Trabajo en la subárea: diseño y medición del trabajo, en esta subárea se pretende medir si el sustentante es capaz de:

- Realizar el análisis de las operaciones de trabajo actuales por medio de los diagramas de flujo de proceso, de operaciones, de recorrido, hombre-máquina y bimanual.

- Diseñar propuestas para la mejora de los métodos por medio de representaciones gráficas y numéricas.
- Implementar el método propuesto en las áreas de trabajo considerando los recursos necesarios.
- Evaluar los resultados de la aplicación de las mejoras propuestas por métodos analíticos (índices de productividad, eficiencia y eficacia).
- Determinar el tiempo normal en las operaciones bajo condiciones normales, a través del estudio de tiempos cronometrados, muestreo del trabajo y tiempos predeterminados.
- Elaborar el estudio de concesiones al trabajador (suplementos) aplicables en el cálculo del “tiempo estándar”. [14]

1.8 Perfil de la Ingeniería de Métodos en otras Instituciones de prestigio

1.8.1. Institutos Tecnológicos de Estudios Superiores

En la Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de la carrera de Ingeniería Industrial, se desarrolló el contenido temático de la materia Estudio del Trabajo I y II, que corresponde al área de la Ingeniería de Métodos.

1.8.1.1 Caracterización de la asignatura Estudio del Trabajo I

Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero Industrial la capacidad de diseñar, implementar y mejorar estaciones de trabajo, considerando factores a optimizar, participando en la estandarización de operaciones para la transferencia y adaptación de los sistemas productivos y/o de servicios, así como de manejar y aplicar las normas y estándares en el análisis de operaciones. La importancia de la materia es que el alumno utilizando las herramientas como los diagramas de proceso, el análisis de operaciones y aplicando las técnicas de estudio de tiempos y movimientos pueda optimizar y mejorar un sistema productivo y/o de servicios.

Con esta materia se empieza con la especialización en la carrera, representando un vínculo importante con las materias orientadas hacia la mejora y optimización de los sistemas productivos y/o servicios.

Intención didáctica

Se organiza el temario, en cuatro etapas, las dos primeras se incluye herramientas indispensables que sirven como base para la realización de las últimas dos. Al comienzo del curso se inicia con una introducción a los conceptos generales del estudio del trabajo, para posteriormente pasar con una herramienta indispensable para el Ingeniero Industrial, los diagramas de procesos y realizar una estación de trabajo. La correcta interpretación de cada uno de los diagramas, permiten que el alumno conozca el uso de cada uno de ellos y su aplicación en la industria. En la segunda unidad se aborda el análisis de operación, que le va a permitir al alumno tener una metodología estandarizada para mejorar una estación de trabajo, para la comprensión de la unidad se realizan prácticas.

Para la segunda parte del temario se contempla la aplicación del estudio de tiempos y movimientos. El estudio de movimientos se trata en la unidad tres, analizando cada uno, para realizar una tarea en una estación de trabajo, identificando los movimientos eficientes y los ineficientes, tratando de reducir o eliminar estos últimos. Con las tres primeras unidades se busca estandarizar una estación de trabajo con el mejor método de ensamble posible para proceder con el estudio de tiempos y poder establecer el tiempo estándar de cada estación de trabajo.

1.8.1.2 Caracterización de la asignatura Estudio del Trabajo II

La asignatura de Estudio del Trabajo II, desarrolla en el estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial, los perfiles siguientes:

1. Analizar, diseñar y gestionar sistemas productivos desde la provisión de insumos hasta la entrega de bienes y servicios, integrándolos con efectividad.
2. Diseñar, implementar y mejorar sistemas y estaciones de trabajo considerando factores ergonómicos para optimizar la producción.

3. Participar en la estandarización de operaciones para la transferencia y adaptación de los sistemas productivos.
4. Manejar y aplicar las normas y estándares en el análisis de operaciones de los sistemas de producción.

La importancia de la materia es que el alumno aprenda a determinar estándares de producción sin la utilización del cronómetro, utilizando técnicas como el Muestreo del Trabajo, Datos Estándar, Tiempos Predeterminados y posteriormente aplicarlos a diferentes procesos de producción de bienes y/o servicios.

Intención didáctica

El programa de estudio está integrado por 5 unidades, en tres de ellas se desarrollan técnicas que no requieren del uso del cronómetro para determinar estándares de producción, además de que son aplicables a diferentes tipos de procesos de manufactura.

En la primera unidad se aborda de manera particular la técnica que existe para determinar estándares de producción, utilizando los tiempos predeterminados, desde su introducción, hasta las aplicaciones de casos prácticos a diferentes tipos de procesos productivos y de servicios. Así mismo, se aborda en las unidades dos y tres el muestreo del trabajo y los datos estándar como técnicas que no requieren de la utilización del cronómetro para determinar un estándar de producción. En la unidad cuatro se estudia la técnica de balanceo de líneas de producción, con la finalidad de optimizar los volúmenes de producción y la capacidad instalada de las empresas. Se concluye con el desarrollo del programa con el análisis y valuación de puestos con la finalidad de determinar la descripción del puesto, la estructura de salarios e incentivos y su valuación. [15]

1.8.2 Centro de Enseñanza Técnica y Superior

Las características y objetivos del curso son que los estudiantes desarrollarán habilidades que le permitan analizar y documentar los procesos de manufactura y servicios, mediante las técnicas más adecuadas de registro y análisis, que lo lleven a identificar áreas de oportunidad y elaborar propuestas de mejora de estos procesos. Para demostrar su dominio sobre la materia elaborarán un proyecto de aplicación consistente en identificar, analizar y mejorar un problema de ingeniería de métodos.

Al término del curso se espera que el estudiante conozca y comprenda:

- Los principios y los conceptos fundamentales de la ingeniería de métodos: los conceptos de productividad, competitividad, generación de valor y medidas de rendimiento.
- El alcance de la función de la ingeniería de métodos en el incremento de la productividad de las organizaciones.
- Una metodología de trabajo de la ingeniería de métodos. [16]

1.9 Perfil de la Ingeniería de Métodos en la UABC

La Ingeniería de Métodos se imparte en dos materias: Ingeniería de Métodos y Estudio del Trabajo.

1.9.1 Ingeniería de Métodos

Esta asignatura se imparte en el quinto semestre del PEII de la Facultad de Ingeniería de la UABC, a través de tres horas clase y dos horas de laboratorio por semana.

Propósito general del curso

La asignatura de Ingeniería de Métodos forma parte de la etapa disciplinaria y corresponde al área de ciencias de la ingeniería del PEII, es de carácter obligatorio y tiene como propósito que

el alumno haga un análisis crítico y sistemático de los métodos de trabajo actuales, a través de la aplicación de las técnicas de estudio de tiempos y estudio de movimientos, con el fin de eliminar desperdicios en relación a tiempo, dinero y esfuerzo, para lograr con ello establecer métodos más económicos que aumenten la productividad de la empresa. Esta asignatura tiene relación con las materias de Ergonomía y Seguridad Industrial ya que estas apoyan a la Ingeniería de Métodos para tomar decisiones con respecto a los cambios requeridos. Favorece el trabajo en equipo, la responsabilidad y la honestidad.

Competencia del curso

Analizar en equipos de trabajo, las operaciones actuales de los sistemas de producción, mediante la aplicación efectiva, responsable y creativa de las principales técnicas de ingeniería de métodos, para establecer los tiempos estándar y mejoras en los procesos.

Evidencias de desempeño

Realizar un estudio de tiempo y de movimientos en una empresa maquiladora o de servicios en la localidad, apegándose a las técnicas de ingeniería de métodos (estudio de tiempo y de movimientos), para el establecimiento del método óptimo. [17]

1.9.2 Estudio del Trabajo

Esta materia se imparte en el sexto semestre del PEII de la Facultad de Ingeniería de la UABC, a través de tres horas clase y dos horas de laboratorio por semana.

Propósito general del curso

El curso de Estudio del Trabajo es teórico-práctico, es de carácter optativo y se ubica en la etapa disciplinaria del plan de estudios de la carrera de ingeniero industrial; su área de conocimiento corresponde a las ciencias de la ingeniería. Esta materia contribuye a que el alumno aprende a

evaluar de forma eficiente los tiempos estándar de actividades y procesos productivos basándose en las técnicas de tiempos predeterminados MTM (Método de Medición de Tiempos) y MOST (Técnica Secuencial de Operación Maynard), así como también aplicará la técnica de muestreo de trabajo a un proceso productivo de la localidad para mejorarlo. Así mismos, el alumno es capaz de balancear líneas de producción aplicando diversas técnicas de balanceo y así lograr un flujo continuo en ellas. Esta materia es importante, ya que proporciona las herramientas necesarias para evaluar sistemas productivos en base a tiempos estándar, muestreo de trabajo y balanceo de líneas y así lograr una mejora significativa al proceso favoreciendo el trabajo en equipo, la organización de las actividades y sobre todo el trabajo con honestidad y responsabilidad.

Competencia del curso

Evaluar procesos de ensamble y productivos en el laboratorio y empresas de la localidad, a través, de diversas técnicas de tiempos predeterminados, muestreo de trabajo y balanceo de líneas con el fin de lograr una mejora significativa al proceso, así como también un flujo adecuado y continuo, realizándolo de forma responsable y eficiente para lograr obtener óptimos resultados.

Evidencias de desempeño

1. Ejercicios en clase y extra clase para entender las técnicas de tiempos predeterminados.
2. Práctica de laboratorio utilizando productos industriales o del laboratorio para aplicar y entender las técnicas de tiempos predeterminados.
3. Ejercicios en clase para aplicando la técnica de muestreo de trabajo.
4. Práctica de laboratorio evaluando un proceso productivo de la localidad con la técnica de muestreo de trabajo.
5. Ejercicios en clase para aplicar las técnicas de balanceo de líneas.
6. Práctica de laboratorio utilizando productos industriales o del laboratorio para entender y evaluar el proceso de ensamble aplicando las técnicas de balanceo de líneas.

7. Se realizan exposiciones de los temas de salarios e incentivos y retroalimentación por parte del maestro.
8. Se realizan exámenes escritos de los temas para evaluar el aprendizaje del alumno.
9. Se realiza un proyecto final evaluando un proceso productivo de la localidad, aplicando alguna de las técnicas vista en clase. [18]

1.10 Laboratorio de Ingeniería de Métodos de la UABC

El laboratorio cuenta con una línea de producción con 4 estaciones de trabajo y una estación de inspección como se muestra en la figura 2.



Fig. 2. Sala de Ingeniería de Métodos del laboratorio del PEII de la UABC

Los alumnos pueden solicitar en la caseta de laboratorio diferentes productos para ensamblar como carritos, válvulas y teclados para la realización de prácticas y de esta manera aplicar los temas vistos en clase a través del uso de herramientas, equipo e instalaciones que ofrece la sala.

1.10.1 Ingeniería de Métodos

El laboratorio se desarrolla a través de la aplicación de diez prácticas que deben realizar los alumnos en equipos de trabajo:

1. Introducción al Laboratorio de Ingeniería de Métodos: identificar el equipo y material que se empleará durante el desarrollo de las prácticas, para su correcta y eficiente utilización, mediante la manipulación básica del material de la práctica, de manera responsable, segura y eficiente.
2. Ensamble de un producto: identificar los componentes del producto a ensamblar, para diseñar el método de trabajo así como el área de trabajo, aplicando la metodología vista en clase, de manera creativa, responsable y eficiente.
3. Diagrama de operaciones de proceso (D.O.P): elaborar un D.O.P. del método actual así como del propuesto, aplicando la metodología vista en clase, para lograr la optimización de los recursos empleados en las operaciones, de manera creativa, responsable, cooperativa y eficiente.
4. Diagrama de flujo de proceso (D.F.P): elaborar un D.F.P. del método actual así como del propuesto, aplicando la metodología vista en clase, para lograr la optimización de los recursos empleados en las operaciones, de manera creativa, responsable, cooperativa y eficiente.
5. Diagrama de recorrido: elaborar un diagrama de recorrido del método actual así como del propuesto, aplicando la metodología vista en clase, para lograr la optimización de los recursos empleados en las operaciones, de manera creativa, responsable, cooperativa y eficiente.
6. Diagrama hombre-máquina: elaborar un diagrama hombre-máquina del método actual así como del propuesto, aplicando la metodología vista en clase, para lograr la optimización de los recursos empleados en las operaciones, de manera creativa, responsable, cooperativa y eficiente.
7. Análisis de operaciones: realizar un análisis de operaciones, mediante la aplicación los enfoques básicos, para obtener la optimización de los procesos, de manera objetiva, responsable, creativa y honesta.

8. Diagrama bimanual: elaborar un diagrama bimanual del método actual así como del propuesto, aplicando la metodología vista en clase, para lograr la optimización de los recursos empleados en las operaciones, de manera creativa, responsable, cooperativa y eficiente.
9. Estudio de tiempos: realizar un estudio de tiempos aplicando la metodología vista en clase, para establecer el tiempo estándar de una actividad productiva o administrativa, de manera objetiva, responsable, cooperativa y honesta.
10. Curva de aprendizaje: elaborar la curva de aprendizaje aplicando la metodología vista en clase, para calificar al operario en relación a su desempeño, de manera objetiva, responsable y honesta.[16]

1.10.2 Estudio del Trabajo

El laboratorio se desarrolla a través de la aplicación de seis prácticas que deben realizar los alumnos en equipos de trabajo:

1. Introducción: se explicarán los elementos y materiales que conforman el equipo del laboratorio.
2. Estudio de tiempos con cronómetro: se analizarán los tiempos de un ensamble, determinando sus tiempos estándar, utilizando la técnica de estudios de tiempos con cronómetro.
3. Estudio de tiempos predeterminados utilizando la técnica de MTM: se analizarán los tiempos predeterminados de un ensamble, determinando sus tiempos estándar, utilizando la técnica del MTM.
4. Estudio de tiempos predeterminados utilizando la técnica de MOST: se analizarán los tiempos predeterminados de un ensamble, determinando sus tiempos estándar, utilizando la técnica del MOST.
5. Muestreo de trabajo: se elegirán un proceso de una empresa de la localidad, para estudiar una máquina o estación de trabajo, aplicando la técnica de muestreo de trabajo, con el objetivo de reducir inactividad y así mejorar el proceso.

6. Balanceo de líneas: los alumnos aplicarán las 3 técnicas de balanceo para el ensamble de un producto, con el objetivo de lograr el mejor arreglo de operaciones y un flujo continuo en la línea de producción. [17]

1.11 Líneas de investigación de Ingeniería de Métodos

Al investigar sobre los artículos relacionados con la Ingeniería de Métodos, se identificaron diferentes líneas de trabajo que se presentan a continuación:

1. Herramienta Virtual para el Mejoramiento del Proceso Enseñanza-Aprendizaje, soportado en el Sistema de Aseguramiento de Calidad ISO 9000, para la materia de Ingeniería de Métodos I de la Carrera de Ingeniero Industrial.

Esta tesis fue presentada por la M.I. Karla Isabel Velázquez Victorica en Abril de 2005 en la UABC y tiene por objetivo dar al alumno una herramienta virtual que se ejecute en una hoja de Internet en donde la herramienta estará soportada en los procesos del aseguramiento de calidad ISO 9000, con la finalidad de mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje en el alumno, y en donde exista evidencia de la calidad del servicio que se está brindando al alumno.

El alcance de este proyecto se fundamentó en crear una página en Internet de la materia de Ingeniería de Métodos I, para apoyar el desarrollo de la misma. La cual se enfocó en mostrar información general sobre la materia, una base de datos sobre el desarrollo del curso de los alumnos, así como las prácticas de laboratorio incluidas en esta asignatura, utilizando los procesos requeridos dentro del esquema del sistema internacional ISO 9000. [19]

2. Aplicación de la Ingeniería Estándar en las empresas de confecciones y alimentos del Valle De Aburrá

Este artículo fue elaborado por Guillermo Restrepo y Ángela María Monsalve de la Universidad de Antioquia en Junio de 2009 y fue publicado en la Revista EIA (Escuela de Ingeniería de Antioquia).

Este artículo presenta los resultados más importantes de la investigación realizada en los sectores de Confecciones y de Alimentos y Bebidas, referidos al impacto de las técnicas clásicas de la Ingeniería Industrial en la productividad. Estos sectores fueron seleccionados por considerarlos intensivos en mano de obra no calificada y en los cuales históricamente se ha encontrado alta aplicación de dichas técnicas. La información fue obtenida a partir de una entrevista dirigida a los jefes o responsables de Ingeniería Industrial del valle de Aburrá. Los resultados mostraron una alta presencia de estas técnicas en los sectores mencionados, un impacto moderado pero positivo en la productividad y una cultura proactiva de los trabajadores, sin desconocer algunos aspectos negativos en su aplicación. [20]

3. Diseño de Guías de Laboratorio de la Cátedra de Ingeniería de Métodos.

Esta tesis fue presentada por los Ingenieros Industriales Hazel Lilianne Vega Godoy, Mario Alberto Suárez Rivera, Nelly Alejandra Villarán Navarro y Roxana Michelle Rosales Castro en Octubre de 2009 en la Universidad Centroamericana “José Simeón Cañas”.

En este trabajo se llevó a cabo guías para el laboratorio de la Cátedra de Ingeniería de Métodos, con temas actuales, prácticos y funcionales; que permitieran comprender la utilización de herramientas como software que ayudan a facilitar el análisis de problemas y ejercicios basados en empresas reales. [21]

4. Implementación de la norma ISO 9001:2008 en los laboratorios de Ingeniería de Métodos, Ergonomía y Estudio del Trabajo.

Esta tesis fue presentada por la M.I. Marina Dalí Amezcua Aguilar en Octubre de 2010 en la UABC, se realizó en el área de Ingeniería Industrial de la Universidad Autónoma de Baja California en los laboratorios de Ing. Métodos, Estudio del Trabajo y Ergonomía durante el periodo comprendido entre los años 2008 y 2010.

Este trabajo consistió en la implementación de la norma ISO 9001:2008 mediante la creación de un sistema documental bajo este lineamiento, por lo que se estableció la relación entre las actividades de los laboratorios y los distintos apartados de la norma, incorporándonos con el sistema de calidad de la Facultad de Ingeniería e identificando los procesos aplicables en el desarrollo del servicio de los laboratorios antes mencionados, por lo que se analizó la documentación y metodología utilizada en el área, estableciendo y generando procesos y documentación que permitan al docente cumplir con su función y brindar el servicio adecuado a los alumnos, de manera que alcancen los objetivos perseguidos.

La implementación se llevó a cabo en conjunto con el personal involucrado del área, asegurándose que el mismo obtuviera la capacitación adecuada para lograr la correcta generación de documentación y evidencia necesaria para cumplir con los requerimientos de la norma, así como un apropiado seguimiento de los procesos. Este trabajo se justificó con la oportunidad de ofrecer un mejor servicio a los usuarios de ambos laboratorios así como lograr incrementar la efectividad de los procesos mediante la clara interrelación de los mismos.

Asimismo se evaluó la ejecución de las actividades de la implementación mediante auditorías internas, con la finalidad de incrementar la efectividad del sistema, así como el apego a la norma. En base a los hallazgos encontrados en las mismas, se desarrollaron las acciones correctivas pertinentes para una correcta implementación y de esta manera lograr adquirir la certificación externa de los laboratorios. [22]

5. Laboratorio Virtual de Ingeniería de Métodos

Esta tesis fue presentada por el M.I. César Orlando Salas Moroyoqui en Octubre de 2010 en la UABC, se desarrolló con la finalidad de crear un laboratorio virtual de Ingeniería de Métodos, para que los estudiantes tuvieran acceso a procesos de empresas reales en una forma virtual. Determinó las características de las prácticas contenidas en el laboratorio virtual, al aplicar el método QFD (Despliegue de Funciones de Calidad) el cuál le sirvió como justificación al recoger todas las demandas y necesidades del cliente, para después programarlas en el software de simulación ProModel, además hizo una comparación entre los resultados arrojados por el laboratorio virtual y la realidad, con esto demostró que el comportamiento del laboratorio virtual es semejante a la realidad. [23]

Al analizar las líneas de investigación se puede observar que solo una está enfocada en evaluar el impacto de la ingeniería de métodos para aumentar la productividad y el resto se basa en mejorar el aprendizaje teórico y práctico de la ingeniería de métodos.

CAPÍTULO II. INGENIERÍA DE MÉTODOS

En este capítulo se presentan los tópicos de la Ingeniería de Métodos como los tipos de diagramas, estudio de tiempos y movimientos que son utilizados para el análisis y mejoramiento de los procesos industriales.

2.1 Ingeniería de Métodos

Es la aplicación de ciertas técnicas y en particular el estudio de métodos y la medición del trabajo, que se utilizan para examinar el trabajo humano en todos sus contextos y que llevan sistemáticamente a investigar todos los factores que influyen en la eficiencia y economía de la situación estudiada, con el fin de efectuar mejoras.

El estudio de métodos es el registro y examen crítico sistemático de los modos existentes y proyectados de llevar a cabo un trabajo, como medio de idear y aplicar métodos más sencillos y eficaces y de reducir los costos.

La medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida. [24]

2.2 Diagrama de flujo de proceso

Es una representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones, transportes, inspecciones, esperas y almacenamientos que ocurren durante un proceso. La simbología utilizada se muestra en la tabla 1. Incluye, además, la información que se considera deseable para el análisis; por ejemplo, el tiempo necesario y la distancia recorrida. Sirve para representar las secuencias de un producto, un operario, una pieza, etcétera.

Tabla 1: Simbología utilizada en el Diagrama de Flujo

Actividad	Símbolo	Resultado Predominante
Operación		Se produce o efectúa algo.
Transporte		Se cambia de lugar o se mueve un objeto
Inspección		Se verifica calidad o cantidad del producto.
Demora		Se interfiere o retrasa el paso siguiente.
Almacenaje		Se guarda o protege el producto o los materiales

El propósito principal de los diagramas de flujo es proporcionar una imagen clara de toda secuencia de acontecimientos del proceso y mejorar la distribución de los locales y el manejo de los materiales. También sirve para disminuir las esperas, estudiar las operaciones y otras actividades interrelacionadas. Igualmente, ayuda a comparar métodos, eliminar el tiempo improductivo y escoger operaciones para su estudio detallado. [25]

2.3 Diagrama de operaciones de proceso

Es la representación gráfica de los puntos en los que se introducen materiales en el proceso y del orden de las inspecciones y de todas las operaciones, excepto las incluidas en la manipulación de los materiales; además, puede comprender cualquier otra información que se considere necesaria para el análisis; por ejemplo, el tiempo requerido, la situación de cada paso o si los ciclos de fabricación son los adecuados.

Su objetivo es proporcionar una imagen clara de toda la secuencia de los acontecimientos del proceso. Por lo tanto, permite estudiar las fases del proceso en forma sistemática o mejorar la disposición de los locales y el manejo de los materiales con el fin de disminuir las demoras, comparar dos métodos y estudiar las operaciones para eliminar el tiempo improductivo. Además, otorga la posibilidad de estudiar las operaciones y las inspecciones interrelacionadas dentro de un mismo proceso. [25]

2.4 Diagrama de recorrido

Se elabora con base en un plano a escala de la fábrica, en donde se indican las máquinas y demás instalaciones fijas; sobre este plano se dibuja la circulación del proceso, utilizando los mismos símbolos empleados en el diagrama de flujo. [25]

2.5 Diagrama hombre-máquina

Es la representación gráfica de la secuencia de elementos que componen las operaciones en que intervienen hombres y máquinas, permite conocer el tiempo empleado por cada uno; es decir, saber el tiempo invertido por los hombres y el utilizado por las máquinas. Con base en este conocimiento se puede determinar la eficiencia de los hombres y de las máquinas con el fin de aprovechar ambos factores al máximo.

El diagrama se utiliza para estudiar, analizar y mejorar una sola estación de trabajo a la vez. Además, aquí el tiempo es indispensable para llevar a cabo el balance de las actividades del hombre y su máquina. [25]

2.6 Análisis de operaciones

Mediante un análisis del trabajo, los operadores y jefes de bajo rango pueden ser instruidos mucho más rápidamente que mediante explicaciones órales, debido a que dicho análisis nos da una idea clara y sencilla de la operación. Dado que el análisis del trabajo aspira a determinar el método más eficaz en las circunstancias dadas, el proyectista de los útiles y herramientas puede servirse de él para imaginarse todos los movimientos del operador y adaptar su diseño a los mismos.

Con una sola vez que se analice y registre el trabajo, es posible reproducirlo en cualquier momento y obtener una réplica fiel de la disposición original de los útiles, máquinas y productos.

2.6.1 Enfoques Básicos del Análisis de Operaciones

- I. *Objeto de la operación:* es imprescindible determinar si una operación es necesaria antes de tratar de mejorarla. Si no tiene un objeto útil, o puede ser remplazada o combinada con otra, debe eliminarse y no será necesario avanzar más en su análisis. Sin embargo, operaciones innecesarias se realizan aun en plantas industriales eficientes.
- II. *Diseño de la pieza:* el diseño de los productos utilizados en un departamento es importante pues determina en qué medida un producto satisfará las necesidades del cliente. Este es un factor de mayor importancia que el costo. Es necesario recordar que los diseños no son permanentes y que pueden ser cambiados. Además, se debe investigar el diseño actual para ver si éste puede ser cambiado con objeto de reducir el costo de manufactura sin afectar la utilidad del producto.
- III. *Tolerancias y especificaciones:* las especificaciones se establecen para mantener cierto grado de calidad. La reputación y demanda de los productos depende del cuidado que se tenga para establecer y mantener especificaciones correctas. Las tolerancias y especificaciones nunca deben ser aceptadas a simple vista. A menudo, una investigación puede revelar que una tolerancia estricta es innecesaria o que, por el contrario, haciéndola muy rigurosa, se pueden facilitar operaciones subsecuentes de ensamble.
- IV. *Material:* los materiales constituyen un gran porcentaje del costo total de cada producto. En consecuencia, su selección y uso apropiado es de suma importancia. Una selección adecuada del material da al cliente un producto terminado más satisfactorio, reduce el costo de la pieza acabada y contrae los costos por desperdicio, lo que permite vender el producto a un precio menor.
- V. *Proceso de manufactura:* existen varias formas de producir una pieza pues continuamente se crean mejores métodos para ello. Inquirir o investigar de manera sistemática los procesos de manufactura hará que se presenten métodos eficientes.
- VI. *Preparación de herramientas y patrones:* la magnitud de los aditamentos y patrones necesarios para llevar a cabo cualquier trabajo se determina principalmente por el número de piezas que van a producirse. En trabajos de baja actividad sólo se justifican aditamentos y patrones especiales que sean primordiales. Una alta actividad usualmente

justifica utensilios especiales debido a que el costo de los mismos prorratea entre un gran número de unidades. En trabajos de alta actividad es importante reducir los tiempos unitarios de producción hasta un valor mínimo absoluto. Una buena práctica de preparación y utensilios no sucede por casualidad, esto es, debe ser planeada.

- VII. *Condiciones de trabajo:* deben ser continuamente mejoradas para que la planta esté limpia, saludable y segura pues ellas afectan de manera directa al operador. Las buenas condiciones de trabajo se reflejan en salud, producción total, calidad del trabajo y moral del operador. Pequeños detalles, tales como colocar fuentes centrales de agua potable, dispositivos con tabletas de sal para los días calurosos, etcétera, mantienen al operador en condiciones que le hacen guardar el debido interés y cuidado por su trabajo.
- VIII. *Manejo de materiales:* la producción de cualquier producto requiere que sus elementos componentes sean movidos. Aunque la carga sea grande y movida a distancias grandes o pequeñas, este manejo debe ser analizado para determinar si el movimiento se puede hacer de un modo más eficiente. El manejo añade mayor costo al producto terminado, por razón del tiempo y mano de obra empleados. Una buena regla para recordar es que la pieza menos manejada reduce el costo de producción.
- IX. *Distribución de maquinaria y equipo:* las estaciones de trabajo y las máquinas deben disponerse de tal forma que la serie sistemática de operaciones de fabricación de un producto sea más eficiente y con un mínimo de manejo. [1]

2.7 Análisis de Movimientos

Es el estudio de todos y cada uno de los movimientos de cualquier parte del cuerpo humano para poder realizar un trabajo en la forma más eficiente. Para lograr este propósito es preciso dividir un trabajo en todos sus elementos básicos y analizar cada uno de ellos tratando de eliminar o, si esto no es posible, de simplificar sus movimientos.

El iniciador de esta técnica es Frank B. Gilbreth quien, junto con su esposa Lillian, definieron todos los movimientos necesarios para realizar cualquier tarea, teniendo en cuenta la posibilidad

de mejorar la operación eliminando todos los movimientos superfluos para lograr así la máxima eficiencia. [1]

2.8 Principios de economía de movimientos

Estos principios son aplicables a cualquier tipo de trabajo, pero se agrupan en tres subdivisiones básicas:

- I. Aplicación y uso del cuerpo humano: las dos manos deben empezar y terminar sus movimientos al mismo tiempo, y no deben estar simultáneamente ociosas, excepto en periodos de descanso. Los movimientos de los brazos deben hacerse de manera simultánea en direcciones opuestas y simétricas. Los movimientos de las manos deben ser confinados a su rango más bajo, pero sin perjudicar la eficiencia del trabajo realizado.
- II. Arreglo del área de trabajo: es imprescindible que se cuente con un lugar fijo y determinado para todas las herramientas, materiales y controles, los cuales deben estar localizados enfrente del operador y lo más cerca posible. Las cajas y depósitos que reciban material por gravedad deben estar adaptados para entregarlo cerca y enfrente del operador. Además, siempre que sea posible, el material terminado debe retirarse mediante el empleo de la fuerza de gravedad.
- III. Diseño de herramientas y equipo: siempre que sea posible deben usarse guías, sostenes o pedales para que las manos realicen más trabajo productivo. También se debe procurar que dos o más herramientas se combinen en una y que junto con los materiales queden en posición de ser utilizadas fácilmente. [1]

2.9 Diagrama Bimanual

Muestra todos los movimientos realizados por la mano izquierda y por la mano derecha y la relación que existe entre ellos. Sirve principalmente para estudiar operaciones repetitivas, en cuyo caso se registra un solo ciclo completo de trabajo. Para representar las actividades se emplean los mismos símbolos que se utilizan en los diagramas de proceso, pero se les atribuye un sentido ligeramente distinto para que abarquen más detalles.

El diagrama bimanual puede aplicarse a una gran variedad de trabajos de montaje, de elaboración a máquina y también de oficina. [25]

2.10 Estudio de tiempos

Es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, con base en un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido.

Un estudio de tiempos con cronómetro se lleva a cabo cuando:

- ☞ Se va a ejecutar una nueva operación, actividad o tarea.
- ☞ Se presentan quejas de los trabajadores o de sus representantes sobre el tiempo que insume una operación.
- ☞ Surgen demoras causadas por una operación lenta, que ocasiona retrasos en las demás operaciones.
- ☞ Se pretende fijar los tiempos estándar de un sistema de incentivos.
- ☞ Se detectan bajos rendimientos o excesivos tiempos muertos de alguna máquina o grupo de máquinas.

Un estudio de tiempos consta de varias fases, a saber:

1. Preparación

- ☞ Selección de la operación.
- ☞ Selección del trabajador.
- ☞ Actitud frente al trabajador.
- ☞ Análisis de comprobación del método de trabajo.

2. Ejecución

- ☞ Obtener y registrar la información.
- ☞ Descomponer la tarca en elementos.
- ☞ Cronometrar.
- ☞ Calcular el tiempo observado.

3. Valoración

- ∞ Ritmo normal del trabajador promedio.
- ∞ Técnicas de valoración.
- ∞ Cálculo del tiempo base o valorado.

4. Suplementos

- ∞ Análisis de demoras.
- ∞ Estudio de fatiga.
- ∞ Cálculo de suplementos y sus tolerancias.

5. Tiempo estándar

- ∞ Error de tiempo estándar.
- ∞ Cálculo de frecuencia de los elementos.
- ∞ Determinación de tiempos de interferencia.
- ∞ Cálculo de tiempo estándar.

2.11 Tiempos Predeterminados

Desde los tiempos de Frederick W. Taylor, la administración se ha dado cuenta de lo deseable que resulta asignar tiempos estándar a los elementos básicos del trabajo.

Los tiempos predeterminados se asignan a los movimientos fundamentales y a grupos de movimientos que no se pueden evaluar con precisión mediante los procedimientos ordinarios de estudio de tiempos con cronómetro.

También son el resultado de estudiar una muestra grande de operaciones diversificadas con un dispositivo de ritmo como una cámara de filmación, capaz de medir elementos muy cortos.

Los valores de tiempo son sintéticos puesto que con frecuencia son el resultado de las combinaciones lógicas de therbligs (movimientos físicos elementales para realizar cualquier tarea laboral); son básicas porque un mayor refinamiento es difícil e impráctico; son predeterminados

porque se usan para predecir los tiempos estándar de nuevos trabajos que resultan del cambio de métodos.

Los sistemas de tiempos predeterminados son conjuntos de tablas de movimiento- tiempo con reglas explicativas e instrucciones sobre el uso de los valores contenidos en ellas.

2.11.1 Método de Medición de Tiempos (MTM)

Es un procedimiento que analiza cualquier operación manual o método basado en los movimientos básicos que se requieren para realizarlo y asigna a cada movimiento un tiempo estándar predeterminado que está establecido por la naturaleza del movimiento y las condiciones en las que se realiza.

El MTM proporciona valores de los movimientos fundamentales de:

- Alcanzar (R)
- Mover (M)
- Girar (T)
- Agarrar (G)
- Posicionar (P)
- Desenganchar (D)
- Soltar (S)

Los usos de MTM son:

- ◆ Como base para desarrollar buenos métodos
 - Desarrollo de buenos métodos antes de iniciar la producción.
 - Mejoramiento de métodos actuales.
 - Guía de diseño de productos.
 - Selección de equipo eficaz.
 - Guía de diseño de herramientas.

- ◆ Como base para establecer normas de producción
 - Establecimiento de normas de tiempo en trabajos individuales.
 - Desarrollo de datos estándar.
 - Cálculo de costos de mano de obra.
- ◆ Otros usos
 - Entrenamiento de empleados para adquirir conciencia de métodos.
 - Ajuste de diferencias respecto a normas de producción.
 - Al proporcionar una base más amplia para la investigación y estudio del movimiento.
 - Ayudando en el adiestramiento del operador.
 - Ayudando en los estudios de distribución de equipo en las plantas.

2.11.2 Técnica Secuencial de Operación Maynard (MOST)

Es una prolongación de MTM, llamada Técnica Secuencial de Operación Maynard (MOST, Maynard Operation Sequence Technique). Es un sistema simplificado que desarrolló Zandin en 1980, pero se aplicó por primera vez en Saab-Scania en Suecia en 1967. Con MOST los analistas pueden establecer estándares al menos cinco veces más rápido que con MTM, con poco o ningún sacrificio de exactitud.

MOST, identifica tres modelos de secuencia básicos:

1. *Desplazamiento general*: identifica el movimiento libre de un objeto en el espacio, por el aire.
2. *Desplazamiento controlado*: describe el movimiento de un objeto cuando permanece en contacto con una superficie o está fijo a otro durante el movimiento.
3. *Uso de herramienta y equipo*: está dirigida al uso de herramientas manuales comunes y otras piezas de equipo. [25]

2.12 Muestreo de Trabajo

Es una técnica para el análisis cuantitativo en términos de tiempo de la actividad de hombres, máquinas o cualesquiera condiciones observables de operación. Consiste en la cuantificación proporcional de un gran número de observaciones tomadas al azar, en las cuales se anota la condición que presente la operación, clasificada en categorías definidas según el objetivo del estudio.

El muestreo de trabajo tiene por objetivo establecer el porcentaje que con respecto al período total de tiempo se dedica a ciertas actividades.

Ventajas:

- No requiere observación continua por parte de un analista durante un período de tiempo largo.
- Disminuye el tiempo manual.
- El total de horas-trabajo a desarrollar por el analista es generalmente mucho menor.
- El operario no está expuesto a largos períodos de observaciones cronométricas.
- Un solo analista puede estudiar fácilmente operaciones de grupo.

Desventajas:

- Generalmente no es económico para estudiar una sola operación hombre o máquina.
- En general no es económico para determinar tiempos tipo de operaciones repetitivas con ciclos muy cortos.
- No suministra una información tan detallada sobre los elementos que forman una operación como lo hace la técnica del cronómetro.
- No proporciona un registro detallado de método empleado.
- Es más difícil explicarlo a la gerencia y a los trabajadores.

El MOST tiene los siguientes usos, para determinar:

1. El tiempo ocupado por una persona en cualquier actividad o tarea.
2. El tiempo productivo y el tiempo improductivo de personas, máquinas u operaciones.
3. La magnitud de los tiempos perdidos y las causas que lo produjeron.
4. Los rendimientos personales del grupo.
5. El tiempo efectivo de uso del equipo.
6. El tiempo de preparación y retiro de las herramientas, y la puesta en marcha.
7. El tiempo improductivo del equipo y la causa que lo motivaron.
8. El número de personas y máquinas necesarias para efectuar una tarea.
9. Los tiempos tipo de operaciones no repetitivas.

Pasos de la metodología MOST:

1. Los pasos preliminares que se requieren:
 - a) Definición de los objetivos, incluyendo especificación de las categorías de actividad por observar.
 - b) Diseño de procedimiento de muestreo, lo que implica:
 - Estimación del número satisfactorio de observaciones que deben hacerse.
 - Selección de la longitud del trabajo.
 - Determinación de los detalles del procedimiento de muestreo, tales como programación de las observaciones, método exacto de observaciones, diseño de la hoja de observaciones y rutas a seguir.
2. Recopilación de datos, mediante la ejecución de un plan de muestreo previamente diseñado.
3. Procesado de cálculos.
4. Presentación de resultados. [25]

2.13 Balanceo de Líneas de Ensamble

El balanceo de líneas es una disposición de áreas de trabajo donde las operaciones consecutivas están colocadas inmediata y mutuamente adyacentes, donde el material se mueve continuamente y a un ritmo uniforme a través de una serie de operaciones equilibradas que permiten la actividad simultánea en todos los puntos, moviéndose el producto hacia el fin de su elaboración a lo largo de un camino razonadamente directo. [1]

La meta de la administración es crear un flujo continuo suave sobre la línea de ensamble, con un mínimo de tiempo ocioso en cada estación de trabajo de la persona. Una línea de ensamble bien balanceada tiene la ventaja de la gran utilización del personal, y de la instalación y equidad entre las cargas de trabajo de los empleados. Algunos contratos de sindicatos incluyen un requerimiento, las cargas de trabajo serán casi iguales entre aquellos en la misma línea de ensamble.

La idea fundamental de una línea de ensamble es que un producto se arma progresivamente a medida que es transportado, pasando frente a estaciones de trabajo relativamente fijas, por un dispositivo de manejo de materiales, por ejemplo una banda transportadora. Si los tiempos productivos que se requieren en todas las estaciones de trabajo fuesen iguales no existirían tiempos muertos, y la línea estaría perfectamente equilibrada.

Objetivos del balanceo:

- Hallar una combinación de tiempo ciclo y número de estaciones de trabajo que determine un tiempo ocioso mínimo.
- Reducir los costos de mano de obra con la disminución de estaciones en la línea.
- Reducir al mínimo el tiempo ciclo para una cantidad específica de estaciones de trabajo al equilibrar la línea. [25]

2.14 Principales etapas de un programa de Ingeniería de Métodos

Los ingenieros de métodos utilizan un procedimiento sistemático para desarrollar un centro de trabajo, fabricar un producto y ofrecer un servicio. El flujo del procedimiento se presenta en la figura 3. [1]

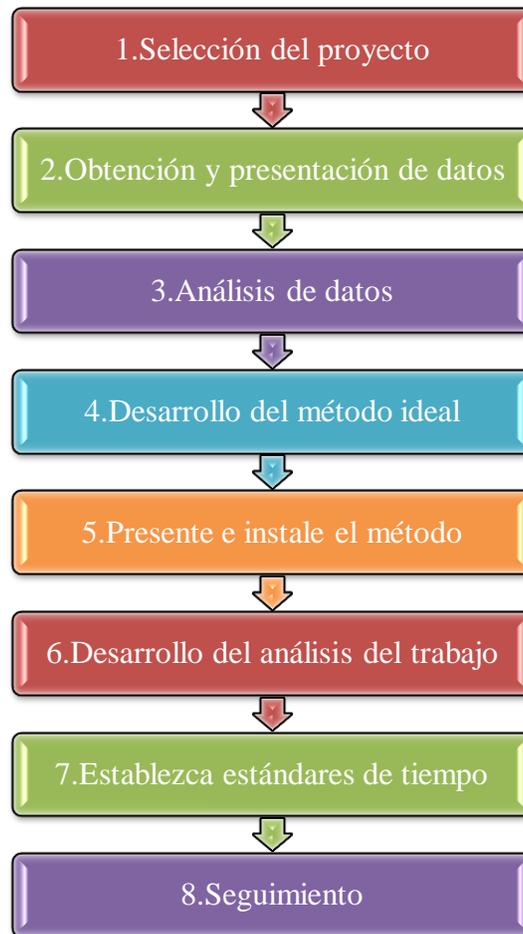


Fig. 3 Principales etapas de un programa de Ingeniería de Métodos

El procedimiento se presenta a continuación:

1. Selección del proyecto
 - ✧ Nuevas plantas y expansión de las existentes
 - ✧ Nuevos productos, nuevos métodos
 - ✧ Productos de alto costo/baja ganancia
 - ✧ Productos incapaces de competir
 - ✧ Dificultades en la fabricación
2. Obtención y presentación de datos
 - ✧ Obtención de las necesidades de producción
 - ✧ Obtención de los datos de ingeniería
 - ✧ Obtención de los datos de fabricación y costos
 - ✧ Desarrollo de la descripción y bosquejos de la estación de trabajo y herramientas
 - ✧ Construcción de gráficas de operación de los procesos
 - ✧ Construcción de diagramas de flujo de procesos de cada uno de los artículos
3. Análisis de datos
 - ✧ Utilice nuevos métodos principales del análisis operativo
 - ✧ Cuestione cada detalle
 - ✧ Utilice por qué, dónde, qué, quién, cuándo, cómo
4. Desarrollo del método ideal
 - ✧ Gráficas de proceso del trabajador y de la máquina
 - ✧ Técnicas matemáticas
 - ✧ Etapas de eliminación, combinación, simplificación y arreglo
 - ✧ Principios del diseño del trabajo respecto a: economía de movimientos, trabajo manual, equipo del lugar de trabajo, herramientas, medio ambiente de trabajo, seguridad
5. Presente e instale el métodos
 - ✧ Utilice herramientas para la toma de decisiones
 - ✧ Desarrolle presentaciones verbales y escritas
 - ✧ Supere la resistencia
 - ✧ Venda el método al operador, al supervisor y a la administración
 - ✧ Ponga el método en operación

6. Desarrollo del análisis del trabajo
 - ✧ Análisis del trabajo
 - ✧ Descripciones del trabajo
 - ✧ Acomodo de trabajadores con habilidades diferentes
7. Establezca estándares de tiempo
 - ✧ Estudio cronometrado del tiempo
 - ✧ Muestreo del trabajo
 - ✧ Datos estándar
 - ✧ Fórmulas
 - ✧ Sistemas de tiempos predeterminados
8. Seguimiento
 - ✧ Verificación de los ahorros
 - ✧ Asegúrese de que la instalación sea la correcta
 - ✧ Mantenga todos a bordo
 - ✧ Repita el procedimiento de los métodos

CAPÍTULO III. METODOLOGÍAS PARA APLICACIÓN

En este capítulo se presentan las herramientas y metodologías que se utilizaron para el análisis experimental de este trabajo como la entrevista, encuesta, despliegue de la función de la calidad, benchmarking, reingeniería y simulación.

3.1 Entrevista

La entrevista, en el sentido estricto, es un diálogo entre dos o más personas que responde al formato de pregunta-respuesta. Sus elementos principales son un entrevistador, que efectúa las preguntas, y un entrevistado, normalmente experto en una materia de interés social, que las responde. Es la herramienta más utilizada dentro del proceso de comunicación social.

En lo que respecta a su propósito profesional, la entrevista cumple con una función principal: obtener información de individuos o grupos y facilitarla a un espectro amplio de población. Esto convierte a la entrevista en un recurso informativo.

Gracias al diálogo entre varios interlocutores, la entrevista es un género muy dinámico y ameno. Está considerada como una de las fórmulas más ágiles para dar a conocer una información o para profundizar en el conocimiento de los hechos, sus causas y sus consecuencias. El valor agregado más importante de la entrevista reside en su fuerza testimonial, que reviste de peso y autoridad el trabajo y contribuye a dar credibilidad a la información proporcionada.

Lo primero que se debe hacer es seleccionar el tema que se va a tratar en la entrevista. Una vez hecho esto, lo más recomendable es estar bien documentado para poder llevar las riendas de la entrevista. Después, se tiene que elegir la persona a la que se quiere entrevistar, un experto en la materia elegida o, en última instancia, que pueda aportar datos de interés sobre el tema escogido. A continuación se debe diseñar un cuestionario con preguntas claves, que son muy recomendables para encaminar el diálogo y evitar olvidos. Otras preguntas nacerán espontáneamente en el curso de la entrevista y, por lo general, suelen ser más interesantes que las

anotadas. Una vez evaluadas todas estas cuestiones, se puede concertar una cita con la persona a la que se va a entrevistar. El último paso es escoger el canal para realizar la entrevista. Lo más recomendable es hacerla cara a cara, pero si no es posible, se puede realizar por teléfono o por cuestionario escrito. [26]

3.2 Proceso estándar para encuestas por muestreo

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) ofrece un modelo el cuál describe el proceso para la generación de estadística mediante la realización en encuestas por muestreo, con una estructura como se muestra en la figura 4. [27]



Fig. 4. Fases del proceso estándar para encuestas por muestreo.

Fases del proceso estándar para encuestas por muestreo:

Fase I. Planeación

∞ Se determina el tipo de encuesta, según sus objetivos, preguntas, forma, temática; se establece la cobertura y se define la estrategia en general.

Fase II. Diseño conceptual

∞ Se elabora la encuesta, una opción es utilizar Google Drive, que es un servicio de alojamiento de archivos. Es accesible por su página web desde ordenadores y dispone de aplicaciones para iOS y Android que permiten editar documentos y hojas de cálculo. Google Documentos y Hojas de cálculo, oficialmente Google Docs & Spreadsheets es un programa gratuito basado en Web para crear documentos en línea con la posibilidad de colaborar en grupo. Incluye un procesador de textos, una hoja de cálculo, programa de presentación básico, un creador de dibujos y un editor de formularios destinados a encuestas. [28]

∞ Para crear una encuesta se requiere:

1. Ingresar a la página de *Google Drive*.
2. Dar click sobre la opción *Create>Form*.
3. Agregar un título al formulario y elegir una plantilla.
4. En el campo *Form Description* agregar una pequeña descripción o instrucción para contestar la encuesta.
5. En *Question Title* agregar el título de la primera pregunta.
6. Después dar click en la opción *Multiple Choice* para poder cambiar el tipo de pregunta (texto, preguntas de valoración, seleccionar de una lista, etc.).
7. Dependiendo del tipo de pregunta, agregar las posibles respuestas. Dar click sobre *Add Other* para agregar más respuestas.
8. Activar la opción *Required Question* si es obligatorio que el usuario conteste la pregunta.
9. Dar click en *Done* y después dar click sobre *Add Item* para agregar más preguntas.

10. En la opción *Confirmation Message* agregar un mensaje de confirmación y agradecer la participación, después activar la opción *Show link to submit another response* y dar click sobre *send form*.
11. Se puede compartir la encuesta a través de email y redes sociales y por último dar click en *done*. [29]

Fase III. Diseño de la muestra

- ∞ Para determinar el tamaño de la muestra, se utiliza la fórmula que se muestra en la tabla 2 cuando no se conoce con precisión el tamaño de la población. [30]

Tabla 2: Cálculo del tamaño de la muestra

$n = \frac{z^2 pq}{E^2}$	n = tamaño de la muestra z = nivel de confianza p = variabilidad positiva q = variabilidad negativa E = porcentaje de error
--------------------------	---

Fase IV. Diseño de la captación y procesamiento

- ∞ Captación: se define la población a la que se desea llegar y los medios para realizarlo.
- ∞ Procesamiento: definir cuándo se llevará a cabo la encuesta

Fase V. Presentación de resultados

- ∞ Recopilar información, graficar las respuestas, analizar los resultados y concluir.

El modelo puede tener distintas aplicaciones como:

- Servir de referencia en el diseño de nuevos proyectos, al presentar las secuencias e interacciones que hay que considerarse.
- Revisar estructuras de operación en proyectos específicos para hacer ajustes que mejoren la oportunidad y confiabilidad de las tareas a realizar. [27]

3.3 Despliegue de la Función de Calidad (QFD)

Sirve para realizar todo este proceso de traducción, ayudando a que la voz del cliente se despliegue a lo largo de toda la organización. Este enfoque japonés para la manufactura de un producto se orienta hacia tres aspectos:

- ⊙ Decidir lo importante
- ⊙ Diseñar para reducir la variabilidad
- ⊙ Optimizar el producto

Objetivo de QFD es asegurar que se cumplan las expectativas del cliente desde el diseño del producto, pasando por el proceso de manufactura, hasta que es utilizado por el consumidor.

El término “despliegue”, que es la traducción que se ha dado al término japonés ten kai, cuyo significado puede ser difusión, desarrollo o evolución, se refiere a la idea de llevar las necesidades y expectativas del cliente expresadas en su lenguaje (voz del cliente) a todos los involucrados en la organización y “traducir” en cada etapa al lenguaje apropiado.

El procedimiento general del QFD empieza con la definición del objetivo del análisis, a partir del cual se busca identificar los atributos del producto requeridos por los clientes, así como sus características técnicas, para después relacionar ambos en una matriz. Posteriormente se lleva a cabo una evaluación competitiva del producto y las características técnicas se correlacionan entre sí estableciendo metas. Por último se determina cuáles son los requerimientos de diseño del producto o las características técnicas a desplegar en el proceso productivo. En la figura 5 se muestra el procedimiento general de QFD. [31]

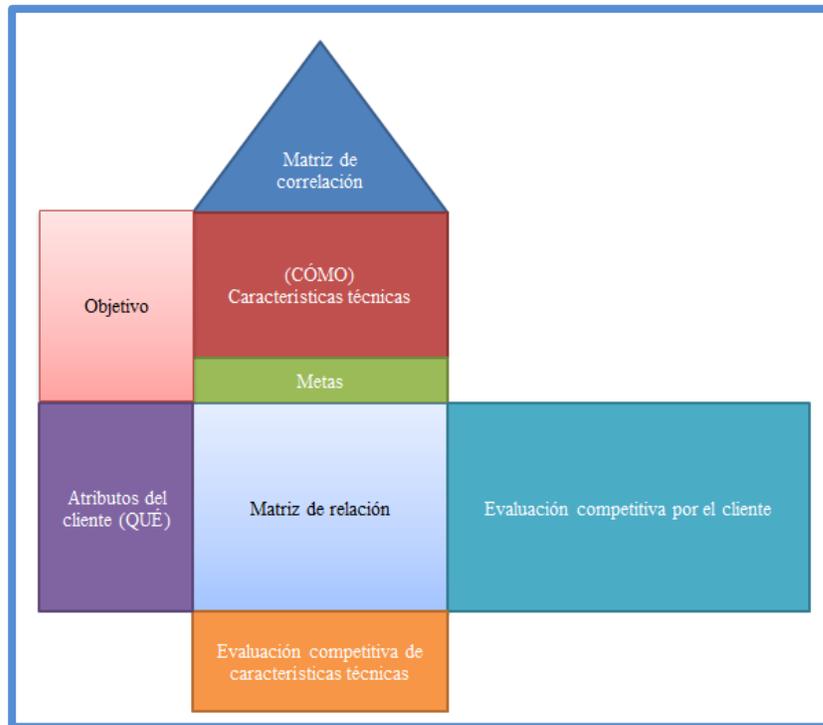


Fig. 5. Procedimiento general de QFD

3.4 Benchmarking

Es un proceso que puede utilizarse para entender y conocer cualquier organización, competidora o no, grande o pequeña, pública o privada. La clave para su buen funcionamiento consiste en aislar medidas comunes en funciones similares y posteriormente compararlas con las prácticas de su propio negocio.

Objetivos del benchmarking:

- Conocer las características de los productos y servicios de la competencia que afectan favorablemente al consumidor.
- Detectar los mejores procesos productivos y administrativos que puedan incorporarse a la compañía para hacerla más competitiva.
- Conocer la información que se necesita para realizar un proceso de reingeniería e implantar medidas de desempeño para incorporarlas en las metas y objetivos de la organización. [31]

El benchmarking es la búsqueda de las mejores prácticas de la industria que conducen a un desempeño excelente y se lleva a cabo mediante los siguientes 10 pasos que se muestran en la figura 6:

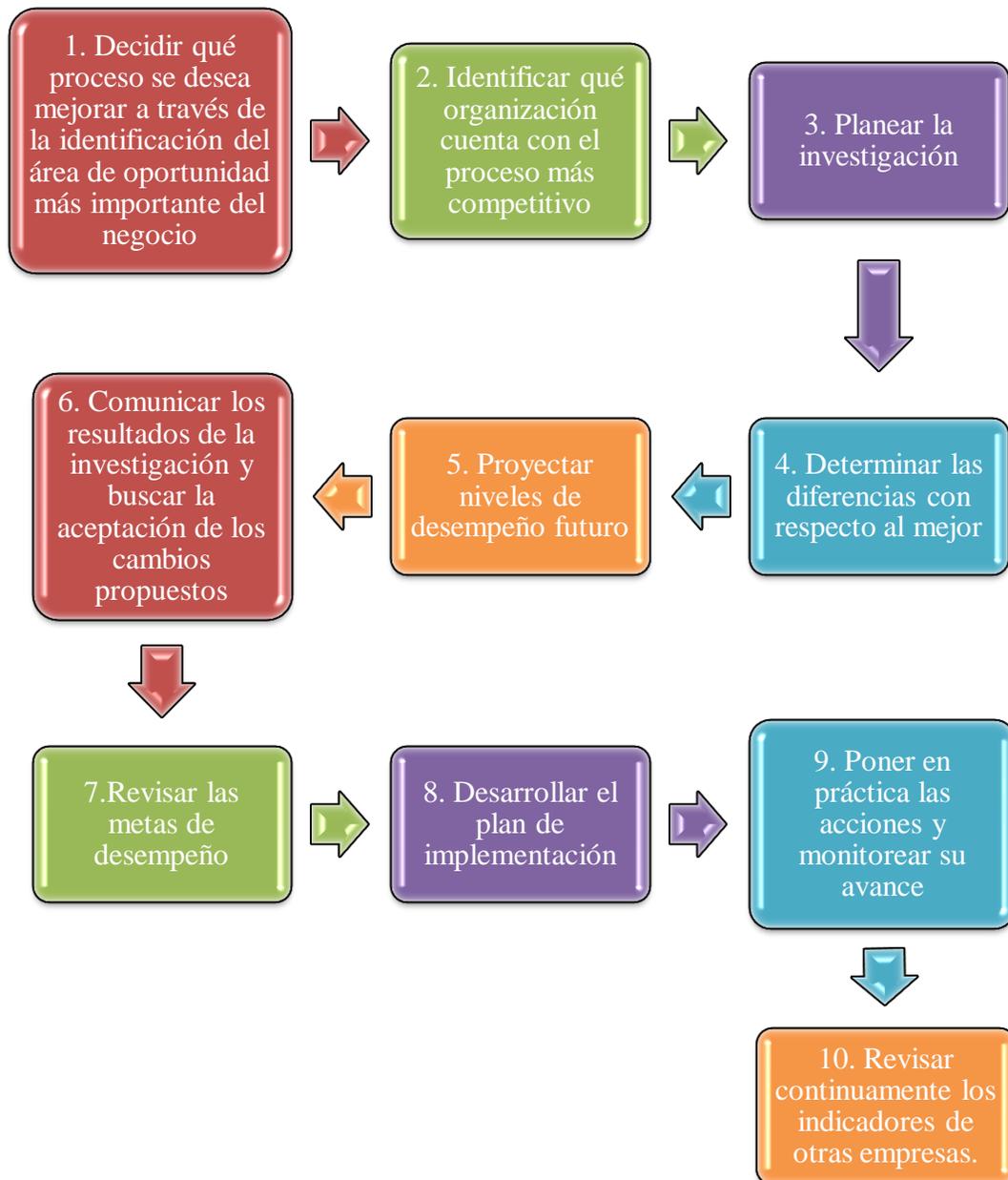


Fig. 6. Procedimiento de Benchmarking a través de 10 pasos.

3.5 La masa crítica en el marketing

La masa crítica es el conjunto de personas, usuarios o clientes que necesita cualquier idea de negocio para poder garantizar la continuidad del mismo de forma viable y eficaz, a partir de esta podemos lograr cualquier meta.

Conseguir interesar a personas en la idea que se promueve es generar esta "masa". El nivel crítico de la misma nos ofrece la solución a la inquietud que podemos tener sobre la viabilidad del negocio. Una vez conseguido este, el lanzamiento es definitivo, progresivo e imparable, y nos ofrece la garantía de éxito y continuidad de la idea por años.

El concepto de masa crítica es fundamentalmente un logro que obtiene la empresa gracias a la demanda, es decir, a los consumidores interesados. Por lo tanto, las empresas saben que han de alcanzar un número mínimo de usuarios que, una vez conseguidos, aceleran su desarrollo de manera exponencial.

El primer impulso para generar cualquier negocio parte desde la OFERTA, ofrecer e innovar, interesar en productos y servicios es generar mercado, su principal preocupación.

Para poder generar la masa crítica utilizamos primero unos recursos que ya existen, estos en un primer momento se consiguen a base de inversiones. Comprar un software, utilizar información proporcionada por otros, mejorar servidores, saber quiénes son nuestros posibles clientes, serán unas de las búsquedas iniciales para el mundo on-line.

Para tener opciones para conseguir esa masa crítica, la fórmula inicial es clara: que accedas gratuitamente. Cuando algo es gratuito, nos cuesta poco participar o ingresar.

Para conseguir una masa crítica en un negocio es tan importante el hecho de aprender a compartir. [32]

3.6 Google Sites

Es una aplicación online gratuita ofrecida por la empresa estadounidense Google. Esta aplicación permite crear un sitio web o una intranet de una forma tan sencilla como editar un documento. Con Google Sites los usuarios pueden reunir en un único lugar y de una forma rápida información variada, incluidos vídeos, calendarios, presentaciones, archivos adjuntos y texto. Además, permite compartir información con facilidad para verla y compartirla con un grupo reducido de colaboradores o con toda su organización, o con todo el mundo. Google Sites permite gestionar proyectos, publicando información y subiendo reportes, todo en un solo sitio y con la seguridad y los permisos que el usuario defina.

Características principales de Google Sites:

- Fácil creación de plantillas.
- No requiere programación.
- Plantillas de diseño disponibles.
- Fácil manejo de archivos.
- Fácil manejo de archivos adjuntos.
- Personalización de la interfaz del sitio.
- Fácil creación de contenido multimedia (vídeos, documentos, hojas de cálculo y presentaciones de Google Docs, fotos de Picasa y herramientas de iGoogle).
- Designación de lectores y colaboradores.
- Búsqueda con la tecnología Google en el contenido de Google Sites.
- Creación de intranets, páginas de empleados, proyectos, etc. [33]

3.7 Simulación

La planeación e implementación de proyectos complejos en los negocios, industrias y gobierno requieren de grandes inversiones, razón por la que es indispensable realizar estudios preliminares para asegurar su conveniencia de acuerdo a su eficiencia y ejecución económica para proyectos de cualquier tamaño. Una técnica para ejecutar estudios piloto, con resultados rápidos y a un costo relativamente bajo, está basado en la modelación y se conoce como simulación.

El proceso de elaboración del modelo involucra un grado de abstracción y no necesariamente es una réplica de la realidad; consiste en una descripción que puede ser física, verbal o abstracta en forma, junto con las reglas de operación. Más aún debido a que el modelo es dinámico, su respuesta a diferentes entradas puede ser usada para estudiar el comportamiento del sistema del cual fue desarrollado. [34]

3.7.1. ProModel

ProModel es un simulador con animación para computadoras personales. Permite simular cualquier tipo de sistemas de manufactura, logística, manejo de materiales, etc.

ProModel es un paquete de simulación que no requiere programación, aunque sí lo permite. Utiliza la plataforma Windows®. Tiene la combinación perfecta entre facilidad de uso y flexibilidad para aplicaciones complejas.

Prácticamente, cualquier sistema puede ser modelado. Una vez hecho el modelo, éste puede ser optimizado para encontrar los valores óptimos de los parámetros claves del modelo. Algunos ejemplos incluyen determinar la mejor combinación de factores para maximizar producción minimizando costo, etc. El módulo de optimización ayuda a encontrar rápidamente la solución óptima, en lugar de solamente hacer prueba y error. ProModel cuenta con 2 optimizadores disponibles y permite de esta manera explotar los modelos de forma rápida y confiable. [35]

3.8 Visual Basic

Lenguaje de programación dirigido por eventos, desarrollado por Alan Cooper para Microsoft. Este lenguaje de programación es un dialecto de BASIC, con importantes agregados. Su primera versión fue presentada en 1991, con la intención de simplificar la programación utilizando un ambiente de desarrollo que facilitó en cierta medida la programación misma.

Visual Basic contiene un entorno de desarrollo integrado o IDE que integra editor de textos para edición del código fuente, un depurador, un compilador (y enlazador) y un editor de interfaces gráficas o GUI.

Los compiladores de Visual Basic generan código que requiere una o más librerías de enlace dinámico para que funcione, conocida comúnmente como DLL (sigla en inglés de dynamic-link library).

Ventajas:

- Posee una curva de aprendizaje muy rápida.
- Integra el diseño e implementación de formularios de Windows.
- Permite usar con facilidad la plataforma de los sistemas Windows.
- Es uno de los lenguajes de uso más extendido, por lo que resulta fácil encontrar información, documentación y fuentes para los proyectos.
- Fácilmente extensible mediante librerías DLL.
- Si bien permite desarrollar grandes y complejas aplicaciones, también provee un entorno adecuado para realizar pequeños prototipos rápidos. [36]

3.9 Modelo de Reingeniería

La metodología da como resultado un conjunto de acciones a ejecutar durante un largo periodo, algunas de las cuales involucran cambios dramáticos y de efectos traumáticos para la organización, sobre todo porque se debe romper con estructuras o culturas de trabajo muy arraigadas.

La reingeniería es un proceso mediante el cual una empresa rediseña la operación de su negocio para maximizar su competitividad. En lenguaje cotidiano reingeniería significa "empezar de nuevo", no es solamente hacer recomendaciones de mejora a los sistemas existentes sino abandonar los procedimientos establecidos y examinar los procedimientos que se requieran para crear el bien o servicio y entregar un producto de valor al cliente. En la figura 7 se muestra el modelo de reingeniería a través de cuatro fases.

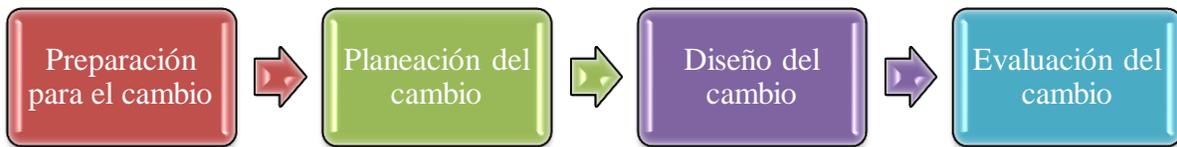


Fig. 7. Modelo de Reingeniería

I. Preparación para el cambio: en esta fase se sientan las bases para las actividades futuras de la organización. Requiere del entendimiento y la concientización de la alta administración sobre la necesidad del cambio, así como de la preparación para el cambio cultural al informar a los empleados sobre su rol en dicho proceso.

II. Planeación del cambio: las organizaciones deben planear su futuro en base a cambios económicos, necesidades y expectativas de los consumidores, y en la fuerza y estrategias de los competidores. Esta fase es un proceso mediante el cual la alta administración desarrolla una visión de su futuro y crea las acciones necesarias para ser competitiva en el mismo.

III. Diseño del cambio: se utiliza cierta metodología para identificar, evaluar y rediseñar los procesos del negocio. Durante esta etapa se revisa el flujo de los diferentes procesos con el objeto de crear otros totalmente nuevos que permitan alcanzar en forma más efectiva los objetivos trazados y satisfacer las necesidades de procesos que utilizan como insumo la salida de otros. De esta forma se crea una organización estructurada en procesos interconectados para el cumplimiento del objetivo, que es la satisfacción del cliente.

IV. Evaluación del cambio: se determina un cierto tiempo, normalmente un año, para evaluar el mejoramiento y definir prioridades de cambio para los siguientes años. Es cuando se mide el éxito del programa de reingeniería y se descubren áreas de oportunidad para acciones futuras.
[31]

Este modelo de reingeniería consta de trece pasos que deben llevarse a cabo a través de las cuatro fases, los cuáles se muestran en la figura 6.

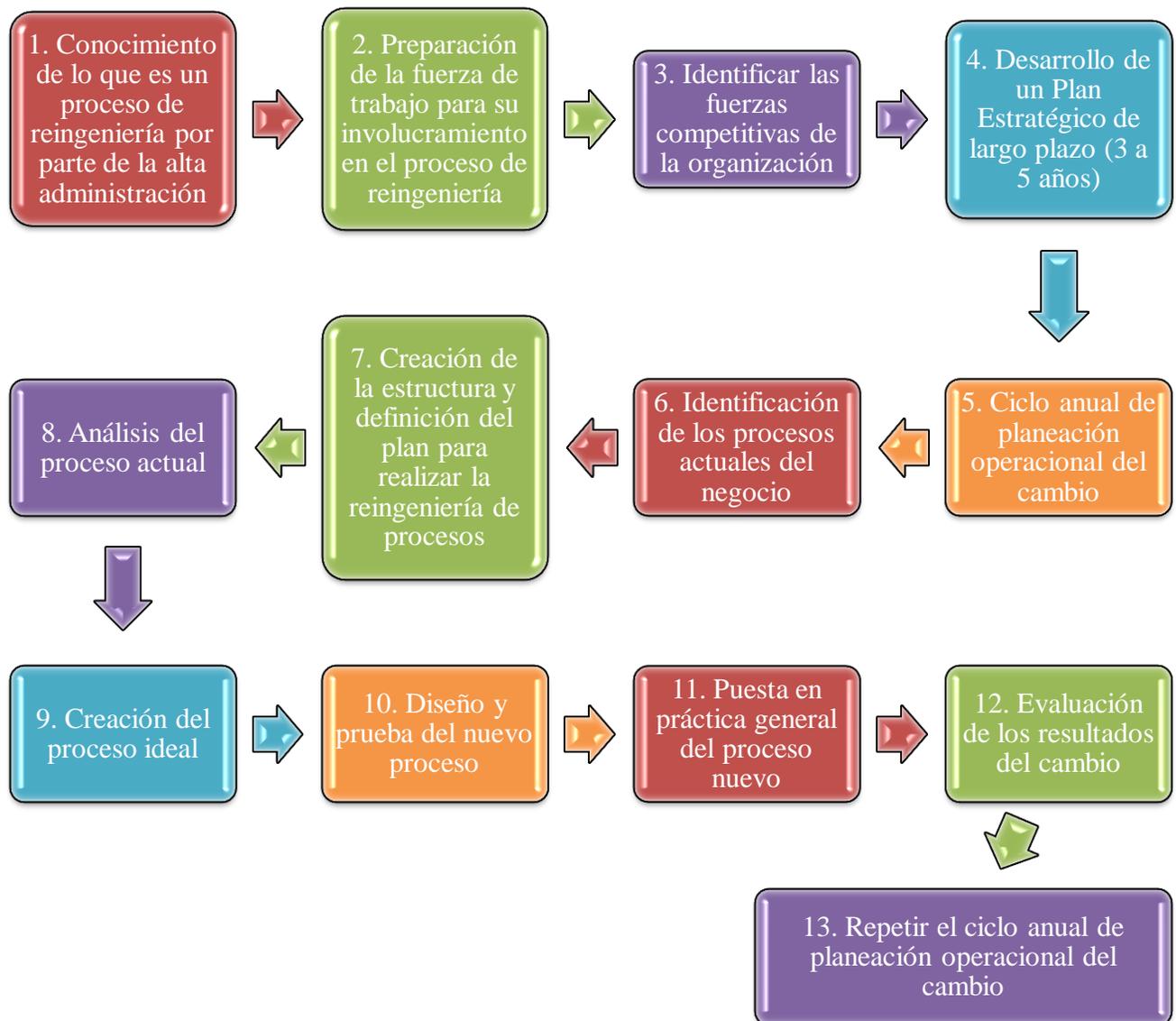


Fig. 8. Trece pasos para la aplicación del modelo de Reingeniería.

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS EXPERIMENTAL

En este capítulo se presenta el desarrollo y resultados de la aplicación de las herramientas utilizadas para el análisis experimental de este trabajo como la entrevista a maestros que imparten la línea del conocimiento de la Ingeniería de Métodos; el análisis comparativo de la oferta educativa a nivel local, nacional e internacional; la encuesta al sector industrial para identificar sus requerimientos respecto a la disciplina; la aplicación del despliegue de la función de la calidad, técnica que permite escuchar la voz del cliente; la aplicación de benchmarking en el caso de estudio que es el Programa Educativo de Ingeniería Industrial de la UABC y por último un análisis de software que pueden ser utilizados en esta disciplina.

4.1 Entrevista a maestros que imparten Ingeniería de Métodos

Para realizar el diagnóstico de lo que ofrecen las instituciones de prestigio de Mexicali como UABC, ITM y CETYS Universidad en el campo de la Ingeniería de Métodos se llevó a cabo una entrevista de persona a persona a los maestros que imparten la materia y/o el laboratorio asociadas a la Ingeniería de Métodos, con el fin de conocer cómo realizan el desarrollo y aplicación de las materias, para después analizar si su modelo es adecuado con los requerimientos de la industria. Ver Anexo #1.

4.1.1 Resultados de las Entrevistas

I. *Profesión:*

- Ingeniero Industrial
- Maestría en Ingeniería
- Doctorado en Ingeniería

II. *Institución de la cual egreso:*

- Instituto Tecnológico de Mexicali (ITM)
- Instituto Tecnológico de Tijuana (ITT)
- Instituto Tecnológico de Nogales (ITN)
- Universidad Autónoma de Baja California (UABC)

- Centro de Enseñanza Técnica y Superior (CETYS)
- Universidad Politécnica de Cataluña (UPC)

III. *Años de experiencia en la docencia:*

- Mínimo: 3
- Máximo: 18
- Promedio: 11.5

IV. *Años de experiencia en la industria:*

- Mínimo: 3.5
- Máximo: 12
- Promedio: 7

V. *Instituciones en las que labora:*

- Instituto Tecnológico de Mexicali (ITM)
- Universidad Autónoma de Baja California (UABC)
- Centro de Enseñanza Técnica y Superior (CETYS)

VI. *Materias que imparte:*

Como muestra la figura 9 el 57% de los docentes imparten Ingeniería de Métodos y el 43% imparten ambas materias.

- Ingeniería de Métodos
- Ingeniería de Métodos II/Estudio del Trabajo
- Ambas

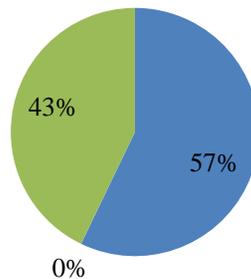


Fig. 9. Materias que imparten los docentes

VII. *El 100% imparte los siguientes temas:*

- Análisis de Operaciones
- Análisis de Movimientos
- Diagrama Hombre-Máquina
- Diagrama Bimanual
- Diagrama de Operaciones de Proceso
- Diagrama de Flujo
- Diagrama de Recorrido
- Calculo de Tiempo Estándar
- Uso de cronómetro
- MTM
- MOST
- Muestreo de Trabajo
- Balanceo de Línea
- Curva de aprendizaje

VIII. *Temas adicionales que imparten:*

- Uso de cronómetro digital
- Diagrama de hilos
- Costo de mano de obra
- Reingeniería
- Takt time
- Tecnología de identificación por radio frecuencia (RFID)
- Seguridad industrial
- Ergonomía
- Diseño del trabajo
- Distribución de planta
- Manejo de materiales
- Costo de mano de obra
- Valuación de puestos
- Medición de tiempos en procesos de maquinado

IX. *Temas importante que no se encuentran en su carta descriptiva:*

- Sistemas de manufactura
- Value Stream Map (VSM)
- Los 7 desperdicios
- Usos y seguimiento de Tiempo Estándar
- Balanceo de líneas en sistemas automatizados
- Diseño de estación
- Procesos de aprobación de partes de producción (PPAP)

X. *El 100% cuenta con un laboratorio de prácticas.*

XI. *¿En qué condiciones se encuentra el laboratorio?*

Laboratorio limitado, con mesas de trabajo y una línea de producción no automatizada que casi no se utiliza.

Requiere más espacio, mejor distribución, estación de trabajo individual, más contenedores, más variedad de productos y volumen.

XII. *¿Tiene línea de producción?*

Como se muestra en la figura 10 el 86% de los docentes cuenta con línea de producción.

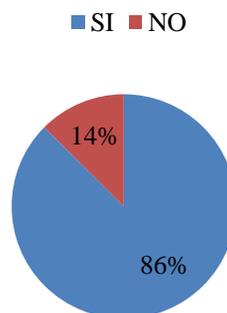


Fig. 10. ¿Los laboratorios tienen línea de producción?

XIII. *El 100% respondió que no cuentan con línea de producción automatizada.*

XIV. *¿Tienen manual de prácticas?*

Como se muestra en la figura 11 el 86% de los docentes cuenta con manual de prácticas.

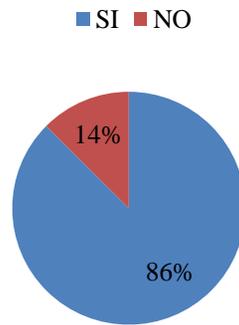


Fig. 11. *¿Tienen manual de prácticas?*

XV. *¿Utilizan el manual de prácticas?*

Como se muestra en la figura 12 el 86% de los docentes utilizan el manual de prácticas.

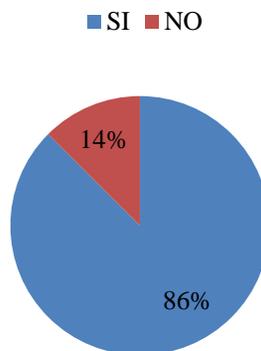


Fig. 12. *¿Utilizan el manual de prácticas?*

XVI. *¿Qué productos utilizan para ensamblar?*

- Válvulas
- Llaveros legos

- Multímetro
- Piezas de madera (rompecabezas)
- Teclados
- Carritos y motos
- Legos
- Lámparas
- Juguetes
- Avión de papel
- Taladro

XVII. *¿Considera que la materia está actualizada y que cumple con los requerimientos de la industria?*

Como se muestra en la figura 13 el 86% de los docentes considera que la materia está actualizada y cumple con los requerimientos de la industria.

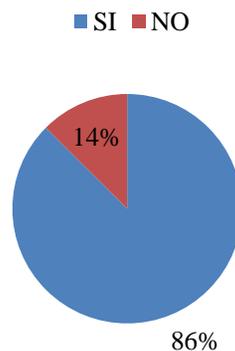


Fig. 13. *¿Considera que la materia está actualizada y que cumple con los requerimientos de la industria?*

XVIII. *¿Por qué?*

- SI:
 - Se imparten los temas más importantes.
 - Es lo básico de la industria.
 - Pero hace falta integrar temas como takt time, trabajo en proceso (WIP) y tiempo de ciclo.
 - Falta la aplicación de software.

- Se requiere más ejemplos de la industria en el laboratorio.
- NO:
 - Los temas están muy compactos.
 - Se requiere de mayor tiempo de laboratorio.

XIX. *El 100% considera que el contenido es suficiente para el desarrollo profesional del estudiante, pero se requiere de un mayor acercamiento a la producción real.*

XX. *El 100% no utiliza algún software de aplicación para la materia.*

XXI. *El 28% utiliza sólo Visio o Edraw para realizar los diagramas de operaciones.*

XXII. *¿Conoce algún software que se utilice en la industria para la ingeniería de métodos?*

Como se muestra en la figura 14 el 57% no conoce un software y el 43% si conoce un software que se utiliza en la industria.

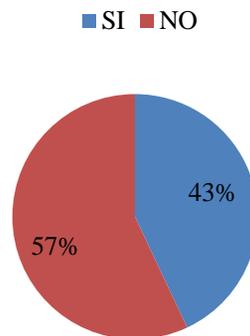


Fig. 14. *¿Conoce algún software que se utilice en la industria para la ingeniería de métodos?*

XXIII. *¿Cuál software conoce?*

- ProEngineer
- Catia
- Promodel
- NX Symens
- Delmia quest
- SketchUp

XXIV. *El 100% no ha utilizado ninguno de éstos software.*

Sugerencia de productos a ensamblar en el laboratorio:

- Perillas
- Crear un diseño robusto para ensamblar
- Prototipos de madera
- Productos flexibles, para presionar o girar
- Plumas

XXV. *Sugerencia para mejorar el laboratorio:*

- Automatizar la línea de producción.
- Incrementar la cantidad de productos a ensamblar.
- Diversificar los productos.
- Mejorar las mesas de trabajo.
- Mejorar equipos.
- Estandarizar las prácticas de modo electrónico.
- Tener carrusel de material.
- Tener ayudas visuales en monitores.
- Carros fijos en las estaciones de trabajo.
- Más espacio y material.
- Capacitación en el uso del laboratorio electrónico.
- Actualizar el manual de prácticas de laboratorio de acuerdo al equipo disponible.
- Espacio grande con líneas de producción.

XXVI. *¿Qué estrategias de aprendizaje utilizan para realizar las prácticas de los diagramas?*

- Prácticas de campo.
- Videos de sistemas de producción.
- Software para dibujo de diagramas.
- Visita a empresas.

XXVII. *El 100% considera que los egresados de ingeniero industrial están bien preparados para la aplicación de la ingeniería de métodos en la industria.*

XXVIII. *¿Por qué?*

- Tienen los fundamentos teóricos-prácticos que requieren y hacen uso de ello en los proyectos de vinculación con la industria.
- Herramientas suficientes.
- Constante mejora en los planes de estudio para cumplir con las necesidades de la industria

XXIX. *De acuerdo a su experiencia ¿qué considera que se debe desarrollar en la materia y/o laboratorio para formar mejores profesionistas en ingeniería de métodos?*

- Mayor vinculación con la industria para la aplicación de la materia.
- La aplicación de un software.
- Prácticas de un sistema real integral no aislado.
- Más prácticas o poder llevarlos a la industria a evaluar un sistema de producción.
- Un laboratorio de prácticas de Ergonomía e Ing. de Métodos.

4.1.2 Conclusión de las entrevistas

- El 57% de los maestros imparte Ingeniería de Métodos y el 43% imparte ambas materias.
- El contenido temático de Estudio del Trabajo/ Ingeniería de Métodos es igual en ITM y UABC.
- En ITM se contemplan dos unidades más en Estudio del Trabajo II/ Estudio del Trabajo: Tiempos y Fórmulas Estándar y Análisis y Valuación de Puestos.
- En CETYS se imparte Ingeniería de Métodos, su contenido temático incluye Ingeniería de Métodos I y II, Seguridad e Higiene y Ergonomía.
- Temas adicionales que se imparten:
 - Uso de cronómetro digital
 - Diagrama de hilos
 - Costo de mano de obra
 - Takt time
 - Valuación de puestos
 - Medición de tiempos en procesos de maquinado

- Temas importante que no se encuentran en su carta descriptiva:
 - Sistemas de manufactura
 - Value Stream Map (VSM)
 - Los 7 desperdicios
 - Usos y seguimiento de Tiempo Estándar
 - Balanceo de líneas en sistemas automatizados
- El 100% cuenta con un laboratorio de prácticas.
- Los laboratorios están limitados, con mesas de trabajo y una línea de producción no automatizada que casi no se utiliza y requieren de más espacio o una mejor distribución, estación de trabajo individual, más contenedores, más variedad de productos y volumen.
- El 86% tienen un manual de prácticas y lo utilizan en el laboratorio.
- El 86% considera que la materia está actualizada y que cumple con los requerimientos de la industria, pero que es importante considerar incluir los temas de VSM, takt time y WIP, así como hacer uso de un software y contar con más horas de laboratorio.
- El 100% considera que el contenido es suficiente para el desarrollo profesional del estudiante, pero se requiere de un mayor acercamiento a la producción real.
- El 100% no utiliza algún software de aplicación para la materia.
- El 28% utiliza sólo Visio o Edraw para realizar los diagramas de operaciones.
- Los software que recomiendan utilizar son: ProEngineer, Catia, SketchUp, Visio, Edraw, ProModel, Delmia Quest, NX Symens.
- Sugerencia para mejorar el laboratorio:
 - Automatizar la línea de producción.
 - Incrementar la cantidad de productos a ensamblar.
 - Diversificar los productos.
 - Mejorar las estaciones de trabajo.
 - Estandarizar las prácticas de modo electrónico.
 - Tener carrusel de material.
 - Tener ayudas visuales en monitores.
 - Actualizar el manual de prácticas de laboratorio de acuerdo al equipo disponible.

- Estrategias de aprendizaje que utilizan para realizar las prácticas de los diagramas:
 - Prácticas de campo.
 - Videos de sistemas de producción.
 - Software para dibujo de diagramas.
 - Visita a empresas.
- El 100% considera que los egresados de ingeniero industrial están bien preparados para la aplicación de la ingeniería de métodos en la industria.
- Sugerencias para formar mejores profesionistas en ingeniería de métodos:
 - Diseñar prototipos que simulen un sistema real de producción para llevar a cabo las prácticas de acuerdo a las condiciones de la línea de producción.
 - Analizar y evaluar software que se utilizan en la industria para determinar si es conveniente su aplicación en el laboratorio de prácticas o bien diseñar un sistema que se adecue al cálculo del tiempo estándar a través del cronómetro u otra técnica.
 - Elaboración de un manual de prácticas estandarizado que se pueda utilizar de manera electrónica.

De acuerdo a la entrevista a los docentes se puede observar que existe una gran similitud en los temas que se imparten, los temas que sugieren incorporar como VSM, los 7 desperdicios y takt time en el PEII se imparten en la materia de Tópicos Selectos de Ingeniería Industrial; respecto a los laboratorios de práctica estos se encuentran en condiciones semejantes, por lo tanto, se requiere de una mejora de sus líneas de producción y diversificación de productos, así como también se sugiere enseñar un software para la aplicación de la ingeniería de métodos y de hacer uso de videograbaciones para facilitar el análisis de operaciones.

4.2 Análisis de oferta educativa de Ingeniería de Métodos

4.2.1 Universidades Nacionales

Después de entrevistar a docentes que imparten las materias de Ingeniería de Métodos, se procedió a realizar un análisis comparativo entre UABC [17 y 18], Tecnológicos [15], CETYS [16], Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) [37], Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) [38], Universidad de Guadalajara (UDG) [39], los resultados se muestran en la tabla 3. Además se llevó a cabo un análisis del contenido temático que imparten de Ingeniería de Métodos, los resultados se muestran en la tabla 4 y los resultados de la materia Ingeniería de Métodos II se muestran en la tabla 5.

Tabla 3. Análisis comparativo entre Universidades

MATERIA	UABC		TECNOLÓGICOS		CETYS	UNAM
	Ingeniería de Métodos	Estudio del Trabajo	Estudio del Trabajo I	Estudio del Trabajo II	Ingeniería de Métodos	Estudio del Trabajo
HORAS CLASE	3	3	4	4	4	4
HORAS LABORATORIO	2	2	2	2	0	2
CRÉDITOS	8	8	10	10	8	10
PLAN	2007	2007	2010	2010		2005
ETAPA	Disciplinaria	Disciplinaria				
CARÁCTER	Obligatoria	Optativa	Obligatoria	Obligatoria	Obligatoria	Obligatoria
SEMESTRE	5°	6°	3°	4°	5°	5°
NO. DE PRÁCTICAS	10	6	11	3		

MATERIA	UAM				UDG		
	Estudio del Método del Trabajo	Laboratorio de Estudio del Método del Trabajo	Estudio de la Medición del Trabajo	Laboratorio de Estudio de la Medición del Trabajo	Ingeniería de Métodos de Trabajo	Ingeniería de Estándares de Trabajo	Laboratorio de Estudio del Trabajo
HORAS CLASE	3	0	3	0	5	5	0
HR. LAB	0	3	0	3	0	0	2
CRÉDITOS	6	3	6	3	13	13	3
PLAN	2013	2013	2013	2013	2003	2003	2003
ETAPA	Básico Profesional	Básica Profesional	Básica Profesional	Básica Profesional			
CARÁCTER	Obligatoria	Obligatoria	Obligatoria	Obligatoria			
NO. DE PRÁCTICAS		10		10			15

Tabla 4. Análisis comparativo de temas de Ingeniería de Métodos en diferentes Universidades

MATERIA	UABC	TECNOLÓGICOS	CETYS	UNAM	UAM	UDG
TEMAS	Ingeniería de Métodos	Estudio del Trabajo I	Ingeniería de Métodos	Estudio del Trabajo	Estudio del Método del Trabajo	Ingeniería de Métodos del Trabajo
Conceptos generales de Ingeniería de Métodos	X	X	X	X	X	X
Implementación de los nuevos métodos de trabajo	X	X	X		X	X
Organización de la Producción	X	X				
Diagramas de proceso	X	X	X	X	X	X
Diagrama de Operaciones de Procesos	X	X	X	X	X	X
Diagrama de Procesos de Flujo y de recorrido	X	X	X	X	X	X
Diagrama Hombre-Máquina y de cuadrilla	X	X	X	X	X	X
Análisis de las Operaciones	X	X	X	X	X	X
Enfoques Básicos de análisis de operaciones	X	X	X	X	X	X
Introducción al estudio de movimientos	X	X	X	X	X	X
Principios de la economía de movimientos	X	X	X	X	X	X
Diagrama bimanual	X	X	X	X	X	X
Medición del trabajo	X	X	X	X	X	X
Calculo del tiempo estándar	X	X	X	X	X	
Curva de aprendizaje	X	X		X	X	
Ergonomía			X	X	X	X
Diseño y estandarización de métodos de trabajo			X	X		X
Seguridad e Higiene			X		X	X
Técnicas de Exploración						X
Relaciones cuantitativas entre herramientas, trabajador y máquina						X

Tabla 5. Análisis Comparativo de temas de Ingeniería de Métodos II en diferentes Universidades

MATERIA	UABC	TECNOLÓGICOS	CETYS	UNAM	UAM	UDG
TEMAS	Estudio del Trabajo	Estudio del Trabajo II	Ingeniería de Métodos	Estudio del Trabajo	Estudio de la Medición del Trabajo	Ingeniería de Estándares de trabajo
Tiempos Predeterminados	X	X	X	X	X	X
Factor de Trabajo	X	X				
MTM	X	X	X	X		X
MOST	X	X	X	X		X
Muestreo de Trabajo	X	X	X	X	X	X
Balanceo de Líneas	X	X	X	X	X	X
Análisis de un Proceso Productivo	X					
Modapts		X				
Datos Estándar		X		X	X	X
Balanceo de líneas asistido por Computadora		X				
Salarios e incentivos				X	X	X
Análisis y valuación de puestos		X		X		X
Diagnóstico de productividad				X		
Componentes del tiempo estándar						X
Calificación del desempeño						X
Suplementos						X
Estándares de mano de obra indirecta y general						X
Seguimiento y aplicación de estándares						X

4.2.2 Universidades Extranjeras

Para obtener un análisis más completo se decidió investigar la oferta educativa de la disciplina en Universidades extranjeras, a continuación se muestra la información recabada, nombre de la materia y una breve descripción de su contenido temático:

Arizona State University (Estados Unidos)

Diseño y Análisis del Trabajo: planificación, análisis y diseño de métodos de llevar a cabo el trabajo. Hace hincapié en los factores humanos, la planificación del trabajo, el análisis y el diseño métodos y medición del trabajo, con aplicaciones en diversos campos. [40]

University of San Diego (Estados Unidos)

Diseño y Análisis del Trabajo: introducción a los métodos fundamentales para el análisis y el diseño de los procedimientos para llevar a cabo operaciones en el lugar de trabajo. Incluye estudio de tiempos y movimientos, mejora los métodos y el diseño del lugar de trabajo. Tres horas de conferencia y una de laboratorio semanales de tres horas. [41]

Rensselaer Polytechnic Institute (Estados Unidos)

Diseño y Análisis de Sistemas de Trabajo: análisis y diseño de trabajo y lugar de trabajo. Los temas cubiertos incluyen los sistemas hombre-máquina, la ergonomía, los sistemas de medición del trabajo, métodos y estándares, diseño de procesos, estudio de tiempo directo, los datos de tiempo estándar, sistemas de tiempo predeterminado, muestreo de trabajo, el equilibrio de carga de trabajo, y el diseño del lugar de trabajo. Análisis basado en computadora de los problemas en los sistemas de trabajo. [42]

King Saud University (Arabia Saudita)

Análisis y Diseño Trabajo: introducción al trabajo de análisis y diseño. Métodos de ingeniería, estudio de las técnicas básicas de medición del trabajo, aplicaciones y limitaciones del estudio de tiempos con cronómetro, sistemas de tiempo de movimiento pre-determinados. Incluye el tema de Lean Manufacturing. [43]

 *TOBB Universidad de Economía y Tecnología (Turquía)*

Análisis y Diseño del Trabajo: diseño de trabajo y la medición, aplicados a las industrias manufactureras y de servicios, con el fin de mejorar el rendimiento de los trabajadores, la salud y la seguridad al tiempo que mejora la productividad. Incluye el tema Análisis a través de videograbación del proceso. [44]

4.2.3 Conclusión del análisis comparativo respecto a la UABC

La disciplina de la Ingeniería de Métodos:

- Recibe diferentes nombres de acuerdo a la Universidad.
- En UABC y Tecnológicos se imparte en dos asignaturas.
- En CETYS, UNAM Universidades extranjeras se imparte en una sola materia e incluye temas concernientes a Ergonomía y Seguridad e Higiene.
- Estudio del Trabajo de la UABC es de carácter optativa y en el resto de las Universidades es obligatoria.
- La UAM imparte la disciplina en 4 asignaturas y la UDG en 3 asignaturas.
- De las escuelas extranjeras la Universidad de San Diego es la única que señala que cuenta con un laboratorio.

Los temas que no contempla Ingeniería de Métodos de la UABC son técnicas de Exploración (Gráficas de Gantt, herramientas de la calidad, etc.) pero estos temas se imparten en Control Estadístico de Procesos.

Los temas que no contempla Estudio del Trabajo de la UABC son:

- Modapts
- Datos Estándar
- Balanceo de líneas asistido por computadora
- Salarios e incentivos
- Análisis y valuación de puestos
- Diagnóstico de productividad
- Componentes del tiempo estándar

- Estándares de mano de obra indirecta y general
- Seguimiento y aplicación de estándares
- Análisis a través de videograbación del proceso
- Manufactura Esbelta

Los temas salarios e incentivos, análisis y valuación de puestos se imparten en Administración de Recursos Humanos y Manufactura Esbelta se imparte en Tópicos Selectos de Ingeniería Industrial.

4.3 Encuesta a la industria sobre la aplicación de la Ingeniería de Métodos

Para realizar el diagnóstico de los requerimientos actuales de la industria se llevó a cabo las fases del proceso estándar para encuestas por muestreo de INEGI.

Fase I. Planeación

∞ Determinación del tipo de encuesta

∞ Según sus objetivos

- ∞ Encuestas descriptivas: estas encuestas buscan reflejar o documentar las actitudes o condiciones presentes. Esto significa intentar descubrir en qué situación se encuentra una determinada población en el momento en que se realiza la encuesta.

∞ Según sus preguntas

- ∞ De respuesta abierta y cerrada

∞ Según su forma

- ∞ Por email: en estas se requiere que una determinada muestra llene un cuestionario. La encuesta es enviada por email con el acceso a un link.

∞ Definición de la temática

- ∞ Determinar los temas más relevantes que aplican actualmente de la Ingeniería de Métodos en la industria.

∞ Establecimiento de la cobertura

- ∞ La encuesta se aplicará a empresas del sector industrial de Mexicali B.C.

∞ Definición de la estrategia en general

∞ Conocer las principales necesidades de la industria respecto a la Ingeniería de Métodos, para ello se realizará una encuesta en empresas manufactureras de Mexicali para identificar las técnicas de análisis que utilizan con mayor frecuencia para la determinación de tiempo estándar, así como conocer si utilizan algún software para el análisis y si consideran que los ingenieros industriales están bien preparados en la aplicación de la Ingeniería de Métodos.

Fase II. Diseño conceptual

∞ El diseño de la encuesta se muestra en el Anexo #2.

Fase III. Diseño de la muestra

∞ Para determinar el tamaño de la muestra, se utilizó la fórmula que se muestra en la tabla 6 debido a que no se conoce con precisión el tamaño de la población, por lo tanto, con un nivel de confianza de 94% se requirió realizar 46 encuestas.

Tabla 6: Cálculo del tamaño de la muestra

$n = \frac{z^2 pq}{E^2}$		n = tamaño de la muestra z = nivel de confianza p = variabilidad positiva q = variabilidad negativa E = porcentaje de error				
		Nivel de confianza	z	p	q	E
	94%	1.56	.5	.5	.12	46

Fase IV. Diseño de la captación y procesamiento

∞ Captación: se utilizó la base de datos de los egresados de la UABC de Ingeniería Industrial y la base de datos de empresas industriales vinculadas con la UABC.

∞ Procesamiento: la encuesta se realizó del 16 de Septiembre al 3 de Octubre de 2013 mediante el formato de google docs y se envió a través del link:

<https://docs.google.com/forms/d/1TlwaLAHdq12-p-vn3GeQqFePjlm1PuIcUOJ52pGao0/viewform>

Fase V. Presentación de resultados

A continuación se muestran los resultados obtenidos a través de la aplicación de la encuesta:

I. Años de Experiencia:

- Mínimo: 1 año
- Máximo: 20 años
- Promedio: 5 años

II. Nombre de la empresa en la que labora:

- Amphenol TCS
- Carefusion
- CCN Group México
- Cooper Industries
- Dataproducts
- DHL Supply Chain
- GKN Aerospace
- Global Mechanical
- Gulfstream Aerospace
- Honeywell Turbo Technologies
- Karel Manufacturing
- Kenworth Mexicana
- Manufacturing Solutions de Mexico
- Newell Rubbermaid
- Placas Termodinámicas, Triumph Interiors Aircraft Company

- Recursos Interactivos La Moderna
- SABRITAS S.A. DE R.L.
- Servicios Tresmontes Lucchetti SA de CV
- Skyworks Solutions de Mexico
- Spectrum Brands
- Suntek
- TIMSA, Tecnologías Internacionales de Manufactura.
- UTC Aerospace Systems
- VALUTECH
- Wabash Technologies

III. Puesto que desempeña:

- Asociado de Mejora Continua
- Buyer Sr.
- Coordinador de Calidad
- Coordinador del Sistema de Producción PACCAR
- Customer Service Representative
- Ing. de Manufactura Sr
- Ing. de Proyectos
- Ing. de Soporte a Proyectos
- Ing. Industrial
- Ingeniero Analista de PPAP
- Ingeniero de Calidad
- Ingeniero de Manufactura
- Ingeniero de Manufactura Esbelta
- Ingeniero de Manufactura y Calidad
- Ingeniero de Mejora Continua
- Ingeniero de Planeación
- Ingeniero de Procesos
- Ingeniero de Procesos Sr.
- Representante de Negocios

- Supervisor de Operaciones
- Supervisor de Producción

IV. ¿Aplica la Ingeniería de Métodos en la industria?

En la figura 15 se muestra que el 89% de los encuestados ha aplicado la ingeniería de métodos en la industria.

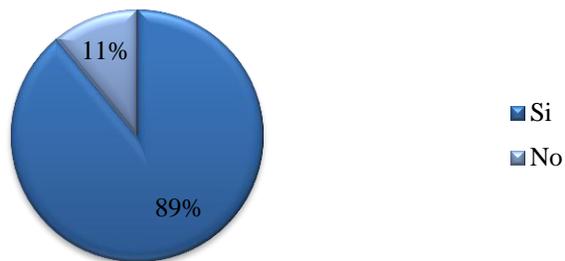


Fig. 15. ¿Aplica la Ingeniería de Métodos en la industria?

V. ¿Aplica la Ingeniería de Métodos en la industria?

En la figura 16 se muestra que el 89% de los encuestados, en la empresa que laboran tienen egresados de Ingeniería Industrial laborando en el área de producción.

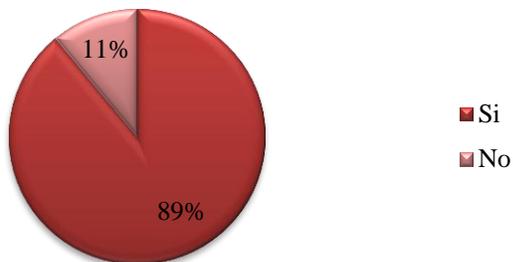


Fig. 16. ¿Tienen egresados de Ingeniería Industrial en su empresa laborando en el área de producción?

VI. ¿En qué porcentaje son satisfactorios sus resultados en la aplicación de la Ingeniería de Métodos en la empresa?

En la figura 17 se muestra que el 48% de los encuestados ha obtenido resultados satisfactorios de entre 71 a 90% en la aplicación de la ingeniería de métodos en la industria.

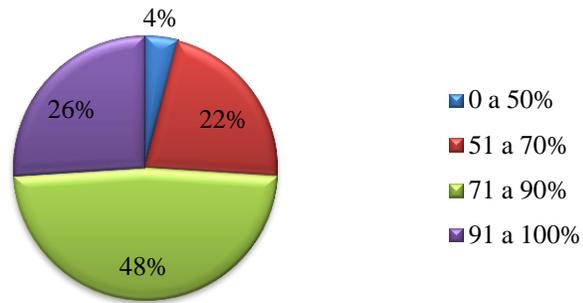


Fig. 17. ¿En qué porcentaje son satisfactorios sus resultados en la aplicación de la Ingeniería de Métodos en la empresa?

VII. ¿Con qué frecuencia utiliza el Análisis de Operaciones?

En la figura 18 se muestra que el 41% de los encuestados utiliza el análisis de operaciones muy frecuentemente.

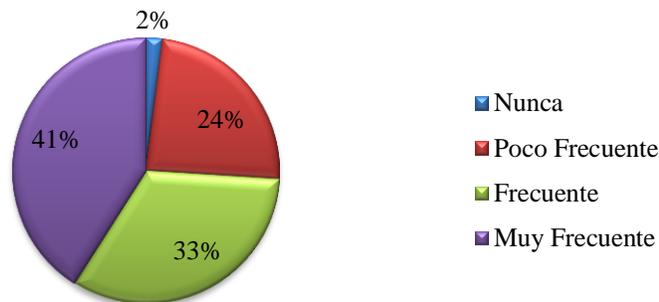


Fig. 18. Análisis de operaciones

VIII. ¿Con qué frecuencia utiliza el Estudio de Movimientos?

En la figura 19 se muestra que el 33% de los encuestados utiliza poco el estudio de movimientos.

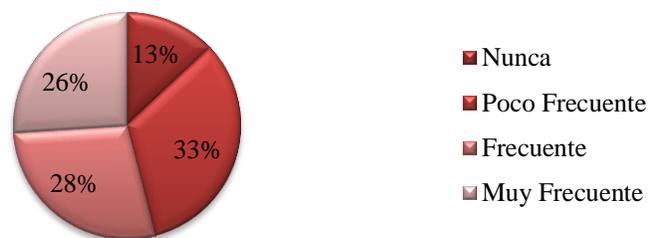


Fig. 19. Estudio de movimientos

IX. ¿Con qué frecuencia utiliza el Estudio de Tiempos?

En la figura 20 se muestra que el 44% de los encuestados utiliza el estudio de tiempos muy frecuentemente.

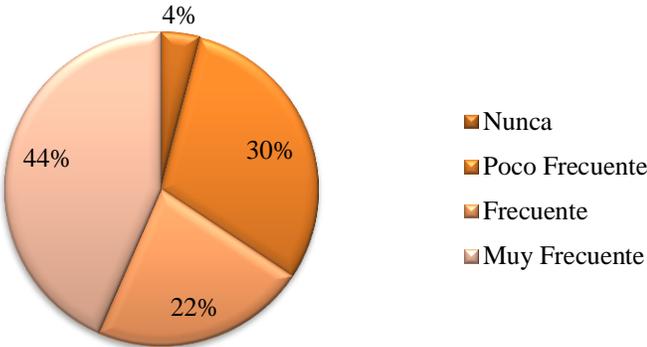


Fig. 20. Estudio de tiempos

X. ¿Con qué frecuencia utiliza la Curva de Aprendizaje?

En la figura 21 se muestra que el 58% de los encuestados utiliza poco la curva de aprendizaje.

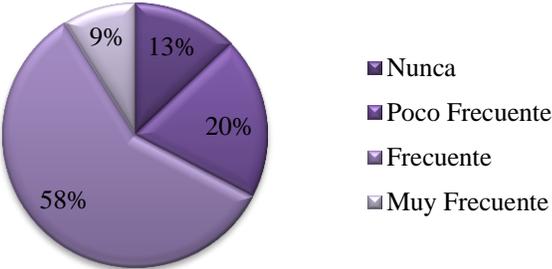


Fig. 21. Curva de aprendizaje

XI. ¿Con qué frecuencia utiliza Datos y fórmulas estándar?

En la figura 22 se muestra que el 43% de los encuestados utiliza frecuentemente datos y fórmulas estándares.

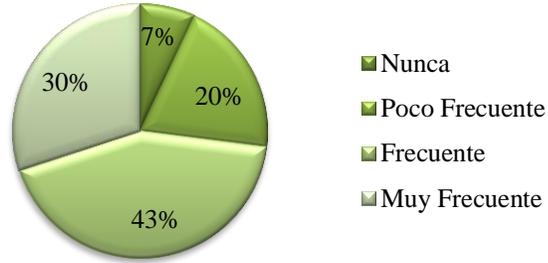


Fig. 22. Datos y fórmulas estándar

XII. ¿Con qué frecuencia utiliza Balanceo de Líneas?

En la figura 23 se muestra que el 39% de los encuestados utiliza muy frecuentemente el balanceo de líneas.

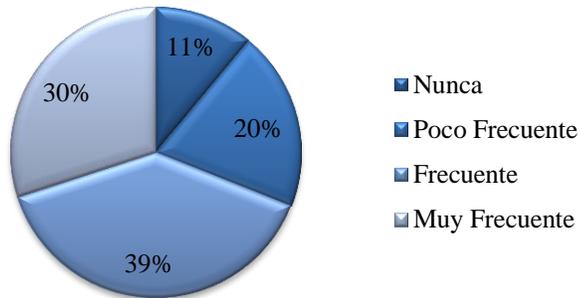


Fig. 23. Balanceo de línea

XIII. ¿Con qué frecuencia utiliza Análisis y valuación de puestos?

En la figura 24 se muestra que el 41% de los encuestados utiliza poco el análisis y valuación de puestos.

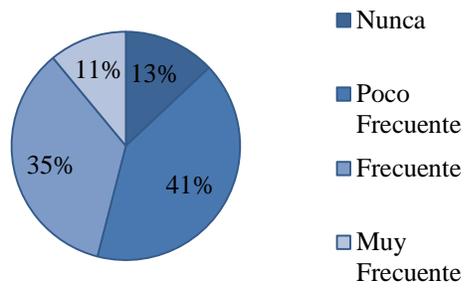


Fig. 24. Análisis y valuación de puestos

XIV. ¿Con qué frecuencia utiliza valoración del ritmo de trabajo?

En la figura 25 se muestra que el 39% de los encuestados utiliza poco la valoración del ritmo de trabajo.

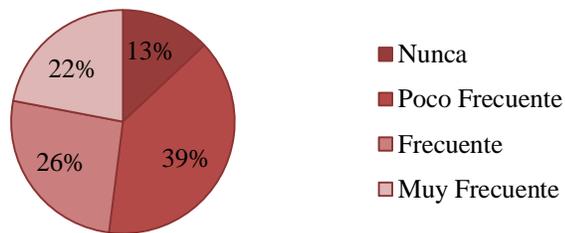


Fig. 25. Valoración del ritmo de trabajo

XV. ¿Para el análisis de operaciones con qué frecuencia utiliza el diagrama Hombre-Máquina?

En la figura 26 se muestra que el 33% de los encuestados nunca utiliza el diagrama hombre-máquina.

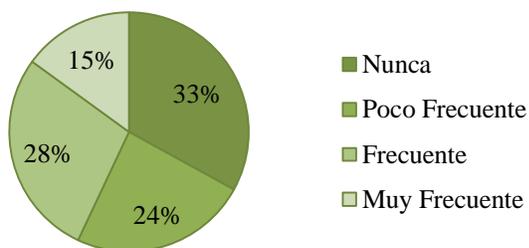


Fig. 26. Hombre máquina

XVI. ¿Para el análisis de operaciones con qué frecuencia utiliza el diagrama de procesos de flujo?

En la figura 27 se muestra que el 51% de los encuestados utiliza muy frecuentemente el diagrama de procesos de flujo.

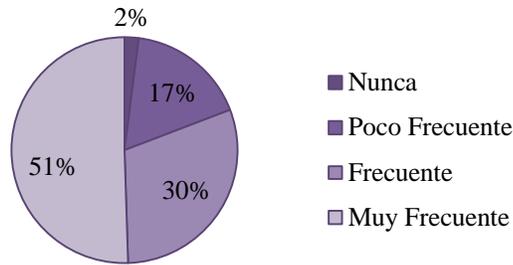


Fig. 27. Diagrama de Procesos de Flujo

XVII. ¿Para el análisis de operaciones con qué frecuencia utiliza el diagrama de operaciones?

En la figura 28 se muestra que el 44% de los encuestados utiliza frecuentemente el diagrama de operaciones.

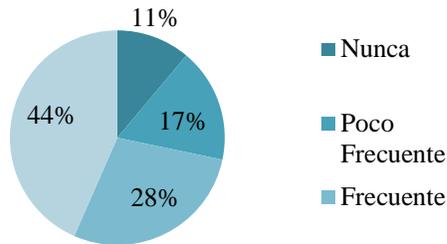


Fig. 28. Diagrama de Operaciones

XVIII. ¿Para el análisis de operaciones con qué frecuencia utiliza el diagrama de recorrido?

En la figura 29 se muestra que el 37% de los encuestados utiliza frecuentemente el diagrama de recorrido.

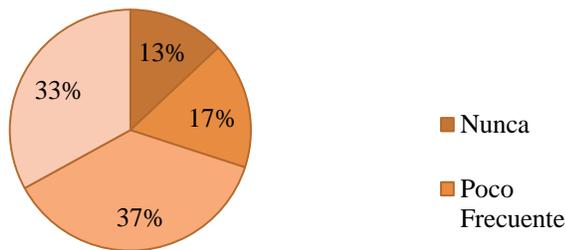


Fig. 29. Diagrama de Recorrido

XIX. ¿Para el análisis de operaciones con qué frecuencia utiliza el diagrama de bimanual?

En la figura 30 se muestra que el 52% de los encuestados nunca utiliza diagrama bimanual.

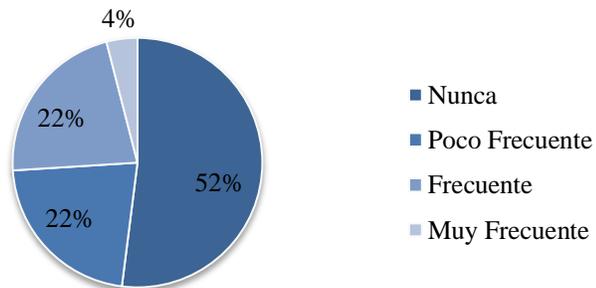


Fig. 30 Diagrama Bimanual

XX. Utiliza algún otro diagrama que no se haya señalado anteriormente:

En la figura 31 se muestra que solo el 24% de los encuestados utiliza otros diagramas.

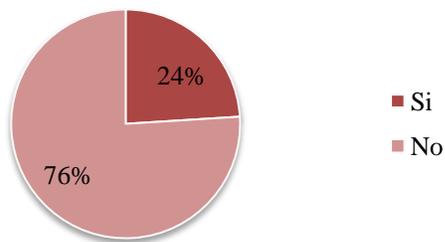


Fig. 31 Utiliza algún otro diagrama que no se haya señalado anteriormente.

XXI. ¿Cuál diagrama?

- 5 ¿por qué?
- Diagrama de causa-efecto para el análisis de ritmos de trabajo.
- Análisis de modo de efecto y falla (FMEA)
- Mapeo del proceso (VSM)
- Pareto
- SCS (Standard Combination Sheet)
- SIPOC

XXII. ¿Para el cálculo del tiempo estándar con qué frecuencia utiliza la técnica registros históricos de producción?

En la figura 32 se muestra que el 38% de los encuestados utiliza frecuentemente los registros históricos de producción.

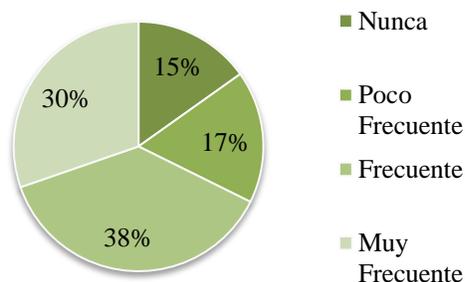


Fig. 32. Registros históricos de producción

XXIII. ¿Para el cálculo del tiempo estándar con qué frecuencia utiliza la técnica del uso de cronómetro?

En la figura 33 se muestra que el 47% de los encuestados utiliza frecuentemente el cronómetro.

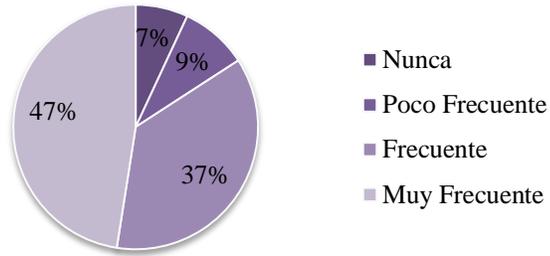


Fig. 33. Cronómetro

XXIV. ¿Para el cálculo del tiempo estándar con qué frecuencia utiliza la técnica de Muestreo de Trabajo?

En la figura 34 se muestra que el 40% de los encuestados utiliza muy frecuentemente el muestreo de trabajo.

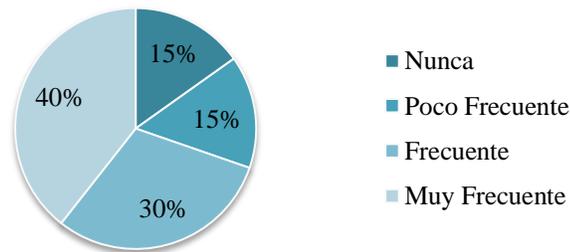


Fig. 34. Muestreo de Trabajo

XXV. ¿Para el cálculo del tiempo estándar con qué frecuencia utiliza la técnica de MTM?

En la figura 35 se muestra que el 40% de los encuestados nunca utiliza el MTM.

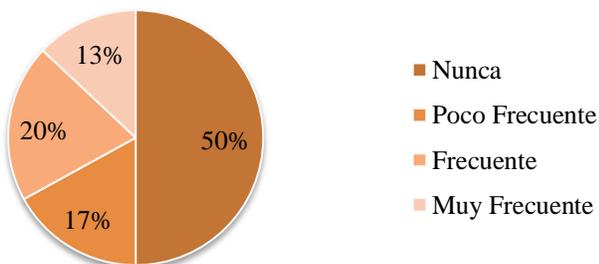


Fig. 35. MTM

XXVI. ¿Para el cálculo del tiempo estándar con qué frecuencia utiliza la técnica de MOST?

En la figura 36 se muestra que el 48% de los encuestados nunca utiliza el MOST.

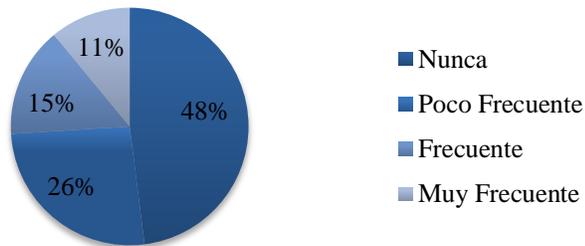


Fig. 36. MOST

XXVII. ¿Utiliza alguna otra técnica que no se haya señalado anteriormente?

En la figura 37 se muestra que sólo el 7% de los encuestados utiliza otra técnica.

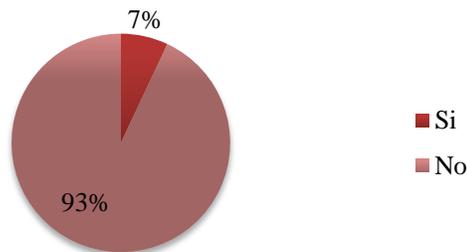


Fig. 37. Utiliza alguna otra técnica que no se haya señalado anteriormente.

XXVIII. ¿Cuál técnica?

- Grabar la operación
- Complexity
- Line Balancing Tool
- Mezclas de Producción
- VSM

XXIX. ¿Califica la actuación el operador (habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia) para determinar el tiempo estándar?

En la figura 38 se muestra que el 67% si califica la actuación del operador.

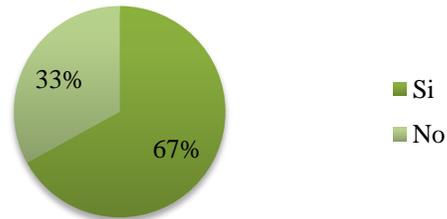


Fig. 38. ¿Califica la actuación del operador (habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia) para determinar el tiempo estándar?

XXX. Si su respuesta es Sí, ¿utiliza la tabla de Westinghouse?

En la figura 39 se muestra que el 83% no utiliza la tabla de Westinghouse para calificar la actuación del trabajador.

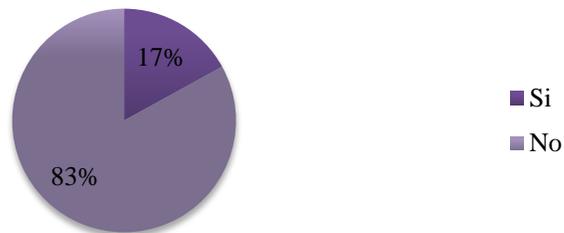


Fig. 39. Si su respuesta es Sí, ¿Utiliza la tabla de Westinghouse?

XXXI. Si su respuesta es No, ¿cuál es el motivo?

En la figura 40 se muestra que el 35% no utiliza la tabla de Westinghouse para calificar la actuación del trabajador por no tener tiempo para realizar un estudio completo.

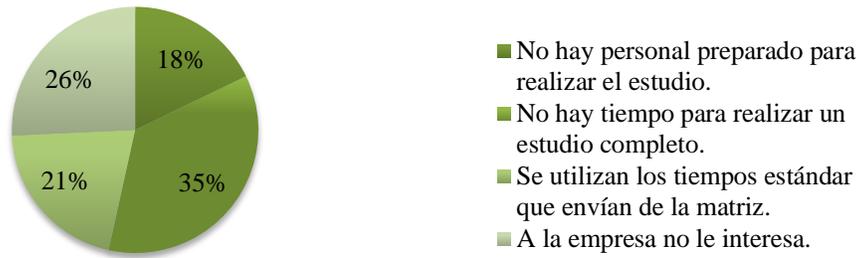


Fig. 40 Si su respuesta es No, ¿Cuál es el motivo?

XXXII. ¿Determina los factores de fatiga o suplementos del operador para calcular el tiempo estándar?

En la figura 41 se muestra que el 61% determina los factores de fatiga para calcular el tiempo estándar.

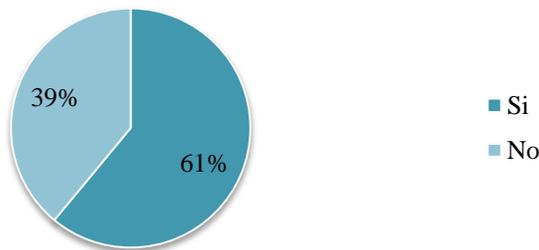


Fig. 41. ¿Determina los factores de fatiga o suplementos del operador para calcular el tiempo estándar?

XXXIII. Si su respuesta es Sí, ¿utiliza la tabla de fracción de tolerancia?

En la figura 42 se muestra que el 59% no utiliza la tabla de fracción de tolerancias.

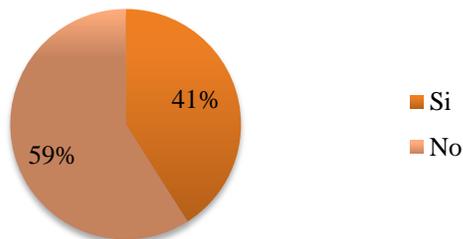


Fig. 42. Si su respuesta es Sí, ¿utiliza la tabla de fracción de tolerancia?

XXXIV. Si su respuesta es No, ¿utiliza la tabla de fracción de tolerancia?

En la figura 43 se muestra que el 36% no utiliza la tabla de fracción de tolerancias por falta de tiempo para realizar un estudio completo.



Fig. 43. Si su respuesta es No, ¿Cuál es el motivo?

XXXV. Utiliza un software para la aplicación de la ingeniería de métodos?

En la figura 44 se muestra que el 83% no utiliza ningún software para la aplicación de la ingeniería de métodos y sólo el 17% utiliza software.

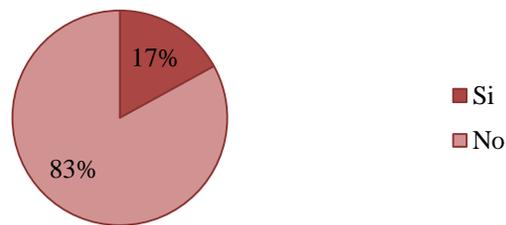


Fig. 44. ¿Utiliza un software para la aplicación de la ingeniería de métodos?

XXXVI. ¿Cuál software utiliza?

- Diseños propios en Excel

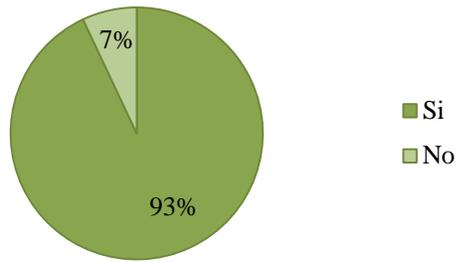


Fig. 45. ¿Considera importante que los alumnos aprendan el uso de un software aplicado a la ingeniería de métodos?

XXXVII. ¿Ha utilizado la simulación de procesos para el análisis de operaciones?

En la figura 46 se muestra que el 83% no ha utilizado la simulación de procesos para el análisis de operaciones.

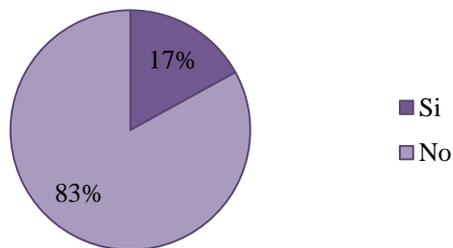


Fig. 46. ¿Ha utilizado la simulación de procesos para el análisis de operaciones?

XXXVIII. Si su respuesta es Sí, ¿cuál programa ha utilizado?

- Arena
- ProModel

4.3.1 Conclusión de las Encuestas

- El 89% de los encuestados aplica la Ingeniería de Métodos en la industria
- El 89% tienen egresados de Ingeniería Industrial en su empresa laborando en el área de producción.
- Del 71% al 90% son satisfactorios sus resultados en la aplicación de la Ingeniería de Métodos en el 48% de las empresas.
- En la tabla 7 se muestra la frecuencia con la que utilizan las herramientas de ingeniería de métodos:

Tabla 7. Frecuencia de uso de las herramientas de Ingeniería de Métodos.

Muy Frecuente	Frecuente	Poco Frecuente	Nunca
<ul style="list-style-type: none">• Análisis de Operaciones• Estudio de Tiempos• Diagrama de procesos de flujo• Diagrama de Operaciones	<ul style="list-style-type: none">• Curva de Aprendizaje• Datos y fórmulas estándar• Balanceo de línea• Diagrama de Recorrido	<ul style="list-style-type: none">• Estudio de Movimientos• Valoración y ritmo de trabajo• Análisis y valuación de puestos	<ul style="list-style-type: none">• Diagrama Hombre-Máquina• Diagrama Bimanual

- Otros diagramas que utilizan:
 - 5 ¿por qué?
 - Diagrama de causa-efecto para el análisis de ritmos de trabajo.
 - Análisis de modo de efecto y falla (FMEA)
 - Mapeo del proceso (VSM)
 - Pareto
 - SCS (Standard Combination Sheet)
 - SIPOC

Estos temas se imparten en otras materias como Tópicos Selectos de Ingeniería Industrial y Tópicos de Calidad.

- En la tabla 8 se muestra la frecuencia con la que utilizan las técnicas para el cálculo del tiempo estándar:

Tabla 8. Frecuencia de uso de las técnicas de cálculo del tiempo estándar.

Técnica	Frecuencia
Cronómetros	Muy frecuente
Muestreo de Trabajo	Muy frecuente
Registros Históricos	Frecuente
MTM	Nunca
MOST	Nunca

- El 48% utiliza el cronómetro para el cálculo del tiempo estándar.
- Otras técnicas utilizadas para el cálculo del tiempo estándar: grabar las operaciones y elaborar un value stream map.
- El 67% califica la actuación del operador (habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia) para determinar el tiempo estándar, pero no utilizan la tabla de Westinghouse ni la tabla de la fracción de las tolerancias, por no tener tiempo para realizar un estudio completo.
- El 83% no utiliza un software para la aplicación de la ingeniería de métodos, solo diseños propios en Excel.
- El 93% considera importante que los alumnos aprendan el uso de un software aplicado a la ingeniería de métodos.
- El 83% no ha utilizado la simulación de procesos para el análisis de operaciones y el 17% ha utilizado ProModel y Arena.

4.4 Aplicación del Despliegue de la Función de Calidad (QFD)

Se aplicó la metodología de QFD para escuchar la voz del cliente, es decir la industria, con respecto al proveedor que en este caso corresponde a las Universidades que ofertan la carrera:

Objetivo

Determinar las características más importantes que debe tener la disciplina de Ingeniería de Métodos para la industria.

Atributos del cliente ¿Qué?

- Análisis de Operaciones
- Estudio de tiempos
- Estudio de movimientos
- Determinación del tiempo estándar a través del uso de cronómetro.
- Determinación del tiempo estándar a través de muestreo de trabajo.
- Técnica más rápida para realizar el estudio de tiempos
- Elaboración de VSM
- Determinación de Takt time
- Uso de software aplicado a la IM
- Uso de la simulación en la IM

Características Técnicas ¿Cómo?

- Análisis de Operaciones
- Diagramas
- Estudio de tiempos
- Estudio de movimientos
- Tiempo estándar
- Tiempos predeterminados
- Muestreo de trabajo
- Balanceo de líneas

En la figura 47 se muestra el estudio de QFD y en la tabla 9 se encuentra la evaluación competitiva de las Universidades: CETYS, ITM y UABC.

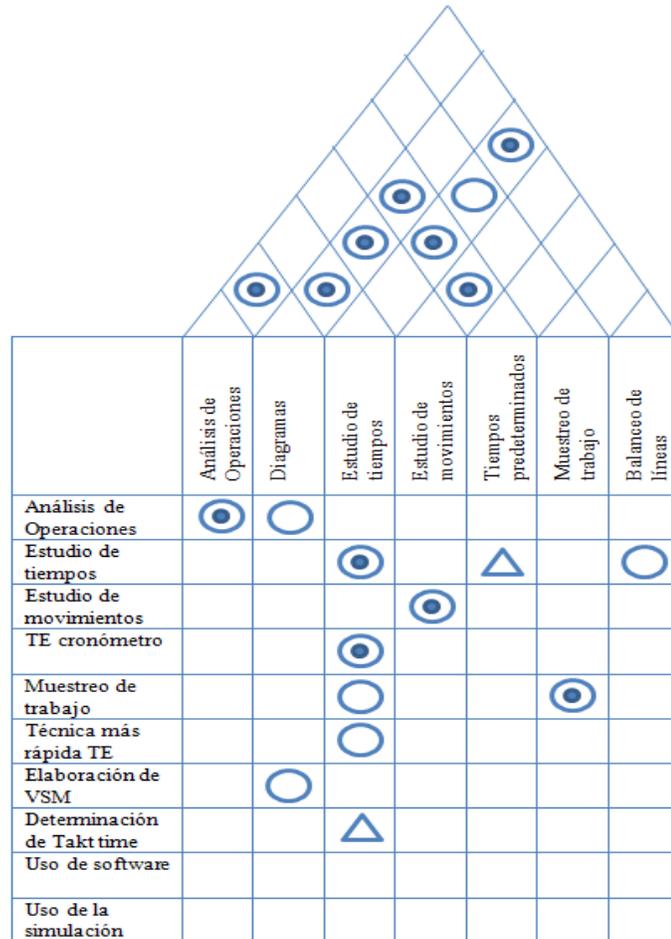


Fig. 47. Estudio de QFD para identificar los requerimientos de la industria

Tabla 9. Evaluación Competitiva

	Universidades						Evaluación más allá					
	UABC	ITM	CETYS	UNAM	UAM	UDG	0	1	2	3	4	5
Análisis de Operaciones	5	5	3	3	5	4						●
Estudio de tiempos	5	5	3	3	5	4						●
Estudio de movimientos	5	5	3	3	5	4						●
TE cronómetro	5	5	3	3	5	4						●
Muestreo de trabajo	5	5	3	3	5	4						●
Técnica más rápida TE	3	3	3	3	3	3				●		
Elaboración de VSM	0	0	0	0	0	0	●					
Determinación de Takt time	3	3	3	3	3	3			●			
Uso de software	0	0	0	0	0	0	●					
Uso de la simulación	0	0	0	0	0	0	●					

4.4.1 Conclusión del QFD

Existe una fuerte correlación en la mayoría de los temas que se imparten en las Universidades, pero hay una correlación débil en la elaboración de VSM y la determinación del takt time.

El value stream map o mapa de flujo de valor contiene todas las acciones (tanto las que agregan y no agregan valor) requeridas para producir un producto: desde la materia prima, hasta llegar a las manos del cliente, se enfoca más al flujo de la producción y es una herramienta cualitativa que describe a detalle cómo debe operar la empresa para crear valor. [45]

El takt es una palabra en alemán que significa “ritmo”, el takt time marca el ritmo de lo que el cliente está demandando, al cual la compañía requiere producir su producto con el fin de satisfacerlo. Producir con el takt time significa que los ritmos de producción y de ventas están sincronizados. [45]

El VSM y el takt time son herramientas fundamentales en la aplicación de la manufactura esbelta, filosofía que se imparte en Tópicos Selectos de Ingeniería Industrial pero parte fundamental para realizar el mapeo o determinar el takt time es el conocimiento previo que se imparte en Ingeniería de Métodos donde el estudiante aprende sobre el análisis de operaciones, la elaboración de diagramas de operaciones, el estudio de tiempos y la determinación de tiempo estándar para determinar la capacidad de producción, por lo tanto, no se considera necesario incluir estos temas dentro de la disciplina de la Ingeniería de Métodos.

Otro de los resultados es que existe una nula correlación en el uso de software y de la simulación para el análisis de operaciones. Además de que se requiere una técnica más rápida para realizar el estudio de tiempos, debido a que en la industria no tienen tiempo suficiente para realizar el estudio completo.

De acuerdo al análisis y resultados del QFD, se definieron las siguientes metas:

- Identificar un software para la aplicación de la Ingeniería de Métodos.
- Promover el uso de la simulación en los estudiantes para el análisis de operaciones.
- Establecer una metodología más sencilla para el estudio de tiempos para que se lleve a cabo completamente.

4.5 Aplicación de Benchmarking

Se utilizó el benchmarking a través de 10 pasos para determinar el nuevo modelo de aplicación de la Ingeniería de Métodos, basado en la información recopilada en este análisis experimental y se llevó a cabo a través del caso de estudio en el Programa Educativo de Ingeniería Industrial de la UABC como base de referencia para otras universidades:

1. Decidir qué proceso se desea mejorar a través de la identificación del área de oportunidad más importante del negocio

Los estudiantes al término de su carrera deben realizar el examen EGEL-IINDU (Examen General para el Egreso de la Licenciatura en Ingeniería Industrial) como requisito para su titulación. El EGEL-IINDU es una prueba de cobertura nacional que está organizada en diferentes áreas y subáreas, integradas por temas relacionados con los conocimientos y habilidades que requiere poseer el egresado en Ingeniería Industrial para iniciarse en el ejercicio profesional.

El Ceneval una asociación civil que ofrece, desde 1994, servicios de evaluación a cientos de escuelas, universidades, empresas, autoridades educativas, organizaciones de profesionales y de otras instancias particulares y gubernamentales. Su actividad principal es el diseño y la aplicación de instrumentos de evaluación. Su misión consiste en proveer información confiable sobre los aprendizajes que logran los estudiantes de distintos niveles educativos.

Actualmente el PEII está realizando una reestructuración de las materias y contenido académicos a nivel estatal, el cual está basado en las líneas de conocimiento de CENEVAL:

1. Estudio del trabajo.

- a. Ingeniería de métodos.
- b. Estudio de tiempos.
- c. Sustentabilidad de procesos.
- d. Higiene y seguridad.

2. Administración de operaciones en la cadena de suministro.

- a. Modelos de pronósticos.
- b. Planeación de capacidad.
- c. Administración de inventarios.
- d. Administración de la producción.
- e. Logística.

3. Formulación y evaluación de proyectos.

- a. Análisis del mercado.
- b. Estudio del producto.
- c. Estudio de factibilidad del proyecto.
- d. Análisis de la viabilidad de los proyectos.

4. Sistemas productivos.

- a. Ingeniería de procesos.
- b. Diseño de instalaciones.
- c. Factores de productividad.
- d. Procesos de manufactura convencionales.
- e. Automatización de la producción.
- f. Sistemas de manejo de materiales.
- g. Sistemas de mantenimiento.

5. *Gestión industrial.*

- a. Planeación estratégica.
- b. Gestión ambiental.
- c. Administración del capital humano.
- d. Certificación de la calidad.
- e. Control estadístico de proceso.

Al analizar cada una de ellas en el campus Mexicali surgió la inquietud de analizar las necesidades actuales de la industria respecto a la aplicación de la Ingeniería de Métodos para incorporarlas a los planes de estudio, o enfatizar las técnicas que más se utilizan, otra de las razones que origino esta investigación es el uso recurrente de la bibliografía básica del autor Benjamin Niebel que desde 1970 fecha en qué se publicó la primer edición del libro Ingeniería Industrial, métodos, estándares y diseño del trabajo, ha sido fundamental para la ingeniería de métodos y solo ha tenido pequeñas actualizaciones a través de sus ediciones, de las cuales la última fue la duodécima edición en 2009.

2. *Identificar qué organizaciones ofrecen Ingeniería Industrial*

En Baja California la licenciatura de Ingeniería Industrial se oferta también en el Instituto Tecnológico de Mexicali (ITM) y en el Centro de Enseñanza Técnica y Superior (CETYS).

En CETYS Universidad solo se imparte la materia Ingeniería de Métodos, en el quinto semestre, durante cuatro horas teóricas por semana, no cuentan con horas de laboratorio, los temas que se imparten están relacionados a Ergonomía, Ingeniería de Métodos I y II, en un nivel muy general y no cuentan con un manual de prácticas, solo realizan al termino del semestre una práctica de balanceo de líneas de un robot en una línea de producción no automatizada. Por lo tanto, se determinó que está institución no contribuye a la investigación.

En ITM se imparte la Ingeniería de Métodos a través de las materias Estudio del Trabajo I y II en tercer y cuarto semestre respectivamente, durante cuatro horas clase y dos horas de laboratorio y trabajan con un manual de prácticas.

3. Planear la investigación

Se designó un maestro coordinador de la línea de conocimiento de Estudio del Trabajo en los campus Tecate, Valle de Palmas, Tijuana, Ensenada y Mexicali, su función consistió en reunir a los maestros que imparten las materias de Ingeniería de Métodos y Estudio del Trabajo en cada uno de los campus en un ambiente de trabajo colaborativo para mejorar esta línea de conocimiento, a través del análisis de los temas que se imparten, bibliografía utilizada y lo que ofrecen en otras instituciones de prestigio para generar una lista de temas de la unidad de aprendizaje.

4. Determinar las diferencias con respecto a los otros PEII

Se llevó a cabo una reunión en el campus de Valle de Palmas para homologar las cartas descriptivas del programa educativo en el Estado y a través de una mesa de trabajo se analizaron cada una de las propuestas para generar una sola lista de temas propuestos, para identificar los temas en común y determinar si los temas diferentes eran básicos para el desarrollo de la materia.

En la materia de Ingeniería de Métodos solo se propusieron cambios en la secuencia de los temas y a la materia Estudio del Trabajo se acordó que llevará el nombre de Ingeniería de Métodos II y se agregaron dos unidades: datos y fórmulas estándar y análisis y valuación de puestos de acuerdo a los requerimientos de EGEL y ABET. Además se propuso que esta materia fuese de carácter obligatorio.

5. Proyectar niveles de desempeño futuro

Se realizó la propuesta del contenido temático de la unidad de aprendizaje de Ingeniería de Métodos I y II.

6. Comunicar los resultados de la investigación y buscar la aceptación de los cambios propuestos

Cada maestro coordinador compartió dicha información con los maestros de cada campus para su aprobación.

7. Revisar las metas de desempeño

Una vez aprobada la propuesta en cada campus, se designó la elaboración de la carta descriptiva al campus Tijuana quienes se encargaron del desarrollo de competencias y evidencias de desempeño de acuerdo al análisis de la mesa de trabajo en Valle de Palmas y compartiendo la carta descriptiva a cada maestro coordinador para su aprobación.

En el Anexo #3 se muestra la propuesta de la carta descriptiva de Ingeniería de Métodos I y en el Anexo #4 se muestra la propuesta de la carta descriptiva de Ingeniería de Métodos II.

8. Desarrollar el plan de implementación

El nuevo plan de estudios de Ingeniería Industrial se presentó en Rectoría para su análisis y posteriormente lo turnará al Consejo Universitario, quien a su vez lo turnan a la Comisión de Estudios Técnicos quienes determinan si requiere de modificaciones, si los resultados son satisfactorios se turna de nuevo al Consejo Universitario, para que se dictamine su aprobación, de tal manera que se pueda llevar a la práctica en el semestre 2015-2.

9. Poner en práctica las acciones y monitorear su avance

Poner en práctica la nueva carta descriptiva y monitorear su desarrollo a través del reporte de avance en los contenidos temáticos por materia los cuáles son supervisados por el coordinador del área de producción del PEII.

10. Revisar continuamente los indicadores de otras empresas

Revisar la nueva bibliografía disponible y los contenidos temáticos de otras instituciones de prestigio con el objetivo de incorporar algunas otras ideas de cambios que promuevan la mejora continua de la unidad de aprendizaje, así como mejorar la vinculación con la industria para mantener una actualización de la disciplina.

En la figura 48 se muestra un resumen de las actividades realizadas a través de los 10 pasos de la aplicación de benchmarking para el contenido temático.

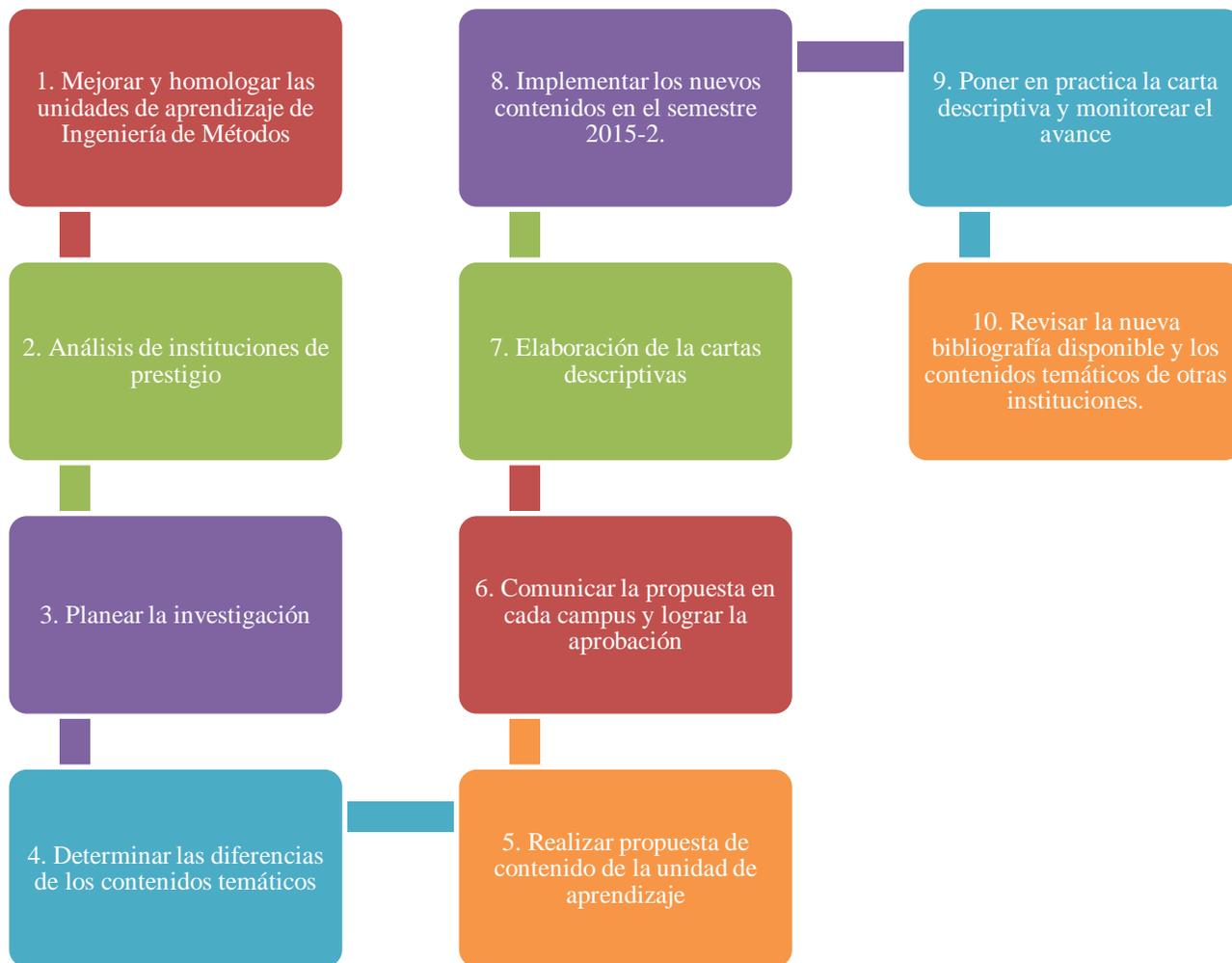


Fig. 48. Aplicación de Benchmarking en el área de Ingeniería de Métodos

4.6 Análisis de software propuestos para la Ingeniería de Métodos

Con los resultados de la entrevista a docentes y la encuesta a la industria, se identificaron los siguientes software propuestos para la aplicación de la Ingeniería de Métodos:

- ❖ **ProEngineer:** es un software producto de diseño, fabricación e ingeniería asistida por computadora. Una de las fortalezas de este software es la implementación de una suite para diseño mecánico, análisis de comportamiento (esfuerzos, térmicos, fatiga, eléctrico) y creación de archivos para la fabricación asistida por computadora. [46]
- ❖ **Catia:** es un programa informático de diseño, fabricación e ingeniería asistida por computadora comercial. El programa está desarrollado para proporcionar apoyo desde la concepción del diseño hasta la producción y el análisis de productos. [47]
- ❖ **SketchUp:** es un programa de diseño gráfico y modelado en (3D) tres dimensiones basado en caras. Para entornos de arquitectura, ingeniería civil, diseño industrial, diseño escénico, GIS, videojuegos o películas. [48]
- ❖ **Visio:** hace fácil la creación de diagramas tanto para capturar rápidamente un diagrama de flujo que ha aportado en un pizarrón, asignar una red informática, crear un organigrama, documentar un proceso de negocio o dibujar un plano de planta. [49]
- ❖ **Edraw Mind Map:** programa basado en vectores que ofrece plantillas y ejemplos que ayudan en la creación de mapas mentales, diagramas de lluvia de ideas, líneas de tiempo para proyectos, análisis FODA y más. [50]
- ❖ **ProModel:** simulador con animación para computadoras personales. Permite simular cualquier tipo de sistemas de manufactura, logística, manejo de materiales, etc. [35]

- ✧ **Delmia Quest:** es un entorno digital 3D para la simulación de flujo del proceso y el análisis, la precisión y la rentabilidad, basado en objetos y un entorno de simulación de eventos. [51]

- ✧ **NX Symens:** ofrece soluciones avanzadas para el diseño conceptual, el modelado 3D y la documentación; simulaciones multidisciplinarias para aplicaciones estructurales, de movimiento, térmicas, de flujo y de optimización y soluciones completas de manufactura de partes para inspecciones de herramientas, maquinaria y calidad. [52]

- ✧ **Arena:** software para la simulación de eventos discretos y automatización de procesos de negocio. El usuario construye un experimento modelo mediante la colocación de módulos que representan procesos. [53]

- ✧ **Excel:** es una aplicación distribuida por Microsoft Office para hojas de cálculo que permite a los usuarios elaborar tablas y formatos que incluyan cálculos matemáticos mediante fórmulas; las cuales pueden usar “operadores matemáticos” como son: + (suma), - (resta), * (multiplicación), /(división) y ^ (exponenciación); además de poder utilizar elementos denominados “funciones” (especie de fórmulas, pre-configuradas), así mismo, es útil para gestionar “Listas” o “Bases de Datos”; es decir agrupar, ordenar y filtrar la información. [54]

- ✧ **Timer Pro Professional:** ofrece una aplicación para realizar estudios de tiempo, permite agregar datos de cabecera para identificar los protocolos, datos y notas adicionales de observación para captar todos los detalles del estudio. [55]

4.6.1 Conclusión del análisis comparativo de software

Una de las áreas principales de la Ingeniería de Métodos es el análisis de operaciones para lo cual se puede hacer uso de software que faciliten el análisis a través de simulación de procesos industriales, diseño de plantillas o elementos que permitan simplificar el proceso, elaboración de diagramas de operación y estudio de tiempos.

En la tabla 10 se muestran cada uno de los software analizados anteriormente clasificados por enfoque de uso:

Tabla 10. Software para la aplicación de la Ingeniería de Métodos

Simulación	Diseño	Elaboración de Diagramas	Estudio de tiempos
<ul style="list-style-type: none">• ProModel• Arena• Delmia Quest• NX Symens	<ul style="list-style-type: none">• ProEngineer• Catia• SketchUp	<ul style="list-style-type: none">• Visio• Edraw	<ul style="list-style-type: none">• Excel (diseños propios)• Timer Pro Professional

CAPÍTULO V. MODELO DE INGENIERÍA DE MÉTODOS

De acuerdo a los resultados del análisis experimental se determinó el modelo para la aplicación de la Ingeniería de Métodos desde la perspectiva actual de la industria, el cual consiste en la definición del contenido temático para la disciplina, se propone la aplicación de un sistema para realizar estudio de tiempos de una manera más precisa y completa, un sistema interactivo para la aplicación de MTM, el uso de la simulación para el análisis de operaciones y el balanceo de líneas y se recomienda el uso de un software utilizado en la industria.

5.1 Modelo para la aplicación de la Ingeniería de Métodos

El modelo consiste en el establecimiento de los temas importantes para esta disciplina y hace énfasis en 4 áreas primordiales: el análisis de operaciones, el estudio de tiempos y movimientos y el balanceo de líneas e incluye herramientas de apoyo que permiten facilitar el conocimiento de la disciplina (ver figura 49).

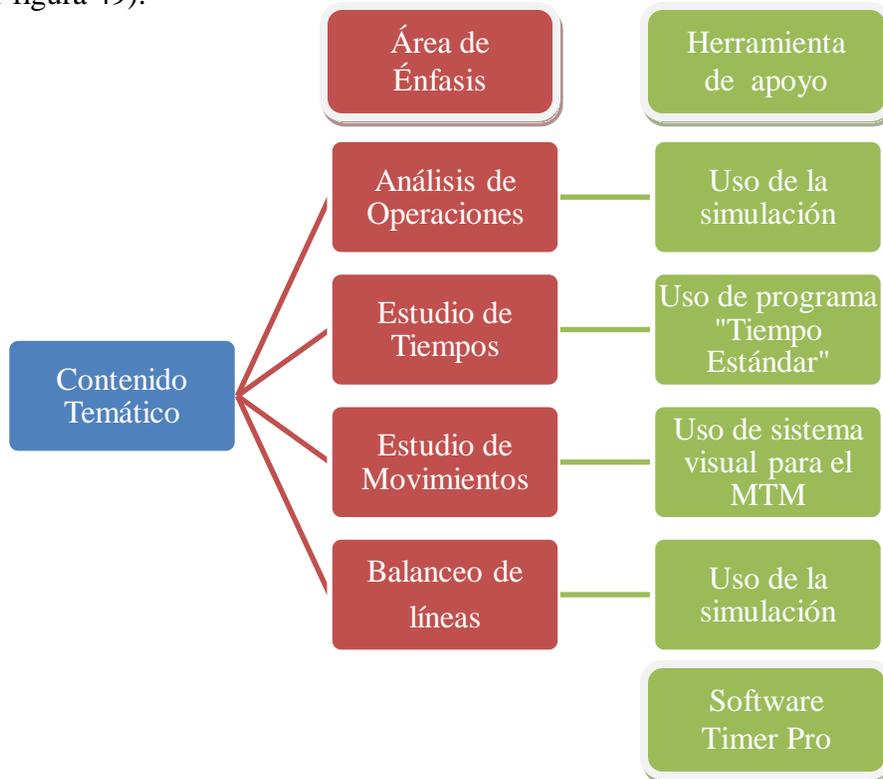


Fig. 49. Modelo para la aplicación de la Ingeniería de Métodos

5.2 Site de Ingeniería de Métodos

Una alternativa para compartir y dar a conocer el modelo de aplicación de la Ingeniería de Métodos de acuerdo a los requerimientos actuales de la industria es a través de generar una masa crítica, es decir, tener usuarios interesados en esta línea de conocimiento y que puedan acceder gratuitamente y la forma en que se compartirá este modelo es a través de Google sites, en el link: <https://sites.google.com/site/ingenieriademetodosiyii/> (ver figura 50).

En este site encontrarán el modelo propuesto en este trabajo y se iniciará la masa crítica con los estudiantes de la UABC del PEII, como agentes de cambio, para que paulatinamente llegue a personal de la industria.



Fig. 50. Site de Ingeniería de Métodos

5.3 Contenido Temático

A continuación se enlistan los temas dirigidos a usuarios que tengan interés por conocer y aplicar la ingeniería de métodos según el resultado del análisis experimental, es decir, los temas están

1. Introducción a la Ingeniería de Métodos

- 1.1 Ingeniería de Métodos
- 1.2 Organización de la Producción
- 1.3 Estudio de los métodos de trabajo

2. Diagramas de Procesos

- 2.1 Conceptos generales de los diagramas de proceso
- 2.2 Diagrama de Operaciones de Procesos
- 2.3 Diagrama de Procesos de Flujo y de recorrido
- 2.4 Diagrama Hombre-Máquina y de cuadrilla

3. Análisis de Operaciones

- 3.1 Finalidad de la Operación
- 3.2 Diseño de las partes
- 3.3 Tolerancia y especificaciones
- 3.4 Material
- 3.5 Secuencia y proceso de fabricación
- 3.6 Configuración y herramientas
- 3.7 Manejo de materiales
- 3.8 Distribución del equipo

4. Estudio de Movimientos

- 4.1 Introducción al estudio de movimientos

4.2 Principios de la economía de movimientos

4.3 Diagrama bimanual

5. Estudio de Tiempos

5.1 Definición y requerimientos del estudio de tiempos

5.2 Equipo para el estudio de tiempos

5.3 Medición del Tiempo

5.4 Elementos del estudio de tiempos

5.5 Ejecución del estudio de tiempos

6. Tiempos Predeterminados

6.1 Fundamento Teórico

6.2 Método de Medición de Tiempos (MTM)

7. Técnica de Secuencia de Operaciones de Maynard (MOST)

7.1 Tipos de técnicas MOST

7.2 Manejo de tablas de valores MOST

7.3 Campos de aplicación

7.4 Hoja de registro

8. Muestreo de Trabajo

8.1 Muestreo de Trabajo

8.2 Metodología del Muestreo de Trabajo

8.3 Aplicación para establecer el Tiempo Estándar

8.4 Diseño de la hoja de observaciones

9. Balanceo de Líneas

9.1 Técnica de Balanceo de Líneas

9.2 Técnicas de Balanceo de Líneas

9.3 Balanceo de líneas en sistemas automatizados

9.4 Balanceo de líneas asistido por computadora.

9.5 Valoración y ritmo del trabajo

En el site se encuentra cada uno de estos temas disponibles en formato de power point y el usuario solo requiere descargar para tener acceso a la información, como se muestra en la figura 51.

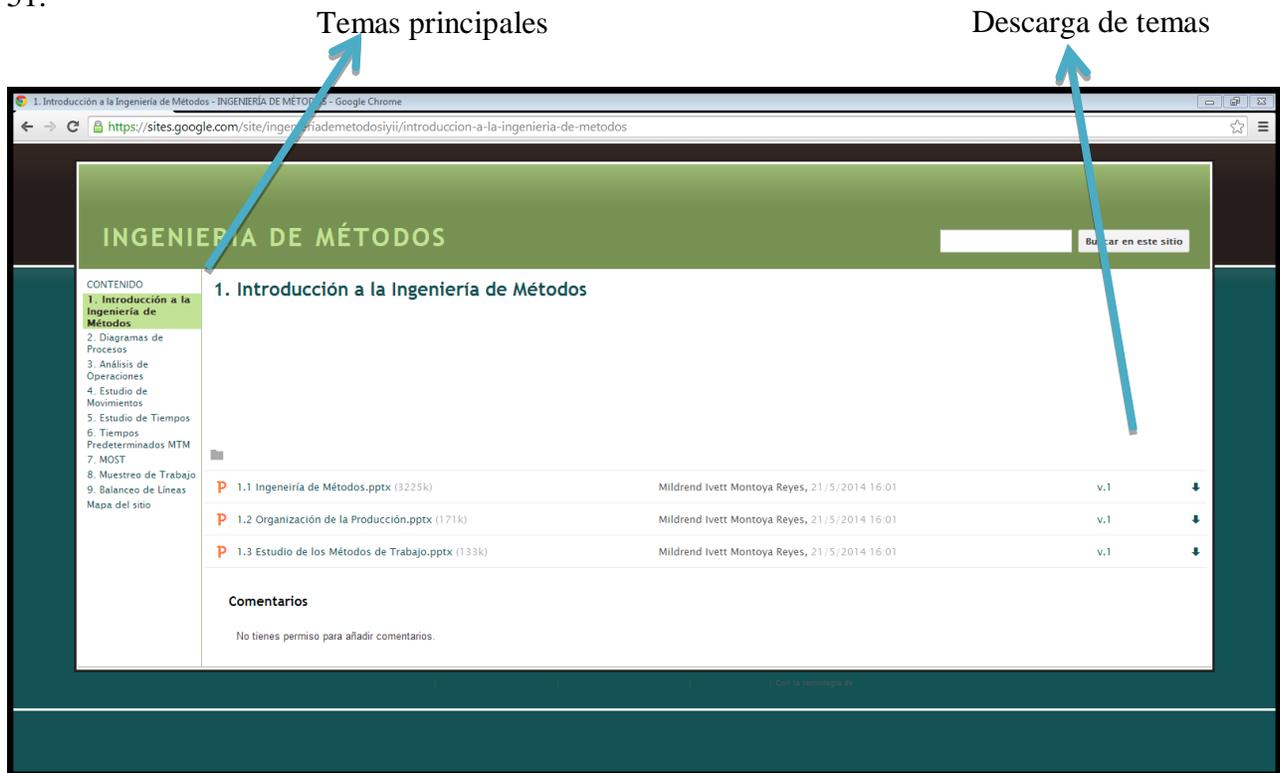


Fig. 51. Temas disponibles en el site para descargar.

5.4 Sistema para la aplicación de estudio de tiempos

El estudio de tiempos se realiza con la intención de obtener el tiempo estándar del producto, en él están incluidos los tiempos de los elementos cíclicos (repetitivos, constantes, variables), así como los elementos casuales o contingentes. A estos tiempos ya valorados se les agregan los suplementos siguientes: personales, por fatiga y especiales.

Las etapas para realizar un estudio de tiempos son (ver figura 52):

- ☞ *Desglose de la tarea*: consiste en separar el proceso en operaciones o elementos, lo que permitirá una toma de tiempos más precisa. Indicar el tamaño del lote de producción para determinar el tamaño de la muestra a cronometrar.
- ☞ *Medición de tiempos*: llevar a cabo la toma de tiempos, registrar la información.
- ☞ *Escrutinios*: descartar la muestra con el valor más alto y el valor más bajo para calcular el tiempo promedio.
- ☞ *Calculo del tiempo normal de cada operación*: es la aplicación de la tabla del factor de la actuación (ver tabla 11) que es la técnica para determinar equitativamente el tiempo requerido por un operador normal para ejecutar una tarea.
$$\text{Tiempo normal} = \text{Tiempo promedio (valoración en \%)}$$
- ☞ *Cálculo del tiempo corregido de cada operación*: es la aplicación de los suplementos o tolerancias que se le otorga al operador por fatiga personal, estrés, ruido, iluminación, etc. (ver tabla 12), los suplementos elegidos de acuerdo al proceso se suman.
- ☞ Se calcula el *Tiempo estándar* = $\text{Tiempo normal}(1 + \text{suplementos})$. [13]

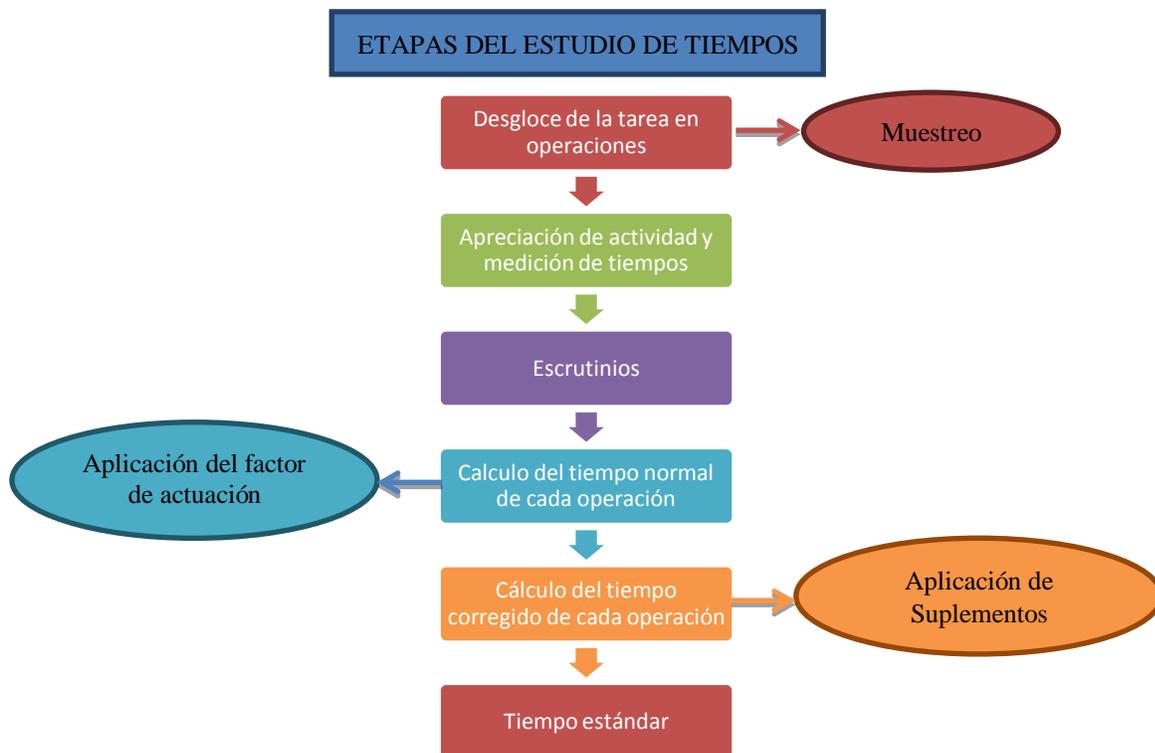


Fig. 52 Etapas del estudio de tiempos

Tabla 11. Calificación de la Actuación

HABILIDAD			ESFUERZO		
Es la eficiencia para seguir un método dado no sujeto a variación por voluntad del operador.			Es la voluntad de trabajar, controlable por el operador dentro de los límites impuestos por la habilidad.		
A	Habilísimo	0.15	A	Excesivo	0.15
B	Excelente	0.10	B	Excelente	0.10
C	Bueno	0.05	C	Bueno	0.05
D	Medio	0	D	Medio	0
E	Regular	-0.05	E	Regular	-0.05
F	Malo	-0.10	F	Malo	-0.10
G	Torpe	-0.15	G	Torpe	-0.15

CONDICIONES			CONSISTENCIA		
Son aquellas condiciones (luz, ventilación, calor) que afectan únicamente al operario y no aquellas que afecten la operación.			Son los valores de tiempo que realiza el operador que se repiten en forma constante o inconstante.		
A	Buena	0.05	A	Buena	0.05
B	Media	0	B	Media	0
C	Mala	-0.05	C	Mala	-0.05

Tabla 12. Suplementos

A. HOLGURAS CONSTANTES	
1. Holgura personal	5
2. Holgura por fatiga básica	4
Elija sola las opciones que apliquen al estudio:	
B. HOLGURAS VARIABLES:	
1. Holgura por estar parado	2
2. Holgura por posición anormal	
a) Un poco incómoda	0
b) Incómoda (flexionada)	2
c) Muy incómoda (acostado, estitado)	7
3. Uso de fuerza o energía muscular (levantar, arrastrar o empujar)	
Peso levantado en lb.	
5	0
10	1
15	2
20	3
25	4
30	5
35	7
40	9
45	11
50	13
60	17
70	22
4. Mala iluminación:	
a) Un poco debajo de lo recomendado	0
b) Bastante debajo de lo recomendado	2
c) Muy inadecuada	5
5. Condiciones atmosféricas (calor y humedad)	
Índice de enfriamiento en el termómetro húmedo de kata milicalorías/cm ² /segundo	
16	0
14	0
12	0
10	3
8	10
6	21
5	31
4	45
3	64
2	100
6. Atención cercana:	
a) Trabajo bastante fino	0
b) Trabajo fino o exacto	2
c) Trabajo muy fino o muy exacto	5
7. Nivel de ruido	
a) Continuo	0
b) Intermitente: fuerte	2
c) Intermitente: muy fuerte	5
d) De tono alto: fuerte	5
8. Esfuerzo mental:	
a) Proceso bastante complejo	1
b) Espacio de atención complejo o amplia	4
c) Muy complejo	8
9. Monotonía	
a) Baja	0
b) Meda	1
c) Alta	4
10. Tedio:	
a) Algo tedioso	0
b) Tedioso	2
c) Muy tedioso	5

El site cuenta con la información del tema y con dos programas uno Excel y otro en Visual Basic que te permite realizar el cálculo del tiempo estándar de manera completa, es decir, haciendo uso de la tabla del factor de la actuación y de los suplementos, como se muestra en la figura 53.

The screenshot shows a web browser window with the URL <https://sites.google.com/site/ingenieriademetodosiyii/v-estudio-de-tiempos>. The page title is 'INGENIERÍA DE MÉTODOS'. On the left, there is a navigation menu with '5. Estudio de Tiempos' highlighted. The main content area is titled '5. Estudio de Tiempos' and contains a list of files:

Icono	Nombre del archivo	Tamaño	Fecha	Versión	Acción
P	5.1 Definición y requerimientos.pptx	1.46k	27/5/2014 23:52	v.1	↓
P	5.2 Equipo para el estudio de tiempos.pptx	1.215k	27/5/2014 23:52	v.1	↓
P	5.3 Medición del tiempo.pptx	516k	27/5/2014 23:52	v.1	↓
P	5.4 Elementos del estudio de tiempos.pptx	466k	27/5/2014 23:52	v.1	↓
P	5.5 Ejecución de tiempo estándar.pptx	59k	27/5/2014 23:52	v.1	↓
X	Cálculo del Tiempo Estándar.xlsx	79k	27/5/2014 23:58	v.1	↓
■	Tiempo Estándar	596k	28/5/2014 0:01	v.1	↓

Below the file list, there is a 'Comentarios' section with the message: 'No tienes permiso para agregar comentarios.' A user profile for 'Mildrend Ivett Montoya Reyes' is shown with a comment: 'Esta sección incluye un programa en excel y un programa en visual basic para que puedas realizar el cálculo de tiempo estándar.' At the bottom right of the comment section, it says: '0:01 Hoy - Los comentarios no están habilitados.'

Fig. 53. Site con información del cálculo de tiempo estándar

5.5 Sistema visual para la aplicación de MTM

El método de medición de tiempos (MTM) es sumamente detallado pero la clasificación que maneja para cada tipo de actividad resulta confusa, para facilitar el uso de las tablas se recomienda el uso de videos que muestren la aplicación de cada elemento, por ejemplo en el movimiento de alcanzar existen 5 casos (ver tabla 13).

Tabla 13. Tabla de MTM: Alcanzar

Tabla I: Alcanzar: R							
Distancia recorrida (pulgada)	Tiempo en (TMU)				Mano en movimiento		Caso y descripción
	A	B	C o D	E	A	B	
½ o menos	2.0	2.0	2.0	2.0	1.6	1.6	Alcanzar un objeto en posición fija, o un objeto en la otra mano o sobre el cual descansa la otra mano.
1	2.5	2.5	3.6	2.4	2.3	2.3	
2	4.0	4.0	5.9	3.8	3.5	2.7	
3	5.3	5.3	7.3	5.3	4.5	3.6	
4	6.1	6.4	8.4	6.8	4.9	4.3	Alcanzar un solo objeto en una posición que puede variar ligeramente de un ciclo a otro.
5	6.5	7.8	9.4	7.4	5.3	5.0	
6	7.0	8.6	10.1	8.0	5.7	5.7	
7	7.4	9.3	10.8	8.7	6.1	6.5	
8	7.9	10.1	11.5	9.3	6.5	7.2	Alcanzar un objeto mezclado con otros en un grupo, de manera que es necesario buscar y seleccionar.
9	8.3	10.8	12.2	9.9	6.9	7.9	
10	8.7	11.5	12.9	10.5	7.3	8.6	
12	9.6	12.9	14.2	11.8	8.1	10.1	
14	10.5	14.4	15.6	13.0	8.9	11.5	Alcanzar un objeto muy pequeño o donde se requiere un agarre preciso.
16	11.4	15.8	17.0	14.2	9.7	12.9	
18	12.3	17.2	18.4	15.0	10.5	14.4	
20	13.1	18.6	19.8	16.7	11.3	15.8	
22	14.0	20.1	21.2	18.0	12.1	17.3	Alcanzar una posición indefinida para poner la mano en posición con el fin de equilibrar el cuerpo o para el movimiento siguiente o fuera de la trayectoria.
24	14.9	21.5	22.5	19.2	12.9	18.8	
26	15.8	22.9	23.9	20.4	13.7	20.2	
28	16.7	24.4	25.3	21.7	14.5	21.7	
30	17.5	25.8	26.7	22.9	15.3	23.2	

Para el caso A, alcanzar un objeto en posición fija, o un objeto en la otra mano o sobre el cual descansa la otra mano, se utiliza un video que muestra el tipo de movimiento, ver fig. 54.



Fig. 54. Alcanzar caso A

Para el caso B, alcanzar a un objeto solo en situación que puede variar ligeramente de un ciclo al siguiente. Requiere algo de control visual. Se utiliza un video que muestra el tipo de movimiento, ver fig. 55.

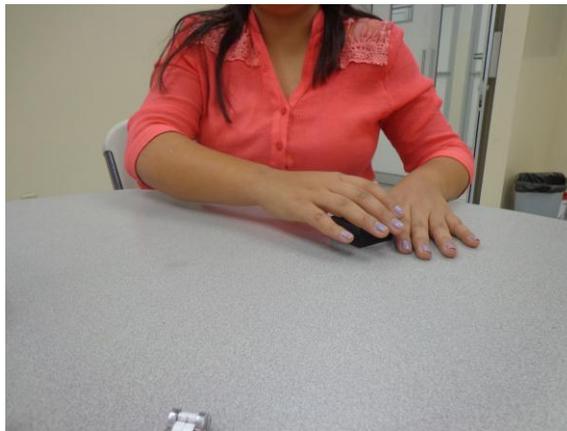


Fig. 55. Alcanzar caso B

Para el caso C, alcanzar a un objeto amontonado con otros en un grupo, de forma que ocurra buscar y seleccionar. Pueden ser objetos iguales o diferentes, el factor predominante es la necesidad de buscar y seleccionar, se utiliza un video que muestra el tipo de movimiento, ver fig. 56.

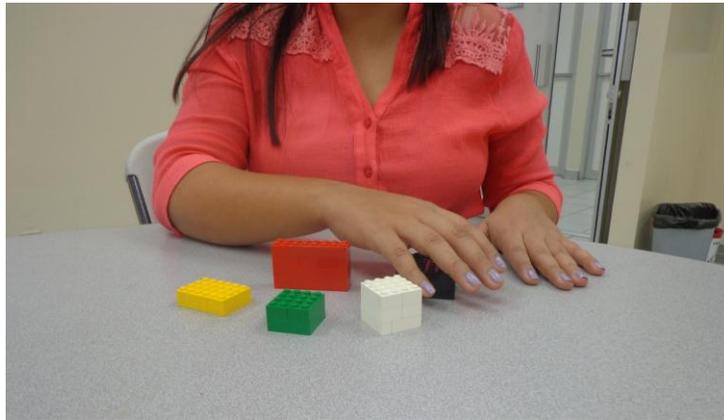


Fig. 56. Alcanzar caso C

Para el caso D, alcanzar a un objeto muy pequeño o en donde es necesario coger con mucha precisión, se utiliza un video que muestra el tipo de movimiento, ver fig. 57.



Fig. 57. Alcanzar caso D

Para el caso E, alcanzar con bajo control a una ubicación indefinida para poner la mano en posición para el equilibrio del cuerpo o para el siguiente movimiento o fuera de lugar. Se utiliza un video que muestra el tipo de movimiento, ver fig. 58.

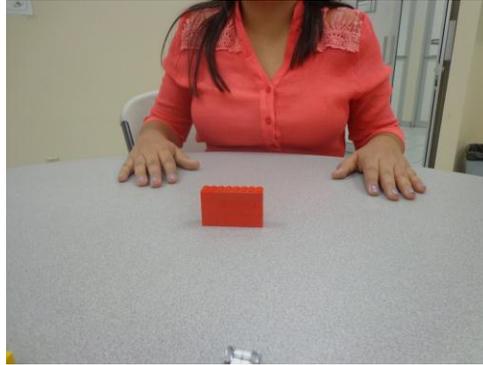


Fig. 58. Alcanzar caso E.

5.6 Uso de la simulación para el análisis de operaciones.

En la actualidad estamos acostumbrados a vivir rodeados de tecnología, una herramienta de apoyo es sin duda el simulador Pro Model, que permite que el usuario pueda construir modelos de procesos de producción para su análisis y propuestas de mejora, así como también analizar un proceso detallado y a partir de él generar diagramas de operaciones de proceso, flujo, de recorrido, hombre-máquina y bimanual.

El laboratorio virtual de Ingeniería de Métodos que propone el M.I. César Orlando Salas Moroyoqui (ver figura 59) permite a los estudiantes que no pueden estar físicamente en un laboratorio de práctica, realizar la práctica a través del simulador, para ello, el estudiante requiere instalar ProModel en su computadora y podrá trabajar.

Otra forma de dar uso a este material y sin tener que instalar ProModel es grabando videos de la simulación, complemento excelente para que los estudiantes refuercen el conocimiento adquirido en clase y en el laboratorio convencional, de tal manera que lo puedan aplicar en casa como práctica de tarea.

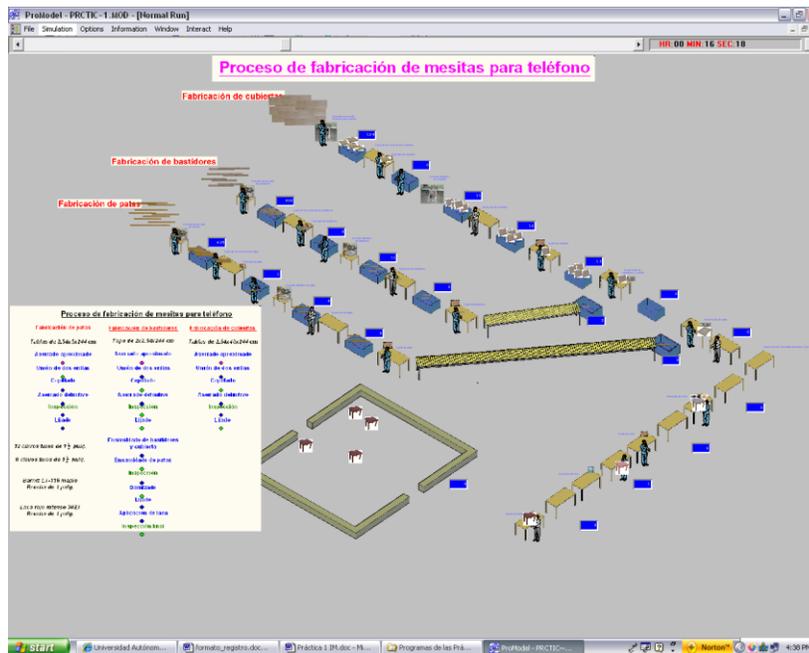


Fig. 59. Simulación del proceso de producción de una mesa para realizar el diagrama de operaciones de proceso.

5.7 Uso de la simulación para el balanceo de líneas.

Debido a las deficiencias que muestran los laboratorios de ingeniería de métodos, como líneas de producción sin automatizar o cantidad insuficiente de productos para realizar una corrida de producción de acuerdo al balanceo de líneas que permita detectar si se producen cuellos de botella, se propone el uso del software Pro Model como herramienta de apoyo.

El estudiante debe determinar en el laboratorio convencional los tiempos de ensamble de cada elemento, llevar a cabo el balanceo de líneas para cuatro estaciones de trabajo y en base a sus resultados utilizar el programa de simulación para cargar los datos y hacer una corrida de 8 horas, para que determine si el balanceo es funcional, si hubo cuellos de botella y si se logra la producción propuesta. Ver figura 60.



Fig. 60. Simulación del proceso de producción en masa.

5.8 Software recomendado para la aplicación de la Ingeniería de Métodos

De acuerdo al análisis de algunos softwares que se utilizan el óptimo es Timer Pro Professional desarrollado por la empresa Applied Computer Services, Inc. quienes desde 1983 han trabajado con sistemas de medición, para ayudar a las empresas a mejorar sus procesos y su productividad.

Este software ofrece una variedad de idiomas entre ellos el español, funciona directamente desde Excel, o bien a través de grabaciones de vídeo y se puede utilizar en iPad, portátiles, smartphones y asistentes digitales personales (PDAs).

Para el estudio de tiempo se puede utilizar la aplicación para cubrir todas las operaciones, agregando datos de cabecera para identificar el estudio y los datos y notas adicionales por observación para capturar los detalles completos del estudio. Sólo tienes que añadir y editar elementos en tiempo real en el dispositivo y en cualquier momento se puede acceder instantáneamente a las estadísticas de resumen, ver observaciones requeridas y el rendimiento del operador.

Con Timer Pro se pueden obtener los tiempos con precisión de cualquier tarea y al mismo tiempo aislar el valor agregado de contenido del trabajo y sin valor. Con el análisis de vídeo se crea una historia irrefutable del estado de proceso actual. Todos y cada observación de tareas puede ser instantáneamente reproducido para su revisión y análisis, por lo tanto, mejores

prácticas pueden ser identificadas, aislados y consolidadas en un nuevo vídeo de presentación del estado futuro del proceso deseado de la solución ideal a sus necesidades de formación.

El módulo de vídeo incluye potentes capacidades de tiempo de trabajo integrado que incluyen cámara lenta, cámara rápida, saltos sincronizados, rebobinado inmediato, como se muestra en la figura 61.

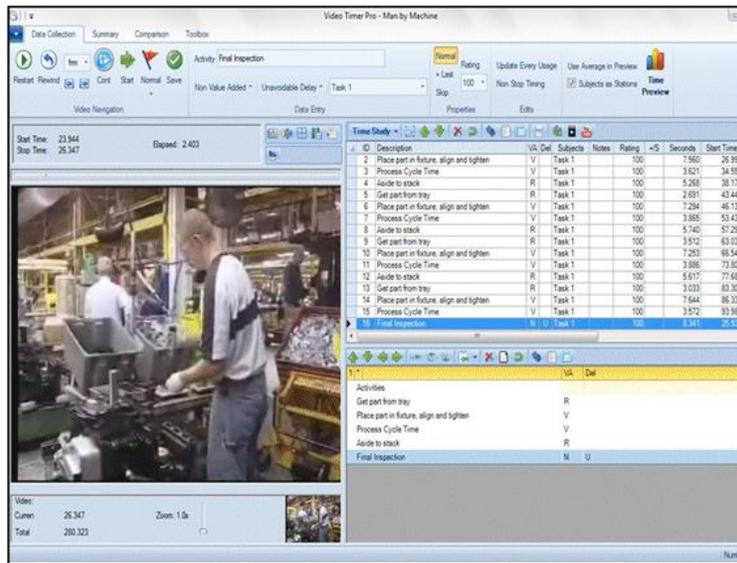


Fig. 61. Software Timer Pro Professional

CAPÍTULO VI. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se presenta la implementación del modelo tanto en el sector educativo como en el industrial, debido a que existe una fuerte correlación entre ambos sectores, es decir, si preparamos mejores profesionistas en las universidades obtendremos empresas más competitivas que puedan distinguirse ante la globalización en la que vivimos.

6.1 Implementación del modelo en el sector educativo

Para determinar si el modelo propuesto es funcional, fue necesario llevarlo a la implementación en el Programa Educativo de Ingeniería Industrial de la UABC y para lograr una mejor ejecución se determinó utilizar como metodología la Reingeniería.

6.1.1 Aplicación de Reingeniería

Para lograr una mejor ejecución se determinó utilizar como metodología la reingeniería a través de sus cuatro fases: preparación, planeación, diseño y evaluación del cambio.

Preparación para el cambio

Se explicó a la Coordinadora las cuatro fases del modelo de reingeniería y el procedimiento de aplicación para detectar las necesidades y mejorar el campo de conocimiento de la disciplina de la Ingeniería de Métodos.

El objetivo principal es preparar el ambiente laboral para disminuir la resistencia natural al cambio, para ello se llevó a cabo reuniones con los maestros del campus Mexicali que imparten el laboratorio de Ingeniería de Métodos y Estudio del Trabajo para analizar el desarrollo de las prácticas y el uso de la línea de trabajo.

La Ingeniería de Métodos es fundamental para el crecimiento de la industria debido a que proporciona las herramientas necesarias para el análisis de sus operaciones y la determinación de tiempos estándar con lo cual pueden optimizar sus procesos para ser empresas más competitivas para enfrentar los retos de la globalización, es por ello, que el Ingeniero Industrial debe estar bien preparado en la aplicación de sus métodos, a través del conocimiento teórico y práctico de sus herramientas.

Planeación del cambio (Planeación Estratégica)

Misión de Ingeniería de Métodos

Proporcionar las competencias necesarias para analizar operaciones y evaluar sistemas productivos en base a tiempos estándar a través de cronometraje, MTM o MOST, muestreo de trabajo y balanceo de líneas para así lograr una mejora continua al proceso favoreciendo el trabajo en equipo, la organización de las actividades y sobre todo el trabajo proactivo, con honestidad y responsabilidad de los estudiantes.

Visión de Ingeniería de Métodos

Proporcionar contenidos temáticos actualizados y ofrecer un laboratorio con equipos eficientes y sistemas reales de producción que permitan la elaboración de prácticas innovadoras de acuerdo a los requerimientos de la industria.

Objetivo

Aplicar reingeniería en la disciplina de la Ingeniería de Métodos para fortalecer el perfil del Ingeniero Industrial y satisfacer los requerimientos de la industria en Mexicali en esta área.

Objetivos Estratégicos

- **Objetivo a corto plazo:**
Definir los contenidos temáticos y las prácticas de laboratorio de Ingeniería de Métodos I y II, así como mejorar el desempeño de la línea de producción.
- **Objetivo a mediano plazo:**
Aumentar la gama de productos a ensamblar en el laboratorio para ofrecer al estudiante un ambiente más dinámico para su aprendizaje.
Implementar los nuevos contenidos temáticos de las unidades de aprendizaje en el ciclo escolar 2015-2 y automatizar la línea de producción para dar un uso más eficiente al laboratorio de Ingeniería de Métodos.
- **Objetivo a largo plazo:**
Mantener una relación estrecha con la industria para identificar los posibles cambios que se presenten en el área de Ingeniería de Métodos para lograr una mejora continua.

Objetivos Operacionales

- A) Reestructurar la carta descriptiva de Ingeniería de Métodos I y II.
- B) Proponer una mejora a través de la simulación en ProModel que permita una reducción en el tiempo de ciclo y una nueva distribución de las instalaciones.
- C) Implementar un sistema interactivo para facilitar el uso de las tablas de la técnica de MTM, para obtener estudios de tiempos más detallados y precisos.
- D) Utilizar la simulación para lograr una perspectiva más amplia sobre el análisis de operaciones.

Diseño y evaluación del cambio

La disciplina de la Ingeniería de Métodos requiere una reestructuración no solo en incorporar temas sino además hacer uso de las nuevas tecnologías como cronómetro digital, análisis de operaciones a través de videograbaciones o simulación de procesos y conocimiento del uso de software.

La sala de Ingeniería de Métodos no tiene un uso óptimo en su línea de producción, debido a que el sistema mecánico de transporte no funciona, las estaciones de trabajo se encuentran muy distantes entre ellas y no hay variedad y volumen de productos para realizar las prácticas de la materia. Por lo tanto, se debe realizar un rediseño de las instalaciones y lograr la automatización de la línea de producción, así como ampliar la gama de productos.

A continuación se muestra como se llevó a cabo cada uno de los objetivos operacionales:

A) Reestructurar la carta descriptiva de Ingeniería de Métodos I y II.

En la tabla 14 se muestran los contenidos temáticos actuales de la unidad de aprendizaje de Ingeniería de Métodos, la cual se imparte en tres horas de clase y dos horas de laboratorio y es de carácter obligatorio.

Tabla 14. Contenido Temático Actual de Ingeniería de Métodos

<p>ACTUAL</p> <p>NOMBRE: INGENIERÍA DE MÉTODOS</p> <p>Materia Obligatoria</p> <p>3 horas clase y 2 horas laboratorio</p> <p>Semestre: V</p>
<p>UNIDAD I: Introducción a la Ingeniería de Métodos</p> <p>1.1 Ingeniería del Trabajo o simplificación del método</p> <p>1.2 Organización de la producción</p> <p> 1.2.1. Indicadores</p> <p>1.3 Condiciones de trabajo</p> <p>1.4 Estudio de los métodos de trabajo</p>
<p>UNIDAD II: Diagramas de Procesos</p> <p>2.1 Conceptos generales de los diagramas de proceso</p> <p> 2.1.1 Definición e importancia de los diagramas de procesos</p> <p> 2.1.2 Cómo proponer, implantar y controlar</p> <p>2.2 Diagrama de Operaciones de Procesos</p> <p> 2.2.1 Concepto e importancia</p> <p> 2.2.2 Estructura y elaboración</p> <p>2.3 Diagrama de Procesos de Flujo y de recorrido</p> <p> 2.3.1 Concepto e importancia</p> <p> 2.3.2 Estructura y elaboración</p> <p>2.4 Diagrama Hombre-Máquina y de cuadrilla</p> <p> 2.4.1 Concepto e importancia</p> <p> 2.4.2 Estructura y elaboración</p>

UNIDAD III: Análisis de Operaciones

- 3.1 Análisis de las Operaciones
 - 3.1.1 Definición e importancia del análisis de operaciones
 - 3.1.2 Técnicas para el análisis de operaciones
 - 3.1.2.1 Técnica de la actitud interrogante
 - 3.1.2.2 Técnica de comprobación de análisis
- 3.2 Enfoques Básicos de análisis de operaciones
 - 3.2.1 Finalidad de la operación
 - 3.2.2 Diseño de la pieza
 - 3.2.3 Tolerancia y especificaciones
 - 3.2.4 Material
 - 3.2.5 Proceso de manufactura
 - 3.2.6 Preparación y herramental
 - 3.2.7 Condiciones de Trabajo
 - 3.2.8 Manejo de materiales
 - 3.2.9 Distribución del equipo

UNIDAD IV: Estudio de Movimientos

- 4.1 Introducción al estudio de movimientos
 - 4.1.1 Definición, importancia y usos del estudio de movimientos
 - 4.1.2 Definición de los movimientos básicos y su simbología
 - 4.1.3 Clasificación de los movimientos básicos
- 4.2 Principios de la economía de movimientos
 - 4.2.1 Principios relacionados con la aplicación y uso del cuerpo humano
 - 4.2.2 Principios relativos al arreglo del área de trabajo
 - 4.2.3 Principios relativos al diseño de herramientas y equipos
 - 4.2.4 Hoja para verificar la economía de movimientos y reducir la fatiga
- 4.3 Diagrama bimanual
 - 4.3.1 Concepto del diagrama bimanual
 - 4.3.2 Procedimiento para elaborar un diagrama bimanual

UNIDAD V: Estudio de Tiempos

5.1 Conceptos generales de Ingeniería de Métodos

5.1.1 Concepto y objetivos de un estudio de tiempos

5.1.2 Estudio de tiempos y su relación con la simplificación del trabajo

5.1.3 Aplicaciones del estudio de tiempos

5.2 Medición del trabajo

5.2.1 Procedimiento para realizar un estudio de tiempos

5.2.2 Equipo de trabajo para la realización de un estudio de tiempos

5.2.3 Técnicas empleadas para realizar un estudio de tiempos

5.2.4 Concepto de elemento y clases de elementos

5.2.5 Determinación de las observaciones necesarias para realizar un estudio de tiempos

5.3 Calculo del tiempo estándar

5.3.1 Valoración del ritmo de trabajo

5.3.2 Método de calificación para la nivelación del ritmo de trabajo

5.3.3 Calculo de los suplementos del estudio de tiempos

5.3.4 Calculo del tiempo estándar

5.3.5 Curva de aprendizaje

En la tabla 15 se muestran los contenidos temáticos propuestos de la unidad de aprendizaje de Ingeniería de Métodos I, la cual se impartirá en tres horas de clase y dos horas de laboratorio y será de carácter obligatorio. En el Anexo 4 se muestra la propuesta de carta descriptiva para la materia.

Tabla 15. Contenido Temático Propuesto de Ingeniería de Métodos I

<p>PROPUESTA NOMBRE: INGENIERÍA DE MÉTODOS Materia Obligatoria, Semestre: V 3 horas clase y 2 horas laboratorio</p>
<p>UNIDAD I: Introducción a la Ingeniería de Métodos</p> <ul style="list-style-type: none">1.1 Ingeniería de Métodos<ul style="list-style-type: none">1.1.1 Evolución de la empresa industrial1.1.2 Análisis de la industria en México1.1.3 Áreas de actividad de la Ingeniería de Métodos1.2 Organización de la Producción<ul style="list-style-type: none">1.2.1 Productividad1.3 Factores que afectan a la productividad<ul style="list-style-type: none">1.3.1 Relación entre productividad y utilidades1.3.2 Indicadores de la Productividad1.4 Estudio de los métodos de trabajo<ul style="list-style-type: none">1.4.1 Estudio de métodos: su significación y utilidad1.4.2 Simplificación del trabajo1.4.3 Procedimientos del estudio de métodos<ul style="list-style-type: none">1.4.3.1 Seleccionar el trabajo que debe mejorarse1.4.3.2 Registrar los detalles del trabajo1.4.3.3 Analizar los detalles del trabajo1.4.3.4 Desarrollar un nuevo método para hacer el trabajo1.4.3.5 Administrar a los operadores en el nuevo método de trabajo1.4.3.6 Aplicar el nuevo método de trabajo
<p>UNIDAD II: Diagramas de procesos</p> <ul style="list-style-type: none">2.1 Conceptos generales de los diagramas de proceso<ul style="list-style-type: none">2.1.1 Definición e importancia de los diagramas de procesos2.1.2 Cómo proponer, implantar y controlar el método mejorado2.2 Diagrama de Operaciones de Procesos<ul style="list-style-type: none">2.2.1 Concepto e importancia2.2.2 Estructura y elaboración2.2.3 Caso Práctico2.3 Diagrama de Procesos de Flujo y de recorrido<ul style="list-style-type: none">2.3.1 Concepto e importancia2.3.2 Estructura y elaboración2.3.3 Caso Práctico2.4 Diagrama Hombre-Máquina y de cuadrilla<ul style="list-style-type: none">2.4.1 Concepto e importancia2.4.2 Estructura y elaboración2.4.3 Casos Prácticos

UNIDAD III: Análisis de Operación

3.1 Introducción

3.2 Enfoque principales del Análisis de Operación

3.2.1 Finalidad de la Operación

3.2.2 Diseño de las partes

3.2.3 Tolerancia y especificaciones

3.2.4 Material

3.2.5 Secuencia y proceso de fabricación

3.2.6 Configuración y herramientas

3.2.7 Manejo de materiales

3.2.8 Distribución del equipo

3.3 Método de análisis y aplicación a casos prácticos

UNIDAD IV: Estudio de Movimientos

4.1 Introducción al estudio de movimientos

4.1.1 Definición, importancia y usos del estudio de movimientos

4.1.2 Definición de los movimientos básicos y su simbología

4.1.3 Clasificación de los movimientos básicos

4.2 Principios de la economía de movimientos

4.2.1 Principios relacionados con la aplicación y uso del cuerpo humano

4.2.2 Principios relativos al arreglo del área de trabajo

4.2.3 Principios relativos al diseño de herramientas y equipos

4.2.4 Hoja para verificar la economía de movimientos y reducir la fatiga

4.3 Diagrama bimanual

4.3.1 Concepto del diagrama bimanual

4.3.2 Procedimiento para elaborar un diagrama bimanual

4.3.3 Casos prácticos

UNIDAD V: Estudio de Tiempos

- 5.1 Definición y requerimientos del estudio de tiempos
- 5.2 Equipo para el estudio de tiempos
 - 5.2.1 Cronómetro
 - 5.2.2 Cámaras de Videograbación
 - 5.2.3 Tableros de estudio de Tiempos
 - 5.2.4 Hoja de observaciones
- 5.3 Medición del Tiempo
 - 5.3.1 Método de lectura con retroceso a cero
 - 5.3.2 Método continuo de lectura de reloj
- 5.4 Elementos del estudio de tiempos
 - 5.4.1 Selección del Operario
 - 5.4.2 Registro de información significativa
 - 5.4.3 Posición del observador
 - 5.4.4 División de la operación en elementos
- 5.5 Ejecución del estudio de tiempos
 - 5.5.1 Observaciones necesarias para calcular tiempo normal
 - 5.5.2 Valoración del ritmo de trabajo
 - 5.5.2.1 Calificación del desempeño y holguras
 - 5.5.3 Calculo del tiempo estándar
 - 5.5.4 Curva de aprendizaje

En la tabla 16 se muestra la comparación del contenido temático actual y la propuesta, donde podemos ver que hubo un incremento en temas del 25% y un decremento del 20% en las prácticas de laboratorio, pero se está incorporando el realizar corridas piloto y grabar el video de la operación para su análisis.

Tabla 16. Cuadro de Resumen de Ingeniería de Métodos

	ACTUAL	PROPUESTA
Nombre:	Ingeniería de Métodos	Ingeniería de Métodos
Materia:	Obligatoria	Obligatoria
Número de Unidades:	5	5
Número de Temas:	60	75
Número de Prácticas:	10	8

En la tabla 17 se muestran los contenidos temáticos actuales de la unidad de aprendizaje de Estudio del Trabajo, la cual se imparte en tres horas de clase y dos horas de laboratorio y es de carácter optativo.

Tabla 17. Contenido Temático Actual de Estudio del Trabajo

<p>NOMBRE: ESTUDIO DEL TRABAJO Materia Optativa 3 horas clase y 2 horas laboratorio Semestre: VI</p>
<p>Unidad I. Tiempos Predeterminados</p> <p>1.1 Fundamento Teórico</p> <p>1.2 Factor de Trabajo (Work Factor)</p> <p> 1.2.1 Antecedentes y Definición</p> <p> 1.2.2 Tipos</p> <p>1.3 Método de Medición de Tiempos (MTM)</p> <p> 1.3.1 Introducción</p> <p> 1.3.2 Antecedentes</p> <p> 1.3.3 Campos de aplicación</p> <p> 1.3.4 Análisis de la Técnica</p> <p> 1.3.5 Ejercicios Prácticos</p> <p>1.4 Técnica de Secuencia de Operaciones de Maynard (MOST)</p> <p> 1.4.1 Introducción</p> <p> 1.4.2 Antecedentes</p> <p> 1.4.3 Campos de aplicación</p> <p> 1.4.4 Análisis de la Técnica</p> <p> 1.4.5 Ejercicios Prácticos</p>
<p>Unidad II. Muestreo de Trabajo</p> <p>2.1 Fundamento Teórico</p> <p> 2.1.1 Introducción</p> <p> 2.1.2 Antecedentes</p> <p> 2.1.3 Campos de aplicación</p> <p> 2.1.4 Procedimiento para el Muestreo de Trabajo</p> <p> 2.1.5 Análisis de la Técnica</p> <p> 2.1.6 Formato para la toma de observaciones</p> <p> 2.1.7 Gráficas de Control</p> <p> 2.1.8 Ejercicios Prácticos</p>

Unidad III. Balanceo de Líneas de Ensamble

3.1 Técnica de Balanceo de Líneas

3.1.1 Introducción

3.1.2 Antecedentes

3.1.3 Características Generales del Balanceo de Líneas

3.1.4 Tipos de Distribución de Planta

3.1.5 Campos de aplicación

3.2 Análisis de las Técnicas de Balanceo de Líneas

Unidad IV. Proyecto de Aplicación

4.1 Análisis de un Proceso Productivo

4.1.1 Técnicas vistas en clase para analizar el proceso productivo

4.1.2 Características Generales del Proyecto

4.1.3 Criterio de Evaluación del Proyecto

4.1.4 Revisión y retroalimentación por parte del maestro

4.1.5 Exposición del proyecto en clase

En la tabla 18 se muestran los contenidos temáticos propuestos de la unidad de aprendizaje de Ingeniería de Métodos II, la cual se impartirá en tres horas de clase y dos horas de laboratorio y será de carácter obligatorio. En el Anexo 5 se muestra la propuesta de carta descriptiva para la materia.

Tabla 18. Contenido Temático Propuesto de Ingeniería de Métodos II

PROPUESTA
NOMBRE: INGENIERÍA DE MÉTODOS II
Materia Obligatoria 3 horas clase y 2 horas laboratorio Semestre: VI

UNIDAD I. TIEMPOS PREDETERMINADOS

- 1.1 Fundamento Teórico
 - 1.1.1 Principales sistemas de tiempos predeterminados
- 1.2 Método de Medición de Tiempos (MTM)
 - 1.2.1 Tipos de MTM
 - 1.2.2 Manejo de Tablas de valores de MTM-1
 - 1.2.3 Campos de aplicación
 - 1.2.4 Hoja de registro

UNIDAD II. TÉCNICA DE SECUENCIA DE OPERACIONES DE MAYNARD (MOST)

- 2.1 Técnica de Secuencia de Operaciones de Maynard
 - 2.1.1 Tipos de técnicas MOST
 - 2.1.2 Manejo de tablas de valores MOST
 - 2.1.3 Campos de aplicación
 - 2.1.4 Hoja de registro

UNIDAD III. MUESTREO DE TRABAJO

- 3.1 Muestreo de Trabajo
- 3.2 Metodología del Muestreo de Trabajo
 - 3.2.1 Técnicas del muestreo por atributos
 - 3.2.2 Determinación del número de observaciones
 - 3.2.3 Niveles de confianza
 - 3.2.4 Diagramas de Control
- 3.3 Aplicación para establecer el Tiempo Estándar
- 3.4 Diseño de la hoja de observaciones

UNIDAD IV. DATOS Y FÓRMULAS ESTÁNDAR

- 4.1 Desarrollo de datos de tiempo estándar
- 4.2 Problemas referentes a máquinas herramientas
- 4.3 Fórmulas de Tiempo

UNIDAD V. BALANCEO DE LÍNEAS

5.1 Técnica de Balanceo de Líneas

5.1.1 Determinación del número de operadores.

5.1.2 Minimización del número de estaciones de trabajo.

5.1.3 Asignación de elementos a las estaciones de trabajo.

5.1.4 Línea de ensamble

UNIDAD VI. ANÁLISIS Y VALUACIÓN DE PUESTOS

6.1 Importancia del estudio del trabajo para la descripción del puesto y la valuación del mismo

6.2 El estudio del trabajo en la estructura de salarios

6.3 El estudio del trabajo en los planes de incentivos

6.4 Curva de aprendizaje

En la tabla 19 se muestra la comparación del contenido temático actual y la propuesta, donde podemos ver que hubo un incremento de dos unidades y un decremento del 16% en temas, de manera que se estructura mejor los contenidos temáticos y además se agregaron 8 nuevas prácticas de laboratorio, para que el estudiante pueda poner en práctica lo aprendido en clase más a detalle, y también se incorporó el realizar corridas piloto y grabar el video de la operación para su análisis.

Tabla 19. Cuadro de Resumen de Ingeniería de Métodos II

	ACTUAL	PROPUESTA
Nombre:	Estudio del Trabajo	Ingeniería de Métodos II
Materia:	Optativa	Obligatoria
Número de Unidades:	4	6
Número de Temas:	38	32
Número de Prácticas:	5	13

La propuesta de los contenidos temáticos para la línea del conocimiento de Ingeniería de Métodos ya está hecha solo se requiere que el Consejo Universitario de la UABC apruebe la reestructuración del PEII, por lo tanto, se pretende que se implemente en el semestre 2015-2.

Evaluación: de acuerdo al análisis que se llevó a cabo para identificar los temas que se imparten en diferentes universidades regionales, nacionales y extranjeras, así como gracias a los resultados que arrojaron las encuestas y el QFD, se puede decir que las propuestas de las cartas descriptivas de Ingeniería de Métodos I y II cumplen satisfactoriamente las necesidades de la industria.

Para validar la información se procedió a realizar otro QFD, para evaluar el modelo, como se muestra en la figura 62.

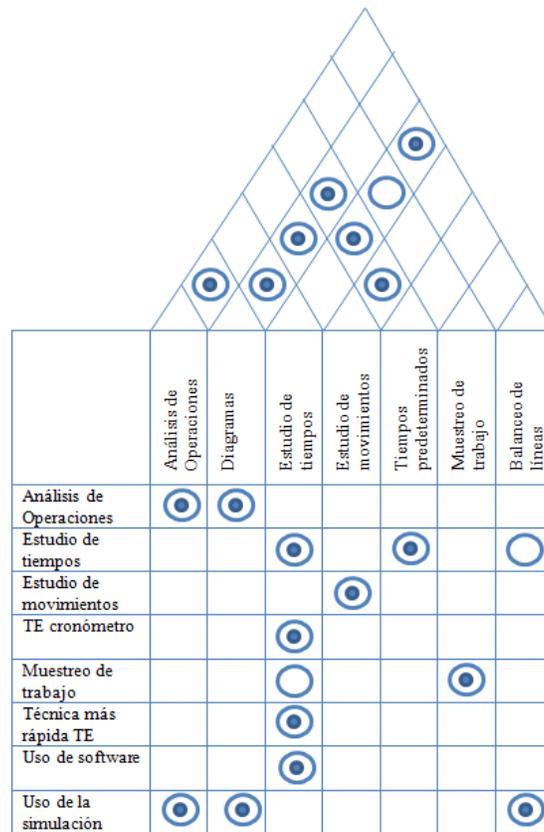


Fig. 62. Estudio de QFD para identificar si se cumple con los requerimientos de la industria.

Los temas de takt time y VSM se eliminaron debido a que se imparten en otras materias, pero mejoro el QFD debido a que ya se está utilizando la simulación para el análisis y además se cuenta con el software para el cálculo del tiempo estándar.

B) Proponer una mejora a través de la simulación en ProModel que permita una reducción en el tiempo de ciclo y una nueva distribución de las instalaciones.

En la disciplina de la Ingeniería de Métodos, los alumnos participan en un laboratorio convencional, que es el sitio donde se realiza la práctica real siguiendo los procedimientos tradicionales, utilizando equipo, materia prima y desarrollando las actividades en tiempo real.

Así mismo, evalúan procesos de ensamble y productivos en el laboratorio y en empresas de la localidad, a través, de diversas técnicas de tiempos predeterminados, muestreo de trabajo y balanceo de líneas con el fin de lograr una mejora significativa al proceso, así como también un flujo adecuado y continuo, realizándolo de forma responsable y eficiente para lograr obtener óptimos resultados. [6]

Lo anterior se complementa a través de la aplicación de cinco prácticas que deben realizar los alumnos en equipos de trabajo y cuenta con una línea de producción en forma de U con cuatro estaciones de trabajo y una estación de inspección como se muestra en la figura 63.



Fig. 63. Anterior Sala de Estudio del Trabajo del Laboratorio de Ingeniería Industrial de la UABC

Los alumnos solicitan para la realización de prácticas productos para ensamblar y de esta manera adquirir las competencias que requiere la industria mediante el uso de herramientas, equipo e instalaciones que ofrece el laboratorio.

La práctica de balanceo de líneas ejemplificado con la producción de un taladro, bajo el modelo convencional consiste en:

1. Identificar componentes del producto.
2. Descripción de las operaciones de ensamble.
3. Elaborar Diagrama de Operaciones del Proceso.
4. Elaborar un Diagrama Bimanual.
5. Realizar 10 corridas para establecer los tiempos estándar del producto.
6. Calcular en base al Índice de Producción y tiempos estándar, el número de operadores necesarios para cada operación.
7. Indicar que operación es la que genera el cuello de botella dentro del proceso de ensamble.

El proceso de producción requiere de las siguientes áreas: almacén de materia prima, área de preparación, línea de producción en U con 4 estaciones de trabajo, un área de inspección y un área de producto terminado.

El desarrollo de la práctica requiere de la toma de tiempos con cronómetro del proceso de producción en serie del taladro, a través de 4 estaciones, tomando en cuenta el manejo de los materiales y sus traslados. En la tabla 20 se muestran los resultados, a través de un diagrama de operaciones.

Tabla 20. Diagrama de procesos de operación del taladro (Antes)

DIAGRAMA DE PROCESOS DE OPERACIÓN						
Nombre del Proceso: Ensamble de taladro (Antes)						
DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES	○	□	→	▽	m ²	Tiempo (seg.)
Traslado de lab. a almacén de materia prima			→		36	30
Tiempo de servicio	*					58
Traslado de almacen de materia prima a lab.			→		36	31
Preparación	*					20
Traslado de Preparación/Estación #1			→		8	9
Traslado de Preparación/Estación #2			→	*	14	6
Traslado de Preparación/Estación #3			→	*	18	6
Traslado de Preparación/Estación #4			→	*	18	5
Tiempo de operación Estación #1	*					30
Traslado de Estación #1 a Estación #2			→		3.8	6
Tiempo de operación Estación #2	*					32
Traslado de Estación #2 a Estación #3			→		3.8	10
Tiempo de operación Estación #3	*					33
Traslado de Estación #3 a Estación #4			→		3.3	10
Tiempo de operación Estación #4	*					32
Traslado de Estación #4 a Inspección			→		4.4	3
Tiempo de Inspección		*				25
Traslado Inspección a producto terminado			→		1	1.5
Almacen						
Total:					146	347.5

Simulación del proceso

Con los tiempos de operación se procedió a realizar la simulación del modelo, utilizando el software ProModel. Para ello se programó la práctica y se realizaron las corridas de simulación para validar los resultados, corregir errores encontrados y finalmente, se obtuvieron los comportamientos semejantes.

Análisis de la simulación

Una vez generado el modelo del proceso de producción se analizaron los resultados y se determinó reducir el espacio entre estaciones de trabajo y reubicar el almacén de materia prima. En la Tabla 21 se muestran los resultados, a través de un diagrama de operaciones.

Tabla 21. Diagrama de procesos de operación del taladro (Actual)

DIAGRAMA DE PROCESOS DE OPERACIÓN						
Nombre del Proceso: Ensamble de taladro (Actual)						
DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES	○	□	→	▽	m ²	Tiempo (seg.)
Almacen de materia prima a estaciones			*		20	21
Tiempo de operación Estación #1	*					30
Traslado de Estación #1 a Estación #2			*		1.9	3
Tiempo de operación Estación #2	*					32
Traslado de Estación #2 a Estación #3			*		1.9	3
Tiempo de operación Estación #3	*					33
Traslado de Estación #3 a Estación #4			*		1.9	3
Tiempo de operación Estación #4	*					32
Traslado de Estación #4 a Inspección			*		1.9	3
Tiempo de Inspección		*				25
Traslado Inspección a producto terminado			*		1	3
Almacen			*			
Total:					29	188

Modelo mejorado

Con estas nuevas condiciones se procedió a realizar la simulación del modelo mejorado. Al llevar a cabo la redistribución de la línea de producción físicamente se determinó actualizar el modelo de simulación mejorado para utilizarlo como una práctica de laboratorio virtual que es un espacio electrónico de trabajo concebido para la colaboración y la experimentación a distancia con objeto de investigar o realizar otras actividades creativas, y elaborar y difundir resultados mediante tecnologías difundidas de información y comunicación. [7]

Resultados de la redistribución

De acuerdo al modelo anterior se producía un taladro en 347.5 seg. y se recorrían 146 m², con el modelo mejorado se produce un taladro en 188 seg. y se recorren solo 29 m², por lo tanto, se mejora el ciclo de operación del proceso de producción del taladro en un 46% en base al tiempo y se reducen distancias en un 80% de manera que se hace un uso más eficiente de las instalaciones, como se muestra en la figura 64.



Fig. 64. Actual Sala de Ingeniería de Métodos del Laboratorio de Ingeniería Industrial de la UABC

Evaluación: respecto a la distribución de las instalaciones en el laboratorio de Ingeniería de Métodos, al utilizar el simulador y definir 4 estaciones de trabajo para la línea de producción y una estación de inspección, como se muestra en la fig. 65.



Fig. 65 Línea de producción

Se decidió aprovechar el espacio libre y los recursos sobrantes de la línea para utilizar solo una sala y dejar libre la sala de ergonomía, como se muestra en la fig. #66.



Fig. 66. Laboratorios impartidos en la sala de Métodos

La sala de métodos y ergonomía cuenta con la línea de producción, una celda en U de 5 estaciones de trabajo que puede utilizar la estación de inspección, como se muestra en la fig. 67 y además quedo espacio y material suficiente para 2 estaciones de trabajo independientes, como se

muestra en la figura 68, que sirven para la materia de Ergonomía al realizar el diseño de la estación de trabajo de acuerdo a las medidas antropométricas del operador.



Fig. 67 Celda en U

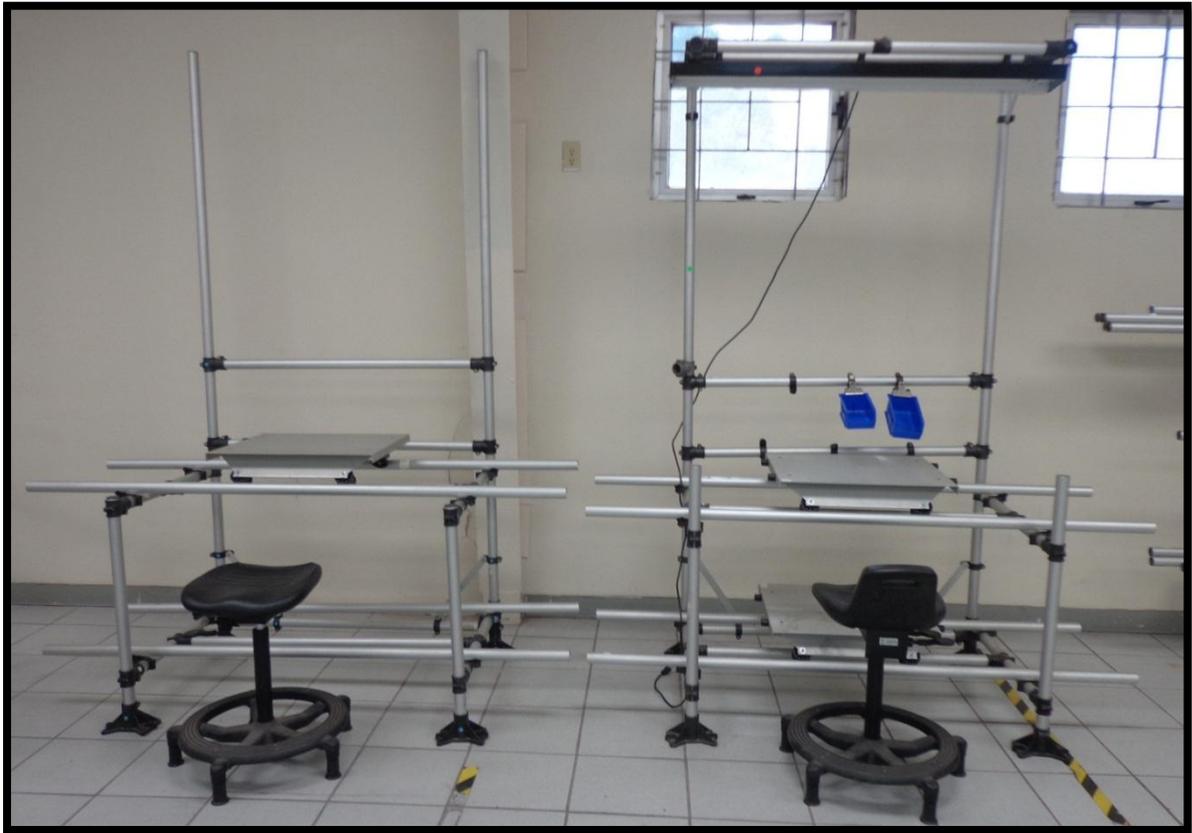


Fig. 68 Estaciones de trabajo independientes

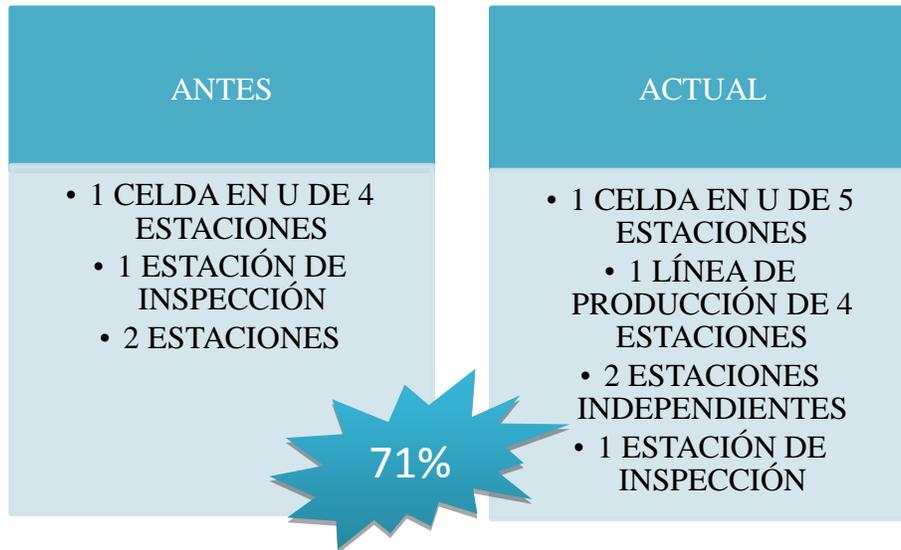
En la figura 69 se muestra como quedo distribuido el laboratorio conformado por una línea de producción, una celda en U y 2 estaciones de trabajo independientes.



Fig. 69 Actual Sala de Métodos y Ergonomía del Laboratorio de Ingeniería Industrial de la UABC

Con los cambios implementados se logro un incremento del 71 % de estaciones de trabajo disponibles para trabajar en el laboratorio, lo cual permite que los alumnos tengan más disponibilidad de equipo para trabajar satisfactoriamente, el status del laboratorio se muestra en la tabla 22.

Tabla 22. Status de la Sala de Métodos del Laboratorio del PEII



C. Implementar un sistema interactivo para facilitar el uso de las tablas de la técnica de MTM, para obtener estudios de tiempos más detallados y precisos.

Durante el semestre 2014-1 se trabajó con el grupo 753 de Estudio del Trabajo conformado por 20 alumnos del turno matutino del PEII, primero se le explicó en qué consiste el MTM que son tiempos predeterminados que permiten realizar el estudio de tiempos sin cronómetro y se generaron ciertas confusiones con las tablas, por lo tanto, se procedió a mostrarles videos de cada movimiento para su mejor entendimiento y aplicación.

Evaluación: para validar que haya funcionado la aplicación de los videos se realizó una encuesta a los alumnos (Ver Anexo #5), los resultados fueron:

- ✧ El 100% de los alumnos conoce la técnica de MTM
- ✧ El 75% considera que es fácil la técnica, el 13% muy fácil y el 12% poco difícil, ver figura 70.

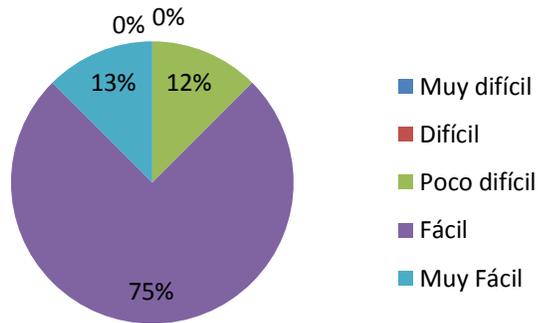


Fig. 70. ¿Cómo considera el aprender a realizar un estudio de MTM solo con las tablas?

- ✧ El 63% señaló que las tablas son un poco confusas y el 6% confusas, por lo tanto, el 69% no entiende fácilmente las tablas, ver figura 71.

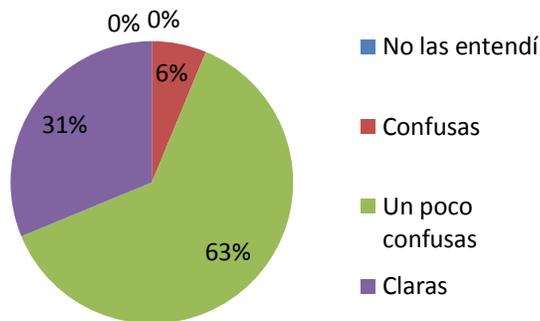


Fig. 71. La tabla de MTM contiene la descripción de cada movimiento, ¿cómo considera las descripciones de los movimientos?

- ✧ El 69% señaló que las tablas al ver los videos son claras y el 12% bastante claras, por lo tanto, el 81% entiende fácilmente las tablas al ver los videos, ver figura 72.

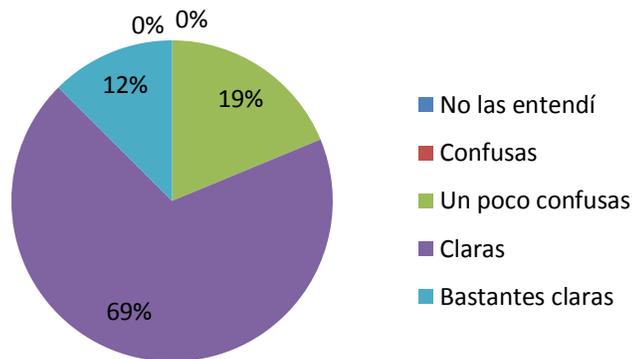


Fig. 72. Al ver videos de los movimientos de MTM, ¿cómo considera las descripciones de los movimientos?

✧ El 87% considera que es fácil la aplicación de MTM al utilizar las tablas y ver los videos y el 13% que es muy fácil, por lo tanto, el 100% considera que es más fácil con esta combinación de herramientas, ver figura 73.

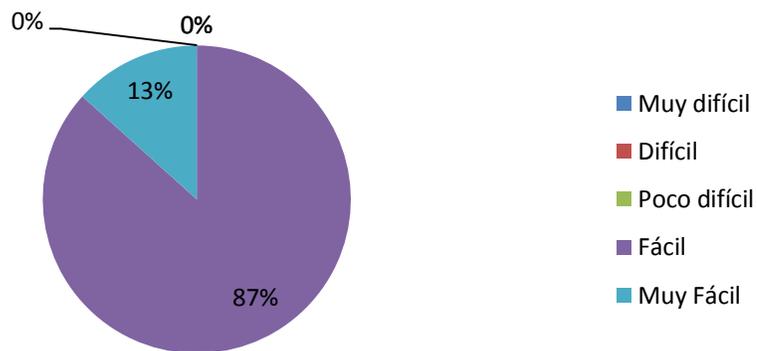


Fig. 73. Al utilizar las tablas de MTM y ver videos para visualizar los movimientos, ¿cómo considera la aplicación de la técnica de MTM?

De acuerdo a los resultados podemos concluir que el ver los videos de los tipos de movimientos facilita el aprendizaje del uso de las tablas de MTM.

D. Utilizar la simulación para lograr una perspectiva más amplia sobre el análisis de operaciones.

Durante el semestre 2014-1 se trabajó con los alumnos del grupo 741 y 742 de Ingeniería de Métodos conformados por 28 alumnos, primero se veían los temas en clase, realizaban tarea del tema y la práctica de laboratorio convencional y por último la aplicación de la simulación en ProModel para el análisis de operaciones y la elaboración de diagramas de operaciones, de flujo y de recorrido.

Evaluación: para validar que hayan mejorado el conocimiento el uso y la aplicación de la simulación se realizó una encuesta a los alumnos (Ver Anexo #6), los resultados fueron:

- ✧ El 65% de los alumnos considera que es fácil aprender los diagramas, el 20% poco difícil y el 15% muy fácil, ver figura 74.

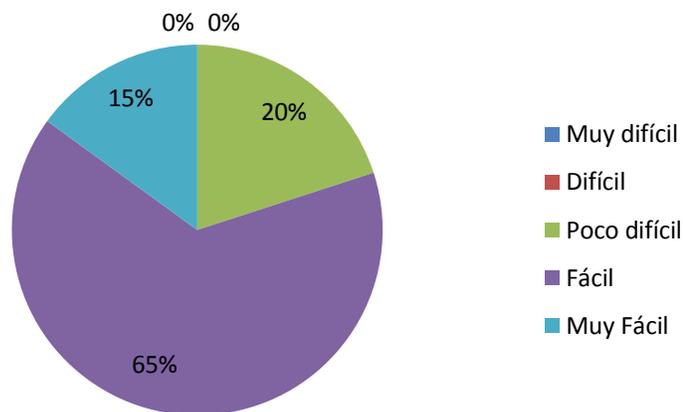


Fig. 74 ¿Cómo considera el aprender a realizar los diagramas de Ingeniería de Métodos en clase?

- ✧ El 65% de los alumnos considera que es fácil aplicar los diagramas en el laboratorio, el 20% muy fácil y el 15% poco difícil, ver figura 75.

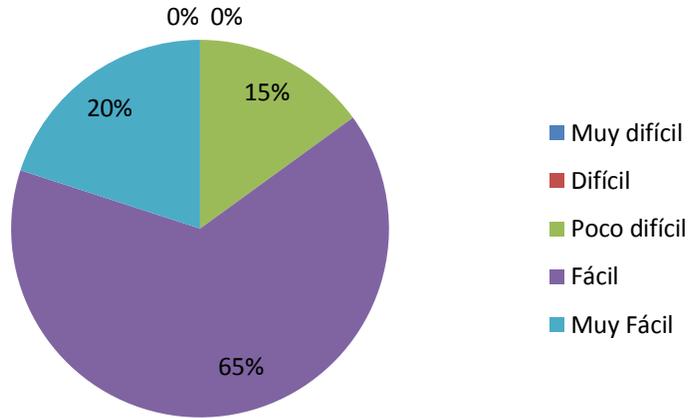


Fig. 75 ¿Cómo considera el aplicar los diagramas de Ingeniería de Métodos en el laboratorio?

- ✧ El 50% de los alumnos considera fácil analizar un proceso de producción a través de la simulación, el 25% poco difícil, el 15% muy fácil y el 10% difícil, ver figura 76.

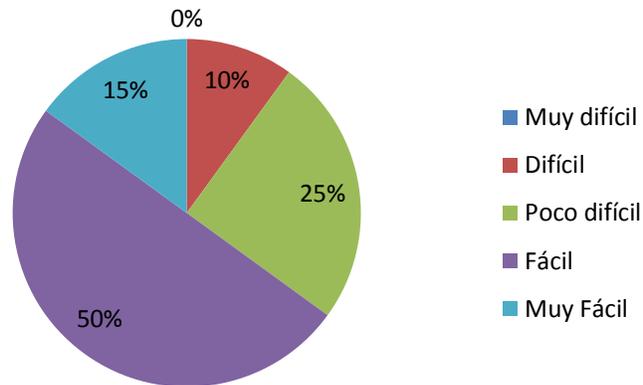


Fig. 76 ¿Cómo considera el analizar un proceso de producción a través de la simulación?

- ✧ El 65% de los alumnos considera fácil la aplicación de las herramientas de la Ingeniería de Métodos con la combinación de clase, práctica de laboratorio y la simulación, el 20% muy fácil y el 15% poco difícil, ver figura 77.

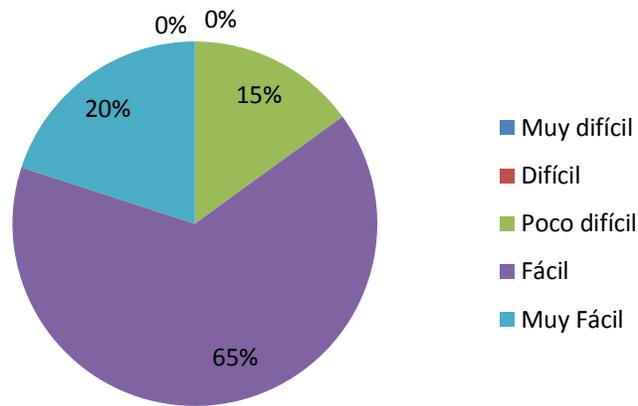


Fig. 77. Al combinar lo aprendido en clase, la práctica de laboratorio y el análisis del proceso de producción a través de la simulación ¿cómo considera la aplicación de las herramientas de la Ingeniería de Métodos?

- ✧ El 50% de los alumnos entiende mejor con la clase, práctica y la simulación, el 25% entiende por igual en clase y práctica, el 15% entiende mejor el tema con la práctica y el 10% solo con la clase, ver figura 78.

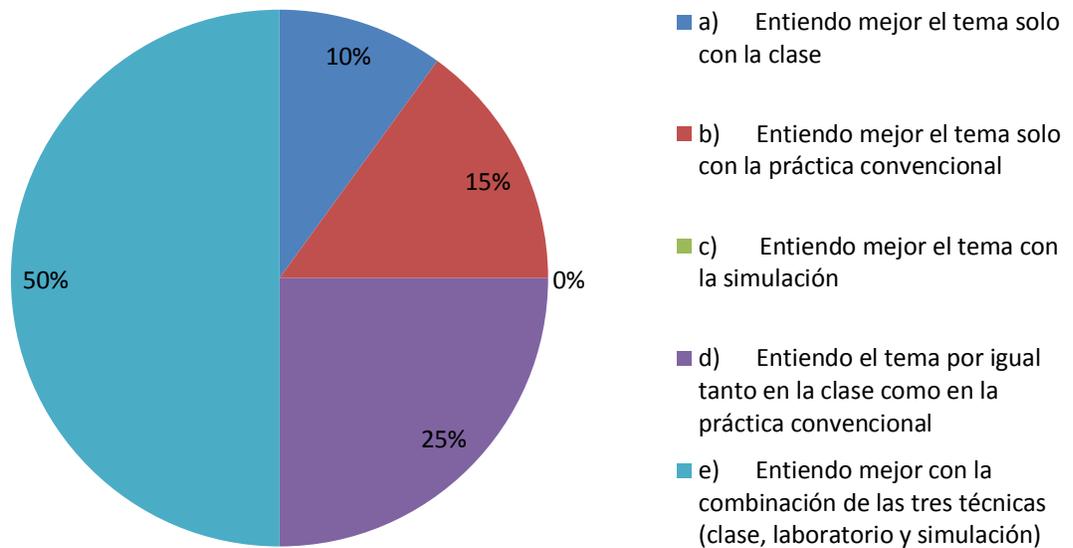


Fig. 78 Con respecto a conocimientos, ¿cuál considera que es su caso?

De acuerdo a los resultados de la encuesta podemos concluir que si es satisfactorio el utilizar la simulación como complemento de la clase y práctica, para facilitar que el alumno se apropie del conocimiento al ofrecerle diversas maneras, sobre todo porque tenemos alumnos que aprenden de manera visual, auditiva o kinestésica.

6.2 Implementación del modelo en el sector industrial

Para determinar si el sistema de estudio de tiempos propuesto en el modelo de Ingeniería de Métodos se aplicó en el sector industrial en una empresa líder global con una amplia gama de componentes electrónicos/electromecánicos diseñados a medida, especializada en la fabricación de alto volumen. En la figura 79 se muestra un ejemplo del procedimiento de un estudio de tiempos elaborado en Excel y que es utilizado en la industria:

CALCULO DE TIEMPOS ESTÁNDARES

1. Define el tamaño de la muestra por turno (Se utilizará la cantidad a producir)

Piezas/turno	% Muestra			
60 to 300	10%	100	Piezas por turno	10
301 to 1000	5%			
1001 to 5000	2%			
Over at 5000	1%			

Cantidad de piezas a evaluar por turno

2. Identifica los datos de la estación, los turnos a trabajar y registra los datos de la persona

LINEA: _____ ESTACIÓN: _____

MODELO: _____ NUM. PARTE: _____

FECHA	TURNO	OPERADOR
	1ro.	
	2do.	
	3ro.	
	4to.	

3. Observa el proceso y toma el muestreo de tiempos.

1-10	13	12.2	13	11.8	13.3	12.7	12.3	13	12.5	12
11-20										
21-30										
31-40										
41-50										
51-60										
61-70										
71-80										
81-90										
91-100										

4. Calcula el promedio de ciclo por pieza (incluyendo lo proporcional del punto 4). Determina el nivel de % de esfuerzo para establecer el estándar.

Prom (seg/ciclo)	Pzas/ciclo	Otras act (seg/pza)	Fatiga 5%	Esfuerzo %	T. Estándar	Net Pcs/Hr	Gross Pcs/Hr
12.6	1	1.5	0.63	85%	12.84	252	280

Elaboró: _____

Revisó: _____

Fig. 79. Ejemplo de la determinación de tiempo estándar en la industria.

En el ejemplo anterior no se hace uso del factor de la actuación ni de la tabla de suplementos, que es el caso de muchas de las empresas, debido a que desconocen las tablas o solo estiman un porcentaje para manejar algo de holgura, en la figura 80 se muestra la propuesta de estudio de tiempos en el programa Excel, en la figura 81 se muestra el cálculo del factor de la actuación y en la figura 82 se muestra el cálculo de los suplementos y el tiempo estándar:

CÁLCULO DE TIEMPOS ESTÁNDARES											
1. IDENTIFICAR LOS DATOS DE LA ESTACIÓN											
LINEA:		ESTACIÓN:									
MODELO:		NUM. PARTE:									
Indique fecha y nombre del operador en el turno que corresponda:											
FECHA	TURNO	OPERADOR:									
	1ro.										
	2do.										
	3ro.										
	4to.										
2. DEFINIR TAMAÑO DE LA MUESTRA POR TURNO											
Piezas/turno	% Muestra	Indique la cantidad a producir:									
60 to 300	10%	100	Piezas por turno			10	Cantidad de piezas a evaluar por turno				
301 to 1000	5%										
1001 to 5000	2%										
Más de 5000	1%										
3. TOMA DE TIEMPOS											
Indique los tiempos de acuerdo al número de muestra:											
1-10	13	12.2	13	11.8	13.3	12.7	12.3	13	12.5	12	
11-20											
21-30											
31-40											
41-50											
51-60											
61-70											
71-80											
81-90											
91-100											
4. CALCULO DE TIEMPO PROMEDIO DE CICLO POR PIEZA											
Prom (seg/ciclo)					Pzas/ciclo						
12.6					1						

Fig. 80 Toma de tiempos para el cálculo del tiempo estándar

Elija una opción de cada tabla:

HABILIDAD		
Es la eficiencia para seguir un método dado no sujeto a variación por voluntad del operador.		
A	Habilísimo	0.15
B	Excelente	0.10
C	Bueno	0.05
D	Medio	0
E	Regular	-0.05
F	Malo	-0.10
G	Torpe	-0.15

HABILIDAD
Bueno

ESFUERZO		
Es la voluntad de trabajar, controlable por el operador dentro de los límites impuestos por la habilidad.		
A	Excesivo	0.15
B	Excelente	0.10
C	Bueno	0.05
D	Medio	0
E	Regular	-0.05
F	Malo	-0.10
G	Torpe	-0.15

ESFUERZO
Medio

CONDICIONES		
Son aquellas condiciones (luz, ventilación, calor) que afectan únicamente al operario y no aquellas que afectan la operación.		
A	Buena	0.05
B	Media	0
C	Mala	-0.05

CONDICIONES
Mala

CONSISTENCIA		
Son los valores de tiempo que realiza el operador que se repiten en forma constante o inconstante.		
A	Buena	0.05
B	Media	0
C	Mala	-0.05

CONSISTENCIA
Mala

Factor de la Actuación: -0.05

6. CALCULO DEL TIEMPO NORMAL

Tiempo Normal: 11.970

Fig. 81. Cálculo del Factor de la Actuación y el Tiempo Normal

7. CÁLCULO DE SUPLEMENTOS

A. HOLGURAS CONSTANTES	
1. Holgura personal	5
2. Holgura por fatiga básica	4

Elija sola las opciones que apliquen al estudio:

B. HOLGURAS VARIABLES:	
1. Holgura por estar parado	
a) Aplica	2
b) No Aplica	0
2. Holgura por posición anormal	
a) Un poco incómoda	0
b) Incómoda (flexionada)	2
c) Muy incómoda (acostado, estitado)	7
d) No Aplica	0
3. Uso de fuerza o energía muscular (levantar, arrastrar o	
Peso levantado en lb.	
5	0
10	1
15	2
20	3
25	4
30	5
35	7
40	9
45	11
50	13
60	17
70	22
No Aplica	0
4. Mala iluminación:	
a) Un poco debajo de lo recomendado	0
b) Bastante debajo de lo recomendado	2
c) Muy inadecuada	5
d) No Aplica	0
5. Condiciones atmosféricas (calor y humedad)	
Índice de enfriamiento en el termómetro húmedo de kata	
milicalorías/cm ² /segundo	
16	0
14	0
12	0
10	3
8	10
6	21
5	31
4	45
3	64
2	100
No Aplica	0
6. Atención cercana:	
a) Trabajo bastante fino	0
b) Trabajo fino o exacto	2
c) Trabajo muy fino o muy exacto	5
d) No Aplica	0
7. Nivel de ruido	
a) Continuo	0
b) Intermitente: fuerte	2
c) Intermitente: muy fuerte	5
d) De tono alto: fuerte	5
e) No Aplica	0
8. Esfuerzo mental:	
a) Proceso bastante complejo	1
b) Espacio de atención complejo o amplia	4
c) Muy complejo	8

1) a) Aplica

2) d) No Aplica

3) No Aplica

4) b) Bastante debajo de lo recomendado

5) No Aplica

6) d) No Aplica

7) c) Intermitente: muy fuerte

8) d) No Aplica

9. Monotonía	
a) Baja	0
b) Meda	1
c) Alta	4
d) No Aplica	0
10. Tedio:	
a) Algo tedioso	0
b) Tedioso	2
c) Muy tedioso	5
d) No Aplica	0

Total de Suplementos: 20

8. CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR

Tiempo Estándar: 14.364

Piezas por hora: 251

9) d) No Aplica

10) b) Tedioso

Fig. 82. Cálculo de Suplementos y Tiempo Estándar

Además se realizó la propuesta en el programa Visual Basic, en la figura 83 se muestra la pantalla de inicio donde se indican los datos del estudio de tiempos, en la figura 84 se determina la muestra, en la figura 85 se registra la toma de tiempos, en la figura 86 se calcula el factor de la actuación y en la figura 87 se determinan los suplementos y el tiempo estándar.

Cálculo de Tiempo Estándar

Datos Muestra Tiempos Actuación Suplementos

CALCULO DE TIEMPOS ESTÁNDARES

1. Identificar los Datos de la Estación

Línea Estación

Modelo Num. Parte

Indique fecha y nombre del operador en el turno que corresponda

Fecha	Turno	Operador
<input type="text"/>	1ro.	<input type="text"/>
<input type="text"/>	2do.	<input type="text"/>
<input type="text"/>	3ro.	<input type="text"/>
<input type="text"/>	4to.	<input type="text"/>



Fig. 83. Identificación de datos de la estación.

Calculo de Tiempo Estándar

Datos Muestra **Tiempos** Actuación Suplementos

2. Definir Tamaño de la Muestra por Turno

Piezas/turno	% Muestra	Indique la cantidad a producir
60 a 300	10%	<input type="text"/> Piezas por turno
301 a 1000	5%	
1001 a 5000	2%	<input type="text"/> Cantidad de piezas a evaluar por turno
Más de 5000	1%	



Fig. 84. Definir tamaño de la muestra por turno

Calculo de Tiempo Estándar

Datos Muestra **Tiempos** Actuación Suplementos

3. Toma de Tiempos

Indique los Tiempos de Acuerdo al Número de Muestra

1-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21-30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31-40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41-50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
51-60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
61-70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
71-80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
81-90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
91-100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

4. Calculo de Tiempo Promedio de Ciclo por Pieza

Prom (seg/ciclo) Pzas/ciclo

Fig. 85. Registro de la toma de tiempos.

Fig. 86 Cálculo de la calificación de la actuación

Fig. 87 Cálculo de suplementos y tiempo estándar

Estos programas permitirán realizar un estudio de tiempos completo y preciso, sin necesidad de buscar las tablas, porque la información ya la contiene y solo será a criterio del analista el elegir las opciones de acuerdo al proceso que está cronometrando.

CONCLUSIONES

Gracias al análisis experimental se logró cumplir con el objetivo de desarrollar un modelo para la aplicación de la Ingeniería de Métodos de acuerdo a los requerimientos actuales de la industria en Mexicali.

Con la implementación del modelo en el sector educativo y en la industria se puede confirmar que se cumplió la hipótesis, que señala que el modelo propuesto para la aplicación de la Ingeniería de Métodos en el PEII de la UABC permitirá generar egresados mejor preparados para enfrentar los nuevos requerimientos de la industria respecto a la disciplina de la Ingeniería de Métodos para contribuir en la competitividad de las mismas, debido a que se considera que los alumnos por ser jóvenes y entusiastas son los agentes de cambio que paulatinamente pondrán en práctica sus conocimientos adquiridos en la industria y compartirán con sus semejantes.

La Ingeniería de Métodos es una línea de conocimiento fundamental para la industria, ya que gracias a ella se analizan las operaciones, se mejoran los métodos, se establecen tiempos estándares de producción, se reducen tiempos, se optimizan recursos, se eliminan desperdicios, se reducen costos y se incrementan utilidades, lo cual permite a las empresas ser más competitivas.

Al realizar el análisis de la oferta educativa de esta línea de conocimiento a nivel local, nacional e internacional se identificó que recibe diferentes nombres, existe una gran similitud en el contenido de temas, la mayoría ofrecen laboratorios para realizar prácticas encaminadas a la aplicación del conocimiento pero no cuentan con instalaciones apropiadas para generar sistemas de producción que le permita al estudiante un acercamiento más real a la industria. Se utilizan software solo para la elaboración de diagramas pero no se tiene identificado uno para realizar el estudio de tiempos de manera sencilla, precisa y rápida.

Los resultados de la encuesta aplicada a la industria arrojó información muy relevante respecto a: la frecuencia de uso de los diagramas, donde el principal es el diagrama de procesos; los métodos que utilizan para el cálculo de tiempos estándar, el más común es a través del uso del cronómetro,

por considerar que no se tiene el tiempo suficiente para realizar un estudio en base a tiempos predeterminados; la determinación del tiempo estándar no lo realizan de manera correcta debido a que no utilizan la tabla del factor de la actuación con la que se mide la habilidad, esfuerzo, consistencia y condiciones del operador para calcular un tiempo normal ni tampoco utilizan la tabla de suplementos para proporcionar una holgura por fatiga o por otras condiciones como ruido, iluminación, esfuerzo mental, monotonía; no utilizan ni conocen un software adecuado, la mayoría utiliza programas propios elaborados en Excel; y recomiendan el uso de videograbaciones para el análisis.

Con la aplicación del QFD se determinó los requerimientos de la industria como la identificación de un software para la aplicación de la Ingeniería de Métodos, promover el uso de la simulación en los estudiantes para el análisis de operaciones para que en la industria puedan realizar mejores propuestas y establecer una metodología más sencilla para el estudio de tiempos para llevarlo a cabo de manera más precisa y con la aplicación del benchmarking se logró identificar los contenidos temáticos más relevantes.

Dado que uno de los requerimientos de la industria era la identificación de un software se analizaron varios y se clasificaron según el enfoque de uso, para esta investigación los más relevantes fueron el visio para elaborar diagramas de operación y el timer pro profesional para realizar estudios de tiempos.

RECOMENDACIONES

Debido a que nos encontramos inmersos en la globalización, es imprescindible que las empresas sean más competitivas, para ello, deben mantenerse en la búsqueda constante de nuevas tecnologías, conocimiento y aplicaciones que les permita aumentar su productividad.

Es por ello que es de suma importancia continuar analizando los cambios o nuevas propuestas que surjan para poder incorporarlos a las universidades, para seguir preparando a excelentes Ingenieros Industriales que contribuyan al crecimiento y desarrollo industrial.

Entre las recomendaciones que puedo citar para mejorar este modelo es que las universidades mejoren sus laboratorios, que proporcionen líneas de producción automatizadas (ver figura 88), para que los alumnos puedan desarrollar prototipos para producir y analizar; adquirir el software Timer Pro para que aprendan a utilizarlo, de esta manera puedan obtener más y mejores herramientas para enfrentar el entorno laboral.

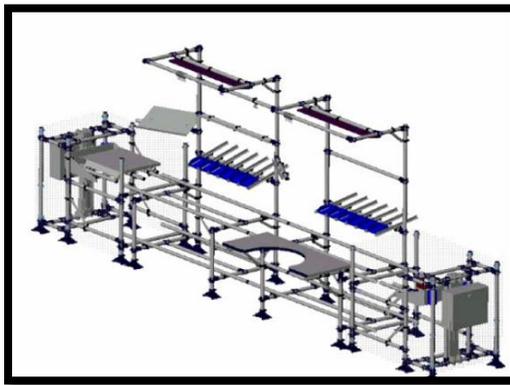


Fig. 88. Recomendación de línea de producción automatizada

Otra línea de investigación importante que puede desprenderse de este trabajo es mejorar los programas para el cálculo del tiempo estándar y definir diferentes escenarios que puedan ser de ayuda para diferentes tipos de procesos.

PRODUCCIÓN ACADÉMICA

CONFERENCIA

- **“Modelo para la aplicación de la Ingeniería de Métodos desde la perspectiva actual de la industria”**

20ª. Semana Nacional de Ciencia y Tecnología de CONACyT

UABC, Facultad de Ingeniería, 23 de Octubre de 2013

PONENCIAS

- **Herramientas de la Ingeniería de Métodos utilizadas en la industria y sus nuevos requerimientos**

Congreso Vértice

UABC, Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño

Ensenada, Baja California

23 al 25 de Abril de 2014

- **Aplicación de la simulación para la optimización de recursos en los laboratorios de Estudio del Trabajo**

1er. Seminario de Investigación

UABC, Facultad de Ingeniería, 19 de Noviembre de 2013

- **Simulación del balanceo de una línea de producción en masa para el laboratorio de Estudio del Trabajo**

Congreso Internacional de Investigación y Formación Docente

Obregón, Sonora

Octubre de 2013

- **Reingeniería de la materia y laboratorio de Estudio del Trabajo**

2º Congreso Iberoamericano de Calidad Educativa

León, Guanajuato

13 al 16 de Marzo de 2013

PUBLICACIONES

- **Herramientas de la Ingeniería de Métodos utilizadas en la industria y sus nuevos requerimientos**
Congreso Vértice
UABC, Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño
ISBN: 978-0-615-98620-3
Ensenada, Baja California
23 al 25 de Abril de 2014
- **Diseño de un laboratorio virtual de ingeniería de métodos como un modelo de educación continua a distancia.**
9no Congreso Internacional de Educación Superior “Universidad 2014”
ISBN: 978-959-16-2255-6
La Habana, Cuba.
10 al 14 de Febrero de 2014
- **Aplicación de la simulación para la optimización de recursos en los laboratorios de Estudio del Trabajo**
1er. Seminario de Investigación
UABC, 19 de Noviembre de 2013
(Publicación en proceso)
- **Simulación del balanceo de una línea de producción en masa para el laboratorio de Estudio del Trabajo**
Congreso Internacional de Investigación y Formación Docente
ISBN: 978-607-609-064-0
Obregón, Sonora
Octubre de 2013
- **Reingeniería de la materia y laboratorio de Estudio del Trabajo**
2º Congreso Iberoamericano de Calidad Educativa
Memorias CICE 2013
ISBN: 978-607-95561-6-7
León, Guanajuato, del 13 al 16 de Marzo de 2013

ANEXOS

ANEXO #1.
Entrevista a Docentes

ENTREVISTA A DOCENTES

Nombre:

Profesión:

Institución de la cual egreso:

Años de experiencia:

Instituciones en las que labora:

Materias que imparte:

- Ingeniería de Métodos
- Ingeniería de Métodos II/Estudio del Trabajo
- Ambas

Temas que imparte:

	SI	NO	NO APLICA
Análisis de Operaciones	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Análisis de Movimientos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Diagrama Hombre-Máquina	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Diagrama Bimanual	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Diagrama de Operaciones de Proceso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Diagrama de Flujo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Diagrama de Recorrido	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Calculo de Tiempo Estándar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Uso de cronómetro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
MTM	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
MOST	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Muestreo de Trabajo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Balanceo de Línea	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Imparte algún tema que no se haya citado anteriormente:

- Si
- No

¿Cuáles temas?

8. ¿Ha detectado algún tema importante que no se encuentre en su carta descriptiva?

- SI
- NO

Los ha impartido en su clase:

- SI
- NO

¿Cuáles temas?

¿Cuentan con un laboratorio de prácticas?

- SI
- NO

¿En qué condiciones se encuentra?

¿Tiene línea de producción?

- SI
- NO

¿Está automatizada?

- SI
- NO

¿Tienen manual de prácticas?

- SI
- NO

¿Utilizan el manual de prácticas?

- SI
- NO

¿Qué productos utilizan para ensamblar?

16. ¿Considera que la materia está actualizada y que cumple con los requerimientos de la industria?

- SI
- NO

¿Por qué?

¿Considera que es suficiente para el desarrollo profesional del estudiante?

- SI
- NO

¿Por qué?

¿Utilizan algún software de aplicación para la materia?

- SI
- NO

¿Cuál software utilizan?

¿Utilizan algún software de aplicación para la materia?

- SI
- NO

¿Cuál software utilizan?

¿Conoce algún software que se utilice en la industria para la ingeniería de métodos?

- SI
- NO

¿Cuál software conoce?

¿Lo ha utilizado el software?

- SI
- NO

¿Tiene alguna sugerencia de productos a ensamblar?

- SI
- NO

¿Qué sugiere?

¿Tiene alguna sugerencia para mejorar el laboratorio?

- SI
- NO

¿Qué sugiere?

¿Qué estrategias de aprendizaje utilizan para realizar las prácticas de los diagramas?

¿Considera que los egresados de ingeniero industrial están bien preparados para la aplicación de la ingeniería de métodos en la industria?

- SI
- NO

¿Por qué?

De acuerdo a su experiencia ¿qué considera que se debe desarrollar en la materia y/o laboratorio para formar mejores profesionistas en ingeniería de métodos?

ANEXO #2.
Encuesta sobre la
aplicación de la
Ingeniería de Métodos

ENCUESTA SOBRE LA APLICACIÓN DE LA ING. DE MÉTODOS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS E INGENIERÍA

¡Buen día!

Con el objetivo de conocer a detalle los requerimientos de la industria en la aplicación de la Ingeniería de Métodos, se le solicita sea tan amable de contestar la ENCUESTA SOBRE LA APLICACIÓN DE LA ING. DE MÉTODOS.

- No llevará mucho tiempo.
- Favor de contestar la encuesta con la mayor sinceridad posible.
- La encuesta estará disponible hasta el 30 de Septiembre del año en curso.
- Al contestar el cuestionario, piense en lo que sucede en su trabajo o en base a su experiencia laboral.
- Sus respuestas serán anónimas y absolutamente confidenciales.
- Sus opiniones y comentarios son muy importantes para el estudio.

De antemano: ¡MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!

*Obligatorio

Nombre:

Años de experiencia:

Nombre de la empresa en la que labora: *

Puesto que desempeña:

¿Aplica la Ingeniería de Métodos en la industria? *

La ingeniería de métodos es la técnica que somete a un profundo análisis los procesos, con el fin de eliminar todas las operaciones innecesarias para acercarse al mejor y más rápido método estándar, para después determinar, por medio de una medición precisa, el número de horas estándar en las cuales un operario, trabajando con un desempeño promedio, puede realizar el trabajo.

- Si
- No

¿Tienen egresados de Ingeniería Industrial en su empresa laborando en el área de producción? *

- Si
- No

¿En qué porcentaje son satisfactorios sus resultados en la aplicación de la Ingeniería de Métodos en la empresa? *

- 0 a 50%
- 51 a 70%
- 71 a 90%
- 91 a 100%

Con qué frecuencia utiliza lo siguiente: *

	Nunca	Poco Frecuente	Frecuente	Muy Frecuente
Análisis de operaciones	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Estudio de movimientos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Estudio de tiempos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Curva de aprendizaje	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Datos y fórmulas estándar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Balanceo de línea	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Análisis y valuación de puestos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Valoración del ritmo de trabajo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Para el análisis de operaciones con qué frecuencia utiliza los siguientes diagramas: *

	Nunca	Poco Frecuente	Frecuente	Muy Frecuente
Hombre máquina	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Procesos de flujo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Operaciones	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Recorrido	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bimanual	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Utiliza algún otro diagrama que no se haya señalado anteriormente: *

- Si
- No

¿Cuál diagrama?

Para el cálculo del tiempo estándar con qué frecuencia utiliza las siguientes técnicas: *

	Nunca	Poco Frecuente	Frecuente	Muy Frecuente
Registros históricos de producción	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cronómetro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Muestreo de Trabajo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
MTM	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
MOST	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Utiliza alguna otra técnica que no se haya señalado anteriormente: *

- Si
- No

¿Cuál técnica?

¿Califica la actuación del operador (habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia) para determinar el tiempo estándar? *

- Si
- No

Si su respuesta es Si, ¿Utiliza la tabla de Westinghouse?

- Si
- No

Si su respuesta es No ¿Cuál es el motivo?

- No hay personal preparado para realizar el estudio.
- No hay tiempo para realizar un estudio completo.
- Se utilizan los tiempos estándar que envían de la matriz.
- A la empresa no le interesa.

¿Determina los factores de fatiga o suplementos del operador para calcular el tiempo estándar? *

- Si
- No

Si su respuesta es Si, ¿utiliza la tabla de fracción de tolerancias?

- Si
- No

Si su respuesta es No ¿Cuál es el motivo?

- No hay personal preparado para realizar el estudio.
- No hay tiempo para realizar un estudio completo.
- Se utilizan los tiempos estándar que envían de la matriz.
- A la empresa no le interesa.

¿Utiliza un software para la aplicación de la ingeniería de métodos? *

- Si
- No

¿Cuál software utiliza?

Considera importante que los alumnos aprendan el uso de un software aplicado a la ingeniería de métodos. *

- Si
- No

¿Ha utilizado la simulación de procesos para el análisis de operaciones? *

- Si
- No

Si su respuesta es Si, ¿cuál programa ha utilizado?

ANEXO #3.
Propuesta de carta
descriptiva de
Ingeniería de Métodos I

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
COORDINACIÓN DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. Unidad Académica: FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y DISEÑO, ENSENADA
FACULTAD DE INGENIERÍA, MEXICALI
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS E INGENIERÍA, TIJUANA
CENTRO DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA, VALLE DE LAS PALMAS
FACULTAD DE INGENIERÍA Y NEGOCIOS, TECATE
2. Programa (s) de estudio: LICENCIATURA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL 3. Vigencia del plan: _____
4. Nombre de la Unidad de aprendizaje: INGENIERÍA DE MÉTODOS 5. Clave: _____
6. HC: 3 HL: 2 HT: _____ HPC: _____ HCL: _____ HE: 3 CR: 8
7. Ciclo escolar: _____ 8. Etapa de formación a la que pertenece: DISCIPLINARIA
9. Carácter de la Unidad de aprendizaje: Obligatoria X Optativa _____
10. Requisitos para cursar la unidad de aprendizaje: _____

Fecha de elaboración: Diciembre 2012

Formuló:

CITEC

Rocio Idalia Rivera Villanueva

Ensenada

Guillermo Amaya Parra

Mexicali

M. Ed. Mildrend Ivett Montoya Reyes

Tecate

M.I. Adriana Isabel Garambullo
M.C.A. Velia Verónica Ferreiro Martínez
M.I. Edith Montiel Ayala

Tijuana

Daniel Armando Coraza Segarra

M.C. Patricia Avitia Carlos
Subdirección del Centro de Ingeniería y Tecnología

M.C. Carlos Gómez Agis
Subdirección de la Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño

Dr. Daniel Hernández Balbuena
Subdirección de la Facultad de Ingeniería

M.C. Lourdes Apodaca del Ángel
Subdirección de la Facultad de Ingeniería y Negocios

Q. Noemí Hernández Hernández
Subdirección de la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería

II. PROPÓSITO GENERAL DEL CURSO

La presente asignatura tiene como propósito que el estudiante desarrolle un análisis crítico y sistemático de los métodos de trabajo organizacionales, aplicando para ello las técnicas y herramientas del estudio de tiempos y movimientos que contribuya a su formación en el área de planeación e implementación de sistemas productivos más eficientes. Es una materia integradora que permite al estudiante enriquecerse agrupando los conocimientos teóricos, técnicos y prácticos que requerirá aplicar durante su ejercicio profesional, por lo cual; es obligatoria al ser considerada una de las asignaturas claves para la formación adecuada del Ingeniero Industrial. Forma parte de la etapa disciplinaria y corresponde al área de las ciencias de la ingeniería del programa educativo de ingeniería industrial, tiene relación con las unidades de aprendizaje de ergonomía y seguridad industrial ya que estas apoyan a la Ingeniería de Métodos para la mejora de procesos y reducción de costos logrando una mayor productividad.

III. COMPETENCIA (S) DEL CURSO

Analizar las operaciones actuales de los sistemas de producción mediante la aplicación de las técnicas y herramientas del estudio de tiempos y movimientos para mejorar métodos y procedimientos productivos, establecer estándares y reducir costos en su futuro campo laboral, lo cual; le permita desarrollar en él un sentido ético orientado a su profesión, con respeto, responsabilidad, creatividad y capacidad para expresar sus ideas, trabajar en equipo y tomar decisiones con fundamentos.

IV. EVIDENCIA (S) DE DESEMPEÑO

Reporte Técnico de proyecto realizado en conjunto con otras asignaturas del semestre, en el cual aplique los conocimientos adquiridos durante el curso y su formación profesional para implementar técnicas y herramientas ingenieriles que contribuyan a mejoras significativas en su campo laboral.
Elaborar un Cartel con información del proyecto realizado.
Presentar verbalmente el proyecto: Medios electrónicos.
Reportes de Prácticas de Laboratorio.
Ensayos de Artículos o casos de estudio discutidos en clase.
Exposiciones en Word.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

Competencia

Conocer los conceptos básicos y antecedentes de la Ingeniería de Métodos, realizando investigaciones documentales y de campo, para la comprensión y manejo correcto de esta información, con una actitud responsable y participativa.

Contenido

Duración

UNIDAD I: Introducción a la Ingeniería de Métodos

6 HC 4 HL

1.1 Ingeniería de Métodos

- 1.1.1 Evolución de la empresa industrial
- 1.1.2 Análisis de la industria en México
- 1.1.3 Áreas de actividad de la Ingeniería de Métodos

1.2 Organización de la Producción

- 1.2.1 Productividad

1.3 Factores que afectan a la productividad

- 1.3.1 Relación entre productividad y utilidades
- 1.3.2 Indicadores de la Productividad

1.4 Estudio de los métodos de trabajo

- 1.4.1 Estudio de métodos: su significación y utilidad
- 1.4.2 Simplificación del trabajo
- 1.4.3 Procedimientos del estudio de métodos
 - 1.4.3.1 Seleccionar el trabajo que debe mejorarse
 - 1.4.3.2 Registrar los detalles del trabajo
 - 1.4.3.3 Analizar los detalles del trabajo
 - 1.4.3.4 Desarrollar un nuevo método para hacer el trabajo
 - 1.4.3.5 Administrar a los operadores en el nuevo método de trabajo
 - 1.4.3.6 Aplicar el nuevo método de trabajo

V. DESARROLLO POR UNIDADES

Competencia

Conocer y diseñar los diferentes diagramas de proceso, mediante la construcción, observación y análisis de métodos actuales con el fin de proponer mejoras significativas, reducir costos y aumentar la productividad en las empresas; a través del trabajo en equipo de manera honesta, responsable y cooperativa.

Contenido

Duración

UNIDAD II: Diagramas de procesos

10 HC 16 HL

2.1 Conceptos generales de los diagramas de proceso

- 2.1.1 Definición e importancia de los diagramas de procesos
- 2.1.2 Cómo proponer, implantar y controlar el método mejorado

2.2 Diagrama de Operaciones de Procesos

- 2.2.1 Concepto e importancia
- 2.2.2 Estructura y elaboración
- 2.2.3 Caso Práctico

2.3 Diagrama de Procesos de Flujo y de recorrido

- 2.3.1 Concepto e importancia
- 2.3.2 Estructura y elaboración
- 2.3.3 Caso Práctico

2.4 Diagrama Hombre-Máquina y de cuadrilla

- 2.4.1 Concepto e importancia
- 2.4.2 Estructura y elaboración
- 2.4.3 Casos Prácticos

V. DESARROLLO POR UNIDADES

Competencia

Analizar las operaciones de diferentes procesos, mediante la aplicación de los enfoques principales del análisis de operación para lograr la optimización de los métodos de fabricación y justificar los cambios que se implementen con creatividad, disciplina y trabajo en equipo.

Contenido

Duración

UNIDAD III: Análisis de Operación

8 HC

3.1 Introducción

3.2 Enfoque principales del Análisis de Operación

3.2.1 Finalidad de la Operación

3.2.2 Diseño de las partes

3.2.3 Tolerancia y especificaciones

3.2.4 Material

3.2.5 Secuencia y proceso de fabricación

3.2.6 Configuración y herramientas

3.2.7 Manejo de materiales

3.2.8 Distribución del equipo

3.3 Método de análisis y aplicación a casos prácticos

V. DESARROLLO POR UNIDADES

Competencia

Examinar los movimientos realizados por los operarios durante el desarrollo de un proceso productivo mediante las técnicas y principios de análisis del lugar de trabajo para descubrir las ineficiencias de los métodos actuales, implementar mejoras y reducir la fatiga del operario; con responsabilidad, trabajo en equipo y disciplina.

Contenido

Duración

UNIDAD IV: Estudio de Movimientos

10 HC 6 horas

4.1 Introducción al estudio de movimientos

- 4.1.1 Definición, importancia y usos del estudio de movimientos
- 4.1.2 Definición de los movimientos básicos y su simbología
- 4.1.3 Clasificación de los movimientos básicos

4.2 Principios de la economía de movimientos

- 4.2.1 Principios relacionados con la aplicación y uso del cuerpo humano
- 4.2.2 Principios relativos al arreglo del área de trabajo
- 4.2.3 Principios relativos al diseño de herramientas y equipos
- 4.2.4 Hoja para verificar la economía de movimientos y reducir la fatiga

4.3 Diagrama bimanual

- 4.3.1 Concepto del diagrama bimanual
- 4.3.2 Procedimiento para elaborar un diagrama bimanual
- 4.3.3 Casos prácticos

V. DESARROLLO POR UNIDADES

Competencia

Realizar estudios de tiempos a través de técnicas de medición y utilización del equipo requerido, para calcular tiempos estándares y contribuir a aumentar la productividad en las organizaciones con honestidad, responsabilidad y disciplina.

Contenido

Duración

UNIDAD V: Estudio de Tiempos

14 HC 6 HL

5.1 Definición y requerimientos del estudio de tiempos

5.2 Equipo para el estudio de tiempos

5.2.1 Cronómetro

5.2.2 Cámaras de Videograbación

5.2.3 Tableros de estudio de Tiempos

5.2.4 Hoja de observaciones

5.3 Medición del Tiempo

5.3.1 Método de lectura con retroceso a cero

5.3.2 Método continuo de lectura de reloj

5.4 Elementos del estudio de tiempos

5.4.1 Selección del Operario

5.4.2 Registro de información significativa

5.4.3 Posición del observador

5.4.4 División de la operación en elementos

5.5 Ejecución del estudio de tiempos

5.5.1 Observaciones necesarias para calcular tiempo normal

5.5.2 Valoración del ritmo de trabajo

5.5.2.1 Calificación del desempeño y holguras

5.5.3 Calculo del tiempo estándar

5.5.4 Curva de aprendizaje

ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS

No. de Práctica	Competencia(s)	Descripción	Material de Apoyo	Duración
1	Elegir el producto sujeto de estudio a través del diseño del mismo, para la aplicación durante el curso de las técnicas de estudio de tiempos y movimientos con responsabilidad y trabajo en equipo.	En la presente práctica los estudiantes elegirán por equipo el producto sujeto de estudio para la aplicación de las técnicas de estudio de tiempos y movimientos durante el periodo lectivo, elaborarán el procedimiento de fabricación por escrito y el diseño del producto con las diferentes vistas.	Subensambles para producto. Computadora e impresora Cámara fotográfica Producto Mesas de trabajo Bancos Contenedores de material	4 Horas
2	Elaborar las hojas de operación del producto en estudio mediante el análisis y observación del proceso a través de la realización de una corrida piloto para utilizarlas en las estaciones de trabajo con responsabilidad, disciplina y cooperación del equipo.	En la presente práctica los estudiantes elaborarán las hojas de operación requeridas para realizar la corrida piloto del proceso de elaboración del producto en estudio con responsabilidad y disciplina.	Cronómetro electrónico Proceso de elaboración del producto Formas para hojas de operación Lápiz Computadora e Impresora Producto Mesas de trabajo Bancos Contenedores de material	4 Horas
3	Elaborar un Diagrama de Proceso de Operaciones actual aplicando la metodología vista en clase para analizar y proponer mejoras significativas en el proceso en estudio de forma creativa, crítica y responsable.	En la presente práctica los estudiantes elaborarán el Diagrama de Proceso de Operaciones del producto en estudio con responsabilidad y disciplina al trabajar en equipo.	Formas para Elaboración de Diagrama Lápiz Computadora e Impresora	4 Horas

No. de Práctica	Competencia(s)	Descripción	Material de Apoyo	Duración
4	Elaborar un Diagrama de Proceso de Flujo actual aplicando la metodología vista en clase para analizar y proponer mejoras significativas en el proceso en estudio de forma creativa, crítica, cooperativa y responsable.	En la presente práctica los estudiantes elaborarán el Diagrama de Proceso de Flujo del producto en estudio con responsabilidad y disciplina al trabajar en equipo	Producto Mesas de trabajo Bancos Contenedores de material Cronómetro electrónico Formas para Elaboración de Diagrama Lápiz Computadora e Impresora. Producto	4 Horas
5	Elaborar un Diagrama de Recorrido de Actividades Actual aplicando la metodología vista en clase para analizar y proponer mejoras significativas en el proceso en estudio de forma creativa, crítica, cooperativa y responsable.	En la presente práctica los estudiantes elaborarán el Diagrama de Recorrido de Actividades del producto en estudio con responsabilidad y disciplina al trabajar en equipo.	Mesas de trabajo Bancos Contenedores de material Cronómetro electrónico Formas para Elaboración de Diagrama Lápiz Producto	4 Horas
6	Elaborar un Diagrama Bimanual Actual aplicando la metodología vista en clase para analizar y proponer mejoras significativas en el proceso en estudio de forma creativa, crítica, cooperativa y responsable.	En la presente práctica los estudiantes elaborarán el Diagrama de Mano Izquierda y Derecha del producto en estudio con responsabilidad y disciplina al trabajar en equipo.	Mesas de trabajo Contenedores de material Cronómetro electrónico Formas para Elaboración	4 Horas

No. de Práctica	Competencia(s)	Descripción	Material de Apoyo	Duración
7	<p>Analizar y elaborar Diagramas de Proceso Propuestos aplicando las mejoras propuestas en el proceso para lograr mejores métodos de trabajo que contribuyan a mejorar la eficiencia en estudio de forma creativa, crítica, cooperativa y responsable.</p>	<p>En la presente práctica los estudiantes elaborarán los Diagrama Propuestos del producto en estudio con responsabilidad y disciplina al trabajar en equipo.</p>	<p>Productos Mesas de trabajo Bancos Contenedores de material Cronómetro electrónico Cintas de medir Formas para Elaboración de Diagrama Lápiz Computadora e Impresora</p>	6 Horas
8	<p>Elaborar un video del proceso mejorado mediante la realización de una corrida piloto para evidenciar el trabajo realizado durante el curso en laboratorio con responsabilidad, creatividad y trabajo en equipo.</p>	<p>En la presente práctica los estudiantes realizarán la corrida piloto de su proceso y tomarán video del mismo con responsabilidad y disciplina al trabajar en equipo.</p>	<p>Producto Mesas de trabajo Bancos Contenedores de material Cronómetro electrónico Cámara de video</p>	2 Horas

VII. METODOLOGÍA DE TRABAJO

Exposiciones individuales de temas de la Ingeniería Industrial, casos de estudio discutidos en clase, trabajo en equipo a través de la realización de ejercicios prácticos de elaboración de diagramas de procesos, realización de prácticas de laboratorio y elaboración de un proyecto en una empresa de la localidad aplicando los conocimientos adquiridos durante el curso para lograr una buena gestión y toma de decisiones acertadas.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de Evaluación del Curso:

Trabajos y/o exposiciones	10%
Tres evaluaciones parciales	30%
Laboratorio	20%
Proyecto Final	<u>40%</u>
	100%

IX. BIBLIOGRAFÍA

Básica

1. **Benjamín Niebel y Andris Freivalds.** (2004), INGENIERÍA INDUSTRIAL Métodos, estándares y diseño del trabajo. Ed. ALFAOMEGA.

Complementaria

1. **Roberto García Criollo.** (2005), Estudio del Trabajo, ingeniería de métodos y medición del trabajo. Ed. Mc Graw Hill.
2. **H.B. Maynard.** (2008), Manual del Ingeniero Industrial. Ed. Mc Graw Hill.

ANEXO #4.
Propuesta de carta
descriptiva de Ingeniería
de Métodos II

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN DE FORMACIÓN BÁSICA
COORDINACIÓN DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA
PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

2. Unidad Académica (s): FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y DISEÑO, ENSENADA
FACULTAD DE INGENIERÍA, MEXICALI
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS E INGENIERÍA, TIJUANA
CENTRO DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA, VALLE DE LAS PALMAS
ESCUELA DE INGENIERÍA Y NEGOCIOS, TECATE

2. Programa (s) de estudio: (Técnico, Licenciatura (s))

Licenciatura en Ingeniería Industrial

3. Vigencia del plan:

4. Unidad de Aprendizaje : **Ingeniería de Métodos II**

5. Clave

6. HC: **3** HL: **2** HT **2** HPC HCL HE CR **8**

7. Ciclo Escolar:

8. Etapa de formación a la que pertenece: **Disciplinaria**

9. Carácter de la Unidad de Aprendizaje:

Obligatoria: **X**

Optativa

10. Requisitos para cursar la unidad de aprendizaje: **Ingeniería de Métodos I**

Fecha de elaboración: Diciembre 2012

Formuló:

Rocio Idalia Rivera Villanueva

M.I. Yuridia Vega

Valle de las Palmas

Guillermo Amaya Parra
M.C. Jesús Everardo Olguín Tiznado
M.C. Claudia Camargo Wilson

Ensenada

M. Ed. Mildrend Ivett Montoya Reyes

Mexicali

M.I. Adriana Isabel Garambullo
M.A. Velia Verónica Ferreiro Martínez

Tecate

Dr. Juan Andrés López Barreras
M.C. José María López Barreras

Tijuana

M.C. Patricia Avitia Carlos
Subdirección del Centro de Ingeniería y Tecnología

M.C. Carlos Gómez Agis
Subdirección de la Facultad de Ingeniería, Arquitectura y
Diseño

Dr. Daniel Hernández Balbuena
Subdirección de la Facultad de Ingeniería

M.C. Lourdes Apodaca del Ángel
Subdirección de la Facultad de Ingeniería y Negocios

Q. Noemí Hernández Hernández
Subdirección de la Facultad de Ciencias Químicas e
Ingeniería

II. PROPÓSITO GENERAL DEL CURSO

La presente asignatura tiene como propósito que el estudiante desarrolle un análisis crítico y sistemático en el análisis de los sistemas de trabajo, aplicando para ello las técnicas de estudio de tiempos predeterminados que contribuya a su formación en el área de diseño, planeación e implementación de sistemas productivos más eficientes. Es una materia integradora que permite al estudiante enriquecerse agrupando los conocimientos teóricos, técnicos y prácticos que requerirá aplicar durante su ejercicio profesional. Es obligatoria al ser considerada una de las asignaturas claves para la formación adecuada del Ingeniero Industrial. Forma parte de la etapa disciplinaria y corresponde al área de las ciencias de la ingeniería del programa educativo de ingeniería industrial, tiene relación con las unidades de aprendizaje de Ergonomía, Seguridad industrial e Ingeniería de Métodos I.

III. COMPETENCIA (S) DEL CURSO

Analizar las operaciones de los sistemas de producción mediante la aplicación de las técnicas y herramientas de tiempos predeterminados, tiempo estándar, valuación de puestos y balanceo de líneas para mejorar métodos y procedimientos para que el alumno proponga mejoras a los procesos con un alto sentido de responsabilidad.

IV. EVIDENCIA (S) DE DESEMPEÑO

Reporte Técnico de proyecto realizado en conjunto con otras asignaturas del semestre, en el cual aplique los conocimientos adquiridos durante el curso y su formación profesional para implementar técnicas y herramientas ingenieriles que contribuyan a mejoras significativas en su campo laboral.

Elaborar un Cartel con información del proyecto realizado. Presentar verbalmente el proyecto: Medios electrónicos. Reportes de Prácticas de Laboratorio. Ensayos de Artículos o casos de estudio discutidos en clase. Exposiciones en PowerPoint.

V. DESARROLLO POR UNIDADES

Competencia

Analizar los conceptos básicos y antecedentes de los tiempos predeterminados, a través de investigaciones documentales y de campo, para la comprensión y manejo correcto de esta información, con una actitud responsable y participativa.

Contenido

Duración

UNIDAD I. TIEMPOS PREDETERMINADOS

12 hrs.

1.1 Fundamento Teórico

1.1.1 Principales sistemas de tiempos predeterminados (Work Factor, MTM y MOST,MODAPTS)

1.2 Método de Medición de Tiempos (MTM)

1.2.1 Tipos de MTM

1.2.2 Manejo de Tablas de valores de MTM-1

1.2.3 Campos de aplicación

1.2.4 Hoja de registro

V. DESARROLLO POR UNIDADES

Competencia

Discutir y diseñar hojas de registro de operaciones mediante la observación y análisis de métodos actuales con el fin de proponer mejoras significativas; a través del trabajo en equipo de manera honesta, responsable y cooperativa.

Contenido

Duración

UNIDAD II. TÉCNICA DE SECUENCIA DE OPERACIONES DE MAYNARD (MOST)

8hrs

2.1 Técnica de Secuencia de Operaciones de Maynard

2.1.1 Tipos de técnicas MOST

2.1.2 Manejo de tablas de valores MOST

2.1.3 Campos de aplicación

2.1.4 Hoja de registro

V. DESARROLLO POR UNIDADES

Competencia

Analizar las diversas técnicas de muestreo, mediante la organización de información en diagramas de control y cálculo de niveles de confianza para lograr una estructura formal del muestreo del trabajo con sentido de responsabilidad y trabajo en equipo.

Contenido

Duración

UNIDAD III. MUESTREO DE TRABAJO

10 hrs

3.1 Muestreo de Trabajo

3.2 Metodología del Muestreo de Trabajo

3.2.1 Técnicas del muestreo por atributos

3.2.2 Determinación del número de observaciones

3.2.3 Niveles de confianza

3.2.4 Diagramas de Control

3.3 Aplicación para establecer el Tiempo Estándar

3.4 Diseño de la hoja de observaciones

V. DESARROLLO POR UNIDADES

Competencia

Examinar los aspectos teóricos de los datos de tiempo estándar orientados principalmente a máquinas y herramientas mediante el uso de las fórmulas de tiempo disponibles para optimizar los procesos estudiados e implementar mejoras con responsabilidad, trabajo en equipo y disciplina.

Contenido

Duración

UNIDAD IV. DATOS Y FÓRMULAS ESTÁNDAR

4.1 Desarrollo de datos de tiempo estándar

4.2 Problemas referentes a máquinas herramientas

4.3 Fórmulas de Tiempo

6 hrs

V. DESARROLLO POR UNIDADES

Competencia

Realizar estudios de tiempos a través de técnicas de medición y utilización del equipo requerido, para calcular número de operadores y estaciones de trabajo y contribuir en el incremento de la productividad en las organizaciones con honestidad, responsabilidad y disciplina.

Contenido

Duración

UNIDAD V. BALANCEO DE LÍNEAS

6 hrs

5.1 Técnica de Balanceo de Líneas

5.1.1 Determinación del número de operadores.

5.1.2 Minimización del número de estaciones de trabajo.

5.1.3 Asignación de elementos a las estaciones de trabajo.

5.1.4 Línea de ensamble

V. DESARROLLO POR UNIDADES

Competencia

Evaluar los puestos a través del estudio del trabajo para organizar la estructura de la empresa y contribuir al mejoramiento de la curva de aprendizaje con honestidad, responsabilidad y disciplina.

Contenido

Duración

UNIDAD VI. ANÁLISIS Y VALUACIÓN DE PUESTOS

6 hrs

- 6.1 Importancia del estudio del trabajo para la descripción del puesto y la valuación del mismo
- 6.2 El estudio del trabajo en la estructura de salarios
- 6.3 El estudio del trabajo en los planes de incentivos
- 6.4 Curva de aprendizaje

VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS

No. de Práctica	Competencia(s)	Descripción	Material de Apoyo	Duración
1	<p>Analizar los conceptos básicos y antecedentes de los tiempos predeterminados y hojas de registro, a través de investigaciones documentales y de campo para la comprensión y manejo correcto de esta información, con una actitud responsable y participativa.</p>	<p>Los alumnos realizarán una investigación de campo que resulte en una presentación frente al grupo de los hallazgos mas importantes desde su perspectiva y que debe ser entregado al docente por lo medios previstos. Esta práctica debe contener entrevistas a individuos en la industria.</p>	<p>Internet, bibliografía recomendada.</p>	<p>2 Horas</p>
2	<p>Investigar un caso real de medición de tiempos MTM mediante el análisis y observación de un proceso para proponer mejoras en los sistemas con responsabilidad, disciplina y cooperación del equipo.</p>	<p>Los alumnos estudiaran un caso real en el que se puedan identificar los elementos de estudio más importantes. Presentaran un informe en que se respetan con ética los principios de confidencialidad de información de las empresas que proporcionen la información.</p>	<p>Investigación de campo, bibliografía recomendada, Internet. Materiales disponibles en el laboratorio.</p>	<p>2 Horas</p>
3	<p>Investigar un caso real de MOST mediante el análisis y observación de un proceso para proponer mejoras en los sistemas con responsabilidad, disciplina y cooperación del equipo.</p>	<p>Los alumnos estudiaran un caso real en el que se puedan identificar los elementos de estudio más importantes. Presentaran un informe en que se respetan con ética los principios de confidencialidad de información de las empresas que proporcionen la información.</p>	<p>Investigación de campo, bibliografía recomendada, Internet. Materiales disponibles en el laboratorio.</p>	<p>2 Horas</p>

4	<p>Analizar las técnicas de muestreo por atributos a través del uso de software disponible para validar sus ventajas con sentido de responsabilidad y trabajo en equipo.</p>	<p>Los alumnos analizarán diversos casos utilizando un software para facilitar su interpretación.</p>	<p>Investigación de campo, bibliografía recomendada, Internet. Materiales disponibles en el laboratorio y software.</p>	2 Horas
5	<p>Elaborar Diagramas de Control utilizando la metodología vista en clase para analizar y proponer mejoras significativas en el proceso en estudio de forma creativa, crítica, cooperativa y responsable.</p>	<p>Es la resolución de ejercicios basados en la bibliografía recomendada o de otras fuentes. El alumno integrara un compendio de ejercicios que deberá entregar al docente por los medios previstos.</p>	<p>Investigación de campo, bibliografía recomendada, Internet.</p>	3 Horas
6	<p>Diseñar una hoja de observaciones con el apoyo de las TIC para mejorar su utilidad de forma creativa</p>	<p>Es el diseño de un formato que contenga todas las características necesarias de tal modo que se mejore su aprovechamiento. Para ello el alumno debe analizar un nuevo proceso o utilizar la información de las prácticas anteriores.</p>	<p>Investigación de campo, bibliografía recomendada, Internet.</p>	2 Horas

7	Calcular el tiempo estándar de diversos procesos y maquinas-herramientas a través del estudio de escenarios hipotéticos o reales para proponer mejoras en los procesos de forma creativa, crítica, cooperativa y responsable.	Es la resolución de ejercicios basados en la bibliografía recomendada o de otras fuentes. El alumno integrara un compendio de ejercicios que deberá entregar al docente por los medios previstos.	Investigación de campo, bibliografía recomendada, Internet.	2 Horas
8	Determinar el número de operadores que requiere un proceso específico mediante el uso de las formulas y métodos vistos en clase para optimizar el recurso humano con sentido de responsabilidad y ética.	Es la resolución de ejercicios basados en la bibliografía recomendada o de otras fuentes. El alumno integrara un compendio de ejercicios que deberá entregar al docente por los medios previstos.	Investigación de campo, bibliografía recomendada, Internet. Materiales disponibles en el laboratorio.	2 Horas
9	Determinar el número de estaciones de trabajo que requiere un sistema productivo específico mediante el uso de las formulas y métodos vistos en clase para optimizar el espacio disponible y otros recursos con sentido de responsabilidad y ética.	Es la resolución de ejercicios basados en la bibliografía recomendada o de otras fuentes. El alumno integrará un compendio de ejercicios que deberá entregar al docente por los medios previstos.	Investigación de campo, bibliografía recomendada, Internet. Materiales disponibles en el laboratorio.	2 Horas
		Es la resolución de ejercicios basados en la bibliografía recomendada o de otras fuentes. El alumno integrara un compendio de		

10	Determinar el número de elementos y que requiere una estación de trabajo específica mediante el uso de la información recabada en las prácticas anteriores o en otro escenario para optimizar el recurso disponible en la empresa con sentido de responsabilidad y ética.	ejercicios que deberá entregar al docente por los medios previstos. Es la integración de todos los conocimientos técnicos vistos en clase donde el producto es proceso funcional documentado, balanceado y eficiente.	Investigación de campo, bibliografía recomendada, Internet. Materiales disponibles en el laboratorio.	2 Horas
11	Proyectar una línea de ensamble que contemple todos los aspectos para integrar los conocimientos vistos en clase en base al trabajo en equipo.	En la presente práctica los estudiantes realizarán la corrida piloto de su proceso y tomarán video del mismo con responsabilidad y disciplina al trabajar en equipo.	Investigación de campo, bibliografía recomendada, Internet.	4 Horas
12	Elaborar un video de un proceso mejorado mediante la realización de una corrida piloto para evidenciar el trabajo realizado durante el curso en laboratorio con responsabilidad, creatividad y trabajo en equipo.	El alumno determinara con actitud crítica las deficiencias de los sistemas de incentivos y salarios de un caso dado. Elaborará un reporte que describa los hallazgos y recomiende mejoras para el desempeño de la curva de aprendizaje.	Investigación de campo, bibliografía recomendada, Internet. Materiales disponibles en el laboratorio.	5 Horas
13	Analizar las estructuras de salarios e incentivos de un caso real a través de las técnicas vistas en clase para determinar los efectos en la curva de aprendizaje y proponer mejoras con un alto sentido de responsabilidad.		Investigación de campo, bibliografía recomendada, Internet	2 Horas

VII. METODOLOGÍA DE TRABAJO

El académico:

- 1.- Proporcionará las guías de trabajo y el calendario de actividades a desarrollar.
- 2.- Establecerá una serie actividades de investigación de campo y documental para complementar la información.
- 3.- Expondrá de forma clara los casos y ejercicios de las seis unidades y siempre que sea posible apoyándose en las tecnologías de información y comunicación disponibles.
- 4.- Podrá asignar con anticipación máximo una exposición (individual o en equipo) de un tema específico para que los alumnos lo desarrollen y expongan frente al grupo antes de que termine la semana #13 del semestre.

El alumno:

- 1.- Asistirá de forma presencial a cada una de las horas establecidas para esta UA.
- 2.- Realizará y entregará en tiempo y forma todos sus reportes de actividades de investigación, esto incluye al análisis y la resolución de los casos presentados en clase y los ejercicios que se entreguen para realizarlos fuera del salón de clases.
- 3.- Realizará autoevaluaciones para monitorear y después fortalecer su aprovechamiento académico.
- 4.- Entregará un trabajo final aplicado a un caso real de su elección o asignado por el docente. Podrá ser en equipo o individual (de acuerdo a lo que establezca el académico). El formato del trabajo final será proporcionado por el académico.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios de calificación:

Exámenes	35%
Trabajo final	30%
Tareas	20%
Exposición de un tema	5%
Autoevaluaciones	5%
Asistencia	5%

Criterio de evaluación: Los exámenes incluirán temas vistos en clase, taller y laboratorio.

Las tareas tienen validez si y solo si son entregados puntualmente.

El proyecto final deberá cumplir con el formato previamente señalado por el docente y ser expuesto frente al grupo.

IX. BIBLIOGRAFÍA

Básica

2. Benjamín Niebel y Andris Freivalds. (2004), INGENIERÍA INDUSTRIAL Métodos, estándares y diseño del trabajo. Ed. ALFAOMEGA.
3. Elwood, S. Buffa. (1982), "Administración y dirección técnica de la Producción", Cuarta Edición, Editorial: Limusa, México, D.F., 1982, P.p. 672
4. González, Ruiz Lucinda, ESPRIU, Torres José. (2001), "Instructivo Teórico-Práctico de Análisis Sistemático de la Producción I" México D.F., enero 2001, P.p. 60
5. Niebel, Benjamin, Freivalds Andris. (2001), "Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo" Décima edición, Editorial: Alfaomega, México, D.F., 2001, P.p. 728
6. Oficina Internacional del Trabajo. (1998), "Introducción al Estudio del Trabajo", Cuarta edición, Editorial: Noriega-Limusa, México D.F., 1998. P.p. 522.

Complementaria

7. Roberto García Criollo. (2005), Estudio del Trabajo, ingeniería de métodos y medición del trabajo. Ed. Mc Graw Hill.
8. H.B. Maynard. (2008), Manual del Ingeniero Industrial. Ed. Mc Graw Hill.
9. Krick, Edward V. (1961), "Ingeniería de Métodos", Editorial: LIMUSA, México D.F., 1961, P.p. 550

ANEXO #5.
Encuesta en
Estudio del Trabajo

ENCUESTA EN ESTUDIO DEL TRABAJO

Instrucciones: marque con una X su respuesta.

1. ¿Conoces la técnica MTM?

SI	
NO	

Si su respuesta es No, favor de no continuar, gracias!

2. ¿Cómo considera el aprender a realizar un estudio de MTM solo con las tablas?

Muy difícil	Difícil	Poco difícil	Fácil	Muy fácil

3. La tabla de MTM contiene la descripción de cada movimiento, ¿cómo considera las descripciones de los movimientos?

No las entendí	Confusas	Un poco confusas	Claras	Bastantes claras

4. Al ver videos de los movimientos de MTM, ¿cómo considera las descripciones de los movimientos?

No las entendí	Confusas	Un poco confusas	Claras	Bastantes claras

5. Al utilizar las tablas de MTM y ver videos para visualizar los movimientos, ¿cómo considera la aplicación de la técnica de MTM?

Muy difícil	Difícil	Poco difícil	Fácil	Muy fácil

ANEXO #6.
Encuesta en
Ingeniería de Métodos

ENCUESTA EN INGENIERÍA DE MÉTODOS

Instrucciones: marque con una X su respuesta.

1. ¿Cómo considera el aprender a realizar los diagramas de Ingeniería de Métodos en clase?

Muy difícil	Difícil	Poco difícil	Fácil	Muy fácil

2. ¿Cómo considera el aplicar los diagramas de Ingeniería de Métodos en el laboratorio?

Muy difícil	Difícil	Poco difícil	Fácil	Muy fácil

3. ¿Cómo considera el analizar un proceso de producción a través de la simulación?

Muy difícil	Difícil	Poco difícil	Fácil	Muy fácil

4. Al combinar lo aprendido en clase, la práctica de laboratorio y el análisis del proceso de producción a través de la simulación ¿cómo considera la aplicación de las herramientas de la Ingeniería de Métodos?

Muy difícil	Difícil	Poco difícil	Fácil	Muy fácil

5. Con respecto a conocimientos, cuál considera que es su caso?

- Entiendo mejor el tema solo con la clase
- Entiendo mejor el tema solo con la práctica convencional
- Entiendo mejor el tema con la simulación
- Entiendo el tema por igual tanto en la clase como en la práctica convencional
- Entiendo mejor con la combinación de las tres técnicas (clase, laboratorio y simulación)

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Niebel, B., Freivalds, A. (2009) *Ingeniería Industrial Métodos, estándares y diseño del trabajo*. México: Mc Graw Hill.
- [2] UABC, PEII. Recuperado el 21 de Agosto de 2012 de <http://ingenieria.mx1.uabc.mx/carreras/industrial/introduccion.html>
- [3] Hodson, W. (1996) *Maynard Manual del Ingeniero Industrial, Tomo I*, México: Mc Graw Hill.
- [4] Romero, S., Hernández, O., Muñoz, D. (2006) *Introducción a la Ingeniería un enfoque industrial*. México: CENGAGE Learning
- [5] Zorrilla, S., Méndez, J.S. (2004) *Diccionario de Economía*. México: Limusa Noriega.
- [6] Méndez, J.S., (2004) *Problemas Económicos de México*. México: Mc Graw Hill.
- [7] Calderón, C., Sánchez, I. (2011) *Crecimiento económico y política industrial en México*. Recuperado el 24 de Septiembre de 2012 de http://www.probdes.iiec.unam.mx/numeroenpdf/170_v43/05artCalderon.pdf
- [8] *Plan de Desarrollo 2013-2018*, Recuperado el 31 de Mayo de 2013 de <http://pnd.gob.mx/>
- [9] *Economía Competitiva*, Recuperado el 24 de Septiembre de 2012 de http://www.bajacalifornia.gob.mx/portal/gobierno/ped/doctos/economia_competitiva.pdf
- [10] *Visión al año 2020 para el municipio*, Recuperado el 24 de Agosto de 2012 de <http://cdem.org.mx/metas2020/>
- [11] *Manual de CACEI*, Recuperado el 24 de Abril de 2013 de <http://www.cacei.org/PDF's%202013/antecedentes.pdf>
- [12] *Proyecto de Modificación del Programa de Ingeniero Industrial*, UABC, Octubre de 2006
- [13] Cruelles, J.A., (2013) *Mejora de Métodos y tiempos de fabricación*, México: Alfaomega
- [14] *Guía para el sustentante EGEL-IINDU*, Ceneval, Fecha de última actualización: 24 de julio de 2012. Recuperado el 21 de Septiembre de 2012 de http://archivos.ceneval.edu.mx/archivos_portal/12224/GuiadeIEGEL-IINDU.pdf

- [15] *Institutos Tecnológicos*, Recuperado el 21 de Septiembre de 2012 de <http://www.itlp.edu.mx/seccion.php?CONTENIDO=Temario+Industrial+2010&id=114>
- [16] *CETYS*, Recuperado el 21 de Septiembre de 2012 de http://www.cetys.mx/pdf/industrial/5/ingMetodos_5toIngInd.pdf
- [17] *Carta Descriptiva de Ingeniería de Métodos del PEII*, (2006) UABC
- [18] *Carta Descriptiva de Estudio del Trabajo del PEII*, (2006) UABC
- [19] Velázquez, K.I. (2005). *Herramienta Virtual para el Mejoramiento del Proceso Enseñanza-Aprendizaje, soportado en el Sistema de Aseguramiento de Calidad ISO 9000, para la materia de Ingeniería de Métodos I de la Carrera de Ingeniero Industrial*. UABC, Mexicali, B.C.
- [20] Restrepo, G. Monsalve, A.M. (2009) *Aplicación de la Ingeniería Estándar en las empresas de confecciones y alimentos del Valle De Aburrá*. Universidad de Antioquia.
- [21] Vega, H.L. Suárez, M.A. Villarán, N.A. Rosales, R.M. (2009) *Diseño de Guías de Laboratorio de la Cátedra de Ingeniería de Métodos*. Universidad Centroamericana “José Simeón Cañas”.
- [22] Amezcua, M.D. (2010) *Implementación de la norma ISO 9001:2008 en los laboratorios de Ingeniería de Métodos, Ergonomía y Estudio del Trabajo*. UABC, Mexicali, B.C.
- [23] Salas, C.O. (2010) *Laboratorio Virtual de Ingeniería de Métodos*. UABC, Mexicali, B.C.
- [24] H.B. Maynard (1997), *Manual del Ingeniero Industrial*. Ed. Mc Graw Hill
- [25] García, R. (2005) *Estudio del Trabajo, Ingeniería de métodos y medición del trabajo* México: Mc Graw Hill
- [26] *La Entrevista*, Recuperado el 10 de Abril de 2013 de http://www.estudiantes.elpais.com/descargas/Consejo_Entrevista.pdf
- [27] *INEGI*, Recuperado el 15 de Noviembre de 2012 de http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/Proyectos/aspectosmetodologicos/DocumentosTecnicos/proc_est.aspx
- [28] *Google Drive*, Recuperado el 26 de Agosto de 2013 de http://es.wikipedia.org/wiki/Google_Drive

- [29] *Como crear y publicar una encuesta en línea utilizando Google Drive*, Recuperado el 26 de Agosto de 2013 de <http://www.slideshare.net/cfpdudg/cmo-crear-y-publicar-una-encuesta-en-linea-utilizando-google-drive>
- [30] *Calculo del tamaño de la muestra*. Recuperado el 26 de Agosto de 2013 de <http://www.slideshare.net/jhonceusa/como-calcular-el-tamao-de-una-muestra>
- [31] Cantú, H. (2011) *Desarrollo de una Cultura de Calidad*. México: Mc Graw Hill.
- [32] *La masa crítica en el marketing*, Recuperado el 28 de Abril de 2014 de <http://tecopio.blogspot.mx/2012/02/la-masa-critica-en-el-marketing.html>
- [33] *Google Sites*, Recuperado el 28 de Abril de 2014 de http://es.wikipedia.org/wiki/Google_Sites
- [34] Bermón, Leonardo, *Simulación*, Recuperado el 10 de Marzo de 2014 de <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4060010/lecciones/Capitulo1/definicion.htm>
- [35] *ProModel*. Recuperado el 25 de Noviembre de 2013 de <http://www.promodel.com.mx/promodel.php>
- [36] *Visual Basic*, Recuperado el 28 de Abril de 2013 de http://www.estudiantes.elpais.com/descargas/Consejo_Entrevista.pdf
- [37] *UNAM*. Recuperado el 25 de Noviembre de 2013 de http://www.ingenieria.unam.mx/paginas/Carreras/planes2010/ingIndustrial_Plan.php
- [38] *UAM*. Recuperado el 25 de Noviembre de 2013 de http://cbi.azc.uam.mx/planes/ing_industrial.html
- [39] *UDG*. Recuperado el 25 de Noviembre de 2013 de <http://www.cucei.udg.mx/carreras/industrial/sites/default/files/IngenieriadeEstandaresdeTrabajo.pdf>
- [40] *Arizona State University* Recuperado el 25 de Noviembre de 2013 de <http://cidse.engineering.asu.edu/forstudent/undergraduate/majors/industrial-engineering-bse/degreerequirementsbseie/>

- [41] *University of San Diego* Recuperado el 25 de Noviembre de 2013 de http://www.sandiego.edu/engineering/programs/industrial_and_systems_engineering/courses.php
- [42] *Rensselaer Polytechnic Institute* Recuperado el 25 de Noviembre de 2013 de http://catalog.rpi.edu/preview_course_nopop.php?catoid=4&coid=6559
- [43] *King Saud University* Recuperado el 25 de Noviembre de 2013 de http://engineering.ksu.edu.sa/Arabic/En/Departments/IndustrialEng/Programs/bachelor_science_industrial_engineering/Pages/courses_discription.aspx
- [44] *TOBB Universidad de Economía y Tecnología* Recuperado el 25 de Noviembre de 2013 de <http://bgumus.etu.edu.tr/>
- [45] Villaseñor, A., (2011) *Manual de Lean Manufacturing, Guía Básica*. México: Limusa.
- [46] *ProEngineer*. Recuperado el 25 de Noviembre de 2013 de <http://www.proengineer.com/>
- [47] *Catia*. Recuperado el 25 de Noviembre de 2013 de <http://www.3ds.com/products-services/catia/capabilities/design/>
- [48] *SketchUp*. Recuperado el 25 de Noviembre de 2013 de <http://www.sketchup.com/es>
- [49] *Visio*. Recuperado el 25 de Noviembre de 2013 de <http://office.microsoft.com/es-mx/visio/caracteristicas-principales-de-microsoft-visio-2013-software-de-diagramas-FX103796044.aspx>
- [50] *Edraw*. Recuperado el 25 de Noviembre de 2013 de <http://planetared.com/2012/01/edraw-un-software-para-crear-mapas-mentales-en-windows-con-integracion-a-microsoft-office/>
- [51] *Delmia Quest*. Recuperado el 25 de Noviembre de 2013 de http://www.cardix.com/pdf/delmia/DELMIA_QUESTION.pdf
- [52] *NX*. Recuperado el 25 de Noviembre de 2013 de http://www.plm.automation.siemens.com/es_mx/products/nx/#lightview%26uri=tc:m:903-1423%26title=NX%20Overview%20-%20NX%20Brochure%20-%204639%26docType=.pdf

- [53] *Arena*. Recuperado el 25 de Noviembre de 2013 de
http://www.arenasimulation.com/Arena_Home.aspx
- [54] *Excel*. Recuperado el 25 de Noviembre de 2013 de
http://es.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Excel
- [55] *Timer Pro Professional*. Recuperado el 25 de Noviembre de 2013 de
<http://www.acsco.com/TimeandMotion.htm>