

**Universidad de Sancti
Spíritus: José Martí Pérez.
Facultad de Ciencias
Técnicas**



Trabajo de diploma

**Propuesta de un manual con enfoque
pedagógico para la asignatura
Introducción a la Ingeniería**

Autor: Yosbel González Rodríguez
Tutor(a): MSc. Damaris Taydi Castillo Jiménez
Ing. Yadira Rodríguez Hernández

Dedicatoria...

A mi madre por haberme apoyado y alentado incansablemente cada momento de mi vida sin medir consecuencias, por no mirar a los lados cuando se trataba de darme la razón, por no cortarme las alas e impulsarme a que siguiera mis sueños dejándome ser lo que ahora soy, por ser la persona más importante del planeta y la mejor madre del mundo.

A mi hermana querida, que aún estando lejos, ha sido como una segunda madre para mí, por ser mi ejemplo de vida por el cual siempre me he regido, por siempre estar ahí exhortándome a que cumpla con mis metas.

A mi padre y mi familia en general por siempre estar unida y no interponerse en el progreso de mi vida.

A mi esposa por estar presente en los momentos más difíciles e inolvidables y por tener la paciencia que en ocasiones es tan necesaria.

A todos mis amigos y personas que de una forma u otra me valoran.

Agradecimientos...

A todas las personas que de una forma u otra aportaron su granito de arena en este trabajo especialmente a mi hermano de crianza y mi tutora.

Resumen...

El presente trabajo de diploma, presenta una propuesta de elaboración de un manual con enfoque pedagógico de Introducción a la Ingeniería, dirigido a todos los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad de Sancti Spiritus José Martí Pérez, con el objetivo de resolver los problemas existentes con la bibliografía actual, y proporcione en el proceso de enseñanza- aprendizaje una asimilación consciente.

Para lograrlo, se parte de un diagnóstico de necesidades a través de un exhaustivo análisis de la bibliografía disponible para la asignatura, así como una encuesta donde se mide el grado de satisfacción de los estudiantes con este aspecto. Ambas actividades confirmaron los problemas mencionados en el párrafo anterior.

Por otra parte se realiza una amplia revisión de literatura nacional e internacional que permitió reunir los elementos teóricos necesarios para sustentar la elaboración de la propuesta presentada.

El Manual de Estudios propuesto, posee una estructura por capítulos, donde los contenidos se encuentran en su forma más actualizada y siguiendo un orden lógico, con preguntas teóricas y casos resueltos y propuestos que facilitan la labor del profesor y el aprendizaje de los alumnos.

Abstract...

This Major Paper presents an elaboration proposal of a pedagogical approach brochure to the subject Introduction to Engineering, directed to all Industrial Engineering students from the Sancti-Spiritus University "Jose Marti", the work has the objective of solving the present trouble found with the bibliography for this subject and provides a conscious assimilation of the teaching-learning process.

To achieve this goal the work departs from a deep analysis of the necessities through a diagnosis and the available bibliography for this subject. Also, a survey to determine the satisfaction rate of the students is done. These two elements corroborated the above-mentioned before.

Besides, an ample national and international bibliographical revision is made to gather the theoretical foundations to support the elaboration of the brochure.

The study brochure proposed is structured in chapters, where contents are found in an updated way and with a logical order, the work also presents theoretical questions and solved and proposed cases that easy the teachers work and the students learning.

Índice...

Introducción.....	8
Capitulo I. Fundamentación pedagógica y teórica para la elaboración del manual con enfoque pedagógico de la asignatura introducción a la ingeniería.	14
1.1. Introducción	14
1.2 Fundamentación pedagógica para la elaboración de un manual con enfoque pedagógico para de la asignatura Introducción a la Ingeniería.....	15
1.2.1 Introducción	15
1.2.2. Revisión del Plan de estudio de la asignatura Introducción a la Ingeniería.	15
1.2.3. Análisis de la bibliografía disponible de la asignatura Introducción a la Ingeniería.....	16
1.2.4. Criterio de los estudiantes y profesores de la bibliografía actual disponible.	16
1.2.5. Resultados del diagnóstico	18
1.3. Fundamentación teórica para la elaboración de un manual con enfoque pedagógico para de la asignatura Introducción a la Ingeniería.....	19
1.3.1. Introducción	19
1.3.2. Modelo Pedagógico	19
1.3.3. Los medios didácticos y los recursos educativos	21
1.3.3. Material didáctico. Características	23
1.3.4. Tipología de los materiales o medios didácticos.....	26
1.3.5. Funciones que pueden realizar los materiales o medios didácticos	28
1.3.6. Estructura de los materiales o medios didácticos	31
Capitulo II: Manual con enfoque pedagógico de Introducción a la Ingeniería.	32
2.1 El proceso de producción y servicios.....	32
2.1.1 Introducción	32
2.1.2 Orígenes y evolución de la ingeniería.....	32
2.1.3 Perfil del ingeniero industrial en relación a las demás ingenierías.....	35
2.1.4 La empresa como sistema. Concepto y clasificación de sistema. Su estructura jerárquica.	40
2.1.5 Los sistemas productivos de bienes y servicios.	47
2.1.6 Enfoque de procesos.....	50
2.1.7Técnicas básicas relacionadas con el procesamiento de información.....	57
2.1.8 Ejercicios propuestos.....	60
2.1.9 Preguntas de comprobación:	62
2.1.10 Bibliografía.....	62
2.2 Elementos que caracterizan un sistema productivo o de servicio.....	63
2.2.1 Introducción	63
2.2.2 Método General de Solución de Problemas.	63
2.2.3 Flujo de producción.....	66
2.2.4 Tipo de producción	69
2.2.5 Estructura de producción	72
2.2.6 Lote de producción y costos de producción.....	75
2.2.7 Métodos de cálculo del tamaño del lote de producción	76

2.2.8 Factores influyentes en la decisión del tamaño del lote de producción. ...	83
2.2.9 El ciclo de producción.	84
2.2.10 Cálculo de la duración del ciclo de producción:	85
2.2.11 Carga y capacidad de producción	91
2.2.12 Balance de flujo de producción	93
2.2.13 Estudio de métodos y tiempos de trabajo.	97
2.2.15 Métodos y técnicas para el análisis de la jornada laboral	103
2.2.16 Relación de la seguridad con la higiene, la medicina del trabajo, las condiciones de trabajo y la ergonomía	109
2.2.17 Relación de la Empresa con el medioambiente	112
2.2.18 Ejercicios propuestos.....	116
2.2.19 Preguntas de comprobación:	127
2.2.20 Bibliografía.....	129
Conclusiones generales.....	130
Recomendaciones... ..	131
Bibliografía.....	132
Anexos.....	134

Introducción...

La Ingeniería Industrial tuvo su mayor auge a finales del siglo XVIII y principios del XIX. Lo que antes llamarían artesanías comenzarían a denotarse como productos industriales y fue mejorándose hasta la actualidad. Se comenzó a ver el avance en industrias, en el surgimiento del transporte y de las vías hasta lo que se muestra hoy. La situación económica actual recibe un gran beneficio, en nuestro país se relaciona con los cambios experimentados en la propiedad, así como las relaciones entre plan y mercado. Se desarrollan también todas las industrias; el transporte; la agroindustria; así como el resto de los sectores. No habría economía moderna sin el vasto y sólido soporte que le ha dado y le sigue dando la ingeniería. La calidad de vida con que podemos contar en los días de hoy es fruto del desarrollo tecnológico incorporado a los bienes y servicios ahora disponibles, para lo cual el ingeniero tiene un papel fundamental. Los adelantos tecnológicos producidos en los últimos años han motivado el incremento de la importancia que se le concede al estudio del proceso de fabricación de los productos, y como elemento indispensable para el aseguramiento de la cantidad y calidad de la producción.

La ingeniería industrial es una rama de la ingeniería que se ocupa de planear, diseñar, instalar, operar, analizar y mejorar procesos productivos integrados por factor humano, materiales, información, tecnología, energía y recursos financieros, a través de la conducción de procesos de cambio y de mejora continua con una perspectiva integradora y estratégica.(Calles, 2013)

También trata con el diseño de nuevos prototipos para ahorrar dinero y hacerlos mejores. La ingeniería industrial está construida sobre los principios y métodos del análisis y síntesis de la ingeniería y el diseño para especificar, predecir y evaluar los resultados obtenidos de tales sistemas. Está estrechamente identificada también con la gestión de operaciones, ingeniería de sistemas o ingeniería de manufactura, una distinción que parece depender del punto de vista o motivos de quien la use. En el sector del cuidado de la salud los ingenieros industriales son conocidos comúnmente como ingenieros administradores o ingenieros en

sistemas de salud.(Gil, Rodríguez, Velozo , Rodríguez, & Rodríguez, 2016)

Es habitual que los ingenieros industriales encuentren cabida en prácticamente cualquier empresa ya que como profesionistas, los egresados de este programa educativo son capaces de analizar, mejorar, innovar y desarrollar procesos de producción y servicios, planear, controlar, organizar sistemas que optimicen y hagan más eficiente la operación de las industrias, así como identificar, analizar y evaluar problemas institucionales y ofrecer soluciones vanguardistas e innovadoras.

La formación del Ingeniero Industrial en el contexto actual de la educación superior cubana, adquiere una nueva dimensión en función del nuevo modelo económico, político y social plasmado en los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución, aprobados en el VI Congreso del PCC en el mes de abril del 2011. En un encuentro realizado ante el parlamento en julio del 2013, el General de División Leonardo Andollo Valdés (2do Jefe de la comisión de implementación y desarrollo de los lineamientos) planteo que el Ingeniero Industrial se convertía en el motor impulsor en la solución de los problemas organizacionales que presenta el país, mediante el análisis integral de todos los procesos involucrados tanto en la producción de bienes como en los servicios.

La estrategia pedagógica tiene que estar entonces en correspondencia con estos reclamos de formación, el egresado debe en términos generales ser capaz de transformarse a sí mismo y a la sociedad donde vive. Dentro de los aspectos a considerar para diseñar un adecuado plan de formación académica está la selección de aquellas invariantes que constituyen herramientas esenciales para el ejercicio de la profesión. Para los ingenieros industriales las técnicas, herramientas, aplicadas a la gestión empresarial resultan de gran valor para lograr la excelencia deseada en el egresado.

Para ello la carrera Ingeniería Industrial parte de una asignatura de vital importancia para el estudiante, "Introducción a la Ingeniería", esta asignatura se ubica en el primer año, porque introduce a los ingenieros en formación en su quehacer y futuro desempeño como personas y profesionales de la Ingeniería,

haciendo parte de la ruta curricular del Ciclo Básico de Ingeniería que se complementa más adelante con demás materias. Al cursar la asignatura permite saber las bases teóricas del campo de la profesión, planeación, manejo de la información, expresión gráfica y algunos métodos que permitan solucionar problemas pertinentes y relevantes a la Ingeniería. Además, el estudiante podrá identificar necesidades insatisfechas o situaciones de curiosidad que den origen al abordaje de problemas que requieran la intervención de un ingeniero en el mundo actual.

La asignatura Introducción a la Ingeniería pretende mostrar un panorama general de las áreas de oportunidad laboral a los alumnos, e introducirlos a las disciplinas que integran la Ingeniería Industrial además de una perspectiva amplia de las actividades y experiencias de la profesión, asimismo les dará las herramientas para la comunicación oral y escrita que requerirán en su vida académica y profesional, utilizando las herramientas informáticas más modernas.

Es una asignatura de exploración de los conocimientos y la cultura tecnológica necesarios para los ingenieros e ingenieras en formación, a fin de configurar, analizar y resolver problemas de Ingeniería, integrando competencias como búsqueda y manejo de información y pensamiento crítico; y proponiendo alternativas de solución óptimas.

A medida del transcurso de los años los alumnos que cursan la carrera de Ingeniería Industrial en la Universidad José Martí Pérez han emitido criterios sobre la asignatura Introducción a la Ingeniería, referidas a que existen grandes dificultades con la bibliografía para su estudio.

Por lo que es necesario en la presente investigación citar la siguiente **situación problémica**: la carencia de bibliografía actualizada, insuficiencia en contenido y ejercitación resuelta y propuesta del texto básico, además de la desactualización de los contenidos en la literatura disponible, así como insuficiente cantidad de textos, elementos que han dificultado en cierta medida el proceso de aprendizaje de la disciplina.

Como **problema científico** se define: La inexistencia de un manual con enfoque pedagógico que abarque los elementos conceptuales, metodológicos, herramientas, métodos, así como ejercicios resueltos y propuestos de cada contenido de la asignatura Introducción a la Ingeniería debidamente actualizada.

Lo planteado anteriormente ha conducido al planteamiento de la **hipótesis**: Con la elaboración de un manual con enfoque pedagógico que abarque los elementos conceptuales, metodológicos, herramientas, métodos, así como ejercicios resueltos y propuestos de cada contenido establecido en el plan de estudio de la asignatura Introducción a la Ingeniería, se logrará resolver los problemas existentes en dicha asignatura referidos a la bibliografía.

Se tiene como **objetivo general**: Elaborar un manual con enfoque pedagógico para la asignatura Introducción a la Ingeniería con los requerimientos y contenidos establecidos en el plan de estudio, que permita resolver los problemas existentes con la bibliografía actual de la misma, y proporcione en el proceso de enseñanza-aprendizaje una asimilación consciente.

Objetivos específicos:

1. Realizar un análisis con el fin de que se revele las necesidades que respalden pedagógicamente la propuesta de la elaboración de un manual para la asignatura de Introducción a la Ingeniería.
2. Compilar los fundamentos teóricos necesarios para la elaboración del trabajo de diploma partiendo de una revisión de la literatura nacional e internacional más actualizada.
3. Confeccionar un manual para la asignatura Introducción a la Ingeniería en la carrera de Ingeniería Industrial que encierre todo el contenido previsto en el plan de estudio.

Métodos y técnicas:

Nivel teórico:

Análisis y síntesis: La investigación hace una división del contenido de la asignatura Introducción a la Ingeniería desde el punto de vista teórico-

conceptual, profundizando en los elementos conceptuales, metodológicos, herramientas, métodos, así como ejercicios resueltos y propuestos de cada contenido establecido en el plan de estudio de la asignatura.

Método histórico y lógico. La investigación parte de un análisis histórico evolutivo de la Ingeniería como ciencia; hace referencia a criterios de algunos autores que han profundizado en el tema de la necesidad de proyectarla desde una perspectiva más abarcadora y un perfil más amplio, analiza su contenido en todas sus partes, para particularizar en su perfil pedagógico.

Hipotético y deductivo. En esta investigación, a partir de los supuestos teóricos establecidos en la asignatura, se elabora un manual con enfoque pedagógico que abarca los elementos conceptuales, metodológicos, herramientas, métodos, así como ejercicios resueltos y propuestos de cada contenido establecido en el plan de estudio de la asignatura Introducción a la Ingeniería. Hasta el momento, no se ha realizado una investigación de este tipo, por lo que pudiera resultar beneficioso para el proceso docente educativo en la enseñanza aprendizaje de esta asignatura.

Tránsito de lo abstracto a lo concreto: Luego de realizar un estudio del currículo de esta asignatura, profundizando en todos sus componentes para mejorar la preparación del estudiante, este trabajo se centra en la elaboración de un manual con enfoque pedagógico, a partir de elementos novedosos que propician la utilización de elementos conceptuales, metodológicos, herramientas, métodos, así como ejercicios resueltos y propuestos de cada contenido de la asignatura debidamente actualizada.

Nivel empírico:

- **La observación científica:** Se realiza con el objetivo de constatar el nivel de preparación y dominio de los profesores y alumnos en la asignatura Introducción a la Ingeniería.
- **Criterios de especialistas:** Valorar opiniones y criterios sobre el manual con enfoque pedagógico que abarque los elementos conceptuales, metodológicos,

herramientas, métodos, así como ejercicios resueltos y propuestos de cada contenido de la asignatura Introducción a la Ingeniería debidamente actualizada.

- **Análisis de documentos:** Para seleccionar los aspectos que pueden ser abordados en la investigación y lograr una mayor efectividad en el dominio de los componentes del contenido.
- **La encuesta:** Se realiza con el objetivo de constatar el criterio de los estudiantes y profesores sobre los problemas más comunes de la asignatura Introducción a la Ingeniería.
- **Método del nivel estadístico:**
 - **Método descriptivo:** Analiza los resultados cuantitativos derivados de la aplicación de métodos, instrumentos y técnicas.

La población seleccionada para la aplicación de esta investigación está integrada por los estudiantes de primer año de la carrera Ingeniería Industrial en la facultad de ciencias Técnicas de la Universidad José Martí Pérez de Sancti Spíritus, la cual consta de 60 estudiantes, dividido en dos grupos de 30 cada uno que en su mayoría laboran, tienen definidos sus proyectos futuros y están motivados por la carrera que estudian. Se tomó como muestra intencionada un total de 30 estudiantes de ambos grupos de forma aleatoria que representan el 50% de la población. Estos estudiantes responden a las características generales de la población seleccionada.

Novedad científica. La elaboración de un manual con enfoque pedagógico que abarque los elementos conceptuales, metodológicos, herramientas, métodos, así como ejercicios resueltos y propuestos de cada contenido establecido en el plan de estudio de la asignatura Introducción a la Ingeniería.

La tesis tiene, como estructura, dos capítulos. El primero se refiere a la fundamentación pedagógica para la elaboración del manual de la asignatura Introducción a la Ingeniería y el diagnóstico inicial de la tesis, el segundo capítulo comprende la confección del manual y su validación; conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos.

Capítulo I. Fundamentación pedagógica y teórica para la elaboración del manual con enfoque pedagógico de la asignatura introducción a la ingeniería.

1.1. Introducción

El presente capítulo pretende sustentar pedagógica y teóricamente la propuesta de elaboración del manual Introducción a la Ingeniería, a partir, primeramente de un diagnóstico de necesidades como parte pedagógica; y de una amplia revisión bibliográfica como parte teórica de la investigación.

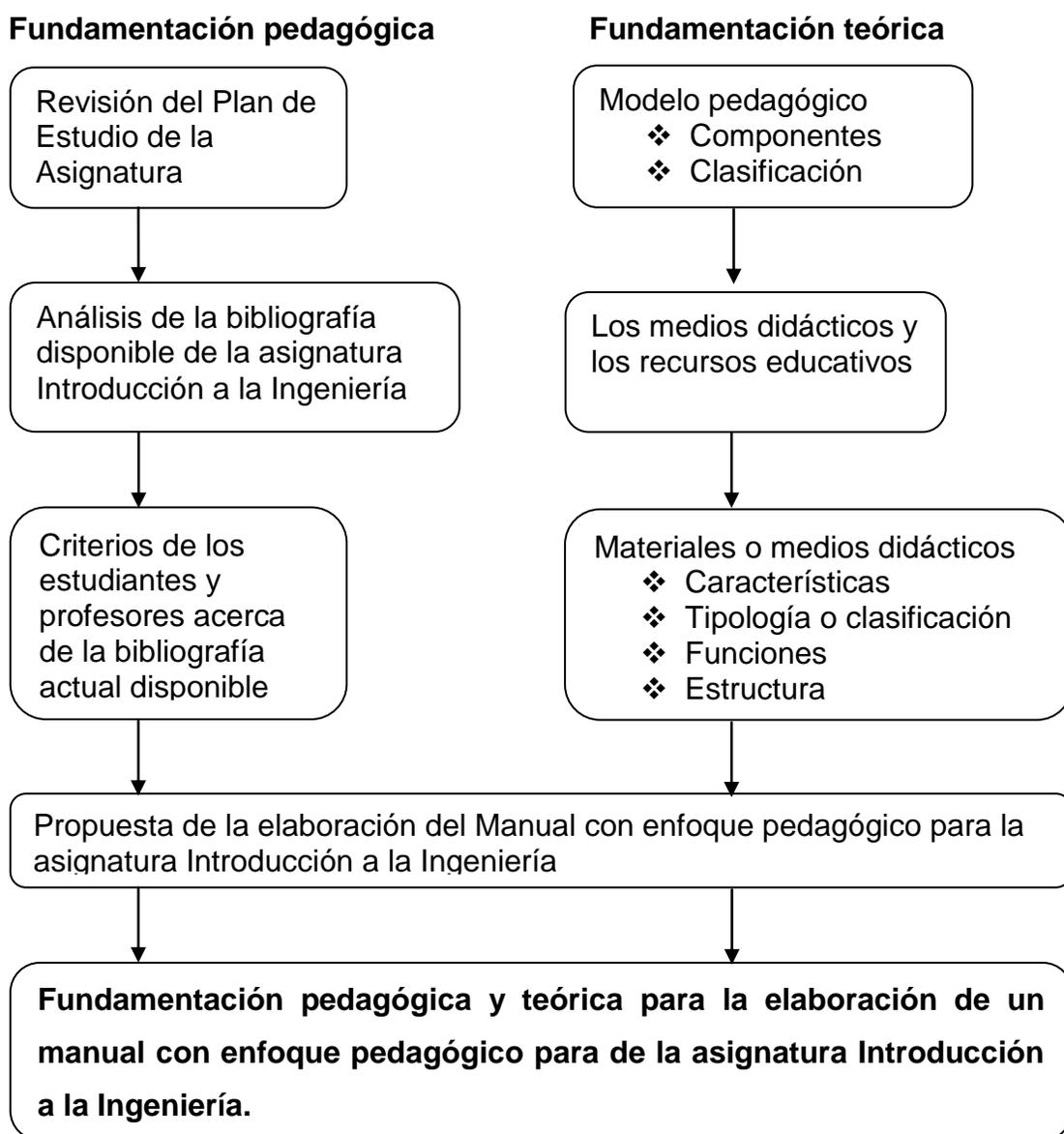


Figura 1. Hilo conductor de la fundamentación pedagógica y teórica para la elaboración del manual con enfoque pedagógico de la asignatura Introducción a la Ingeniería. Elaboración propia.

1.2 Fundamentación pedagógica para la elaboración de un manual con enfoque pedagógico para de la asignatura Introducción a la Ingeniería.

1.2.1 Introducción

La introducción de las ciencias ingenieras desde sus inicios en las diferentes universidades en el mundo ha estado marcada por sustentos teóricos referidos al área cognitiva, elemento que sustenta su aplicabilidad y pertinencia desde entonces y en el mundo contemporáneo donde se hace más evidente su expansión. En este capítulo se abordan los antecedentes de la asignatura Introducción a la Ingeniería y se sustenta desde el punto de vista teórico la elaboración de un manual con enfoque pedagógico, además se describe la etapa de diagnóstico inicial de la investigación.

1.2.2. Revisión del Plan de estudio de la asignatura Introducción a la Ingeniería.

En la revisión del plan de estudios por parte de los profesores de la asignatura Introducción a la Ingeniería se pudo constatar, que la ubicación de la asignatura es correcta y que las horas asignadas permiten dar cumplimiento a las actividades programadas. En el análisis del programa analítico se pudo constatar que:

- ❖ La formulación de los objetivos instructivos y educativos es correcta, así como los valores que forma y los planes directores previstos.
- ❖ El sistema de habilidades responde a las necesidades de la asignatura y las exigencias del graduado, al tiempo que se percibe claramente su aporte al modelo del especialista del Ingeniero Industrial. El sistema de conocimiento está bien estructurado.
- ❖ Los temas de la asignatura tienen un orden lógico.
- ❖ Las indicaciones metodológicas del programa aparecen reflejadas en el mismo y responden a sus necesidades.
- ❖ En el programa aparece una única bibliografía a consultar.
- ❖ El programa de la asignatura no evidencia el perfil profesional pedagógico de la misma.

1.2.3. Análisis de la bibliografía disponible de la asignatura Introducción a la Ingeniería.

El texto básico disponible para la asignatura es demasiado conceptual, es necesario enfatizar más en que los estudiantes encuentren los ejemplos y ejercicios prácticos más actuales y que estén acordes al ámbito social que les rodea, aumentando así su interés y dedicación por la asignatura.

En resumen, después de dicho análisis realizado de la bibliografía de la asignatura se obtuvo que:

- ❖ El texto básico presenta insuficiencias en cuanto a la relación de los contenidos y su ejercitación en los diferentes temas de la asignatura.
- ❖ La literatura disponible en muchos casos tiene los contenidos incompletos y muy dispersos, y en ocasiones carecen de ejercitación propuesta y resuelta.
- ❖ El texto básico no posee un perfil pedagógico adecuado a las necesidades actuales.

1.2.4. Criterio de los estudiantes y profesores de la bibliografía actual disponible.

Se tomó como muestra intencionada estudiantes de primer año de la carrera Ingeniería Industrial. La encuesta persigue como objetivo fundamental, conocer el grado de satisfacción de los estudiantes con la bibliografía actual disponible, las variables a medir en ella son: Nivel de completamiento del texto básico y demás literatura en cuanto a contenido y ejercitación, nivel de facilidad de estudio que brinda la actual bibliografía, así como el nivel actual de dispersión de los temas de la asignatura entre los diferentes textos.

La encuesta consta de 8 preguntas que responden a los aspectos antes mencionados (ver anexo 1).

Se utilizó una escala de 1 a 5, donde 1 es el mínimo valor que se le da a la pregunta y 5 el máximo.

La encuesta se aplica a una muestra del grupo de primer año, la cual fue calculada a través de la expresión:

$$n = \frac{N * (Z\alpha^2/2)^2 * p * q}{[d^2(N-1) + (Z\alpha^2/2)^2 * p * q]} \quad (1)$$

Donde:

n: tamaño de la muestra.

N: población.

p y q: proporciones estimadas de la población.

d: margen de error

Z: estadígrafo de la distribución normal

1- α : nivel de confianza

Teniendo en cuenta una población finita de 60 estudiantes, un nivel de confianza del 95% ($\alpha=0.05$), una proporción estimada del 50% ($p=0.5$ y $q=0.5$) y un margen de error ($d=0.2$); se obtuvo una muestra de 30 estudiantes.

Resultados de la aplicación de la encuesta:

Luego de aplicada la encuesta a los 30 estudiantes, se obtuvieron los resultados siguientes:

27 estudiantes (90%) de la muestra afirma que solo pocos contenidos de la asignatura son reunidos en un solo documento y los 3 estudiantes restantes (10%) que algunos contenidos.

12 estudiantes (40%) afirman poder encontrar información sobre algún tema de la asignatura con facilidad casi nunca, 10 estudiantes (33.33%) afirman que a veces, otros 5 (16.67%) afirman que casi siempre, 2 estudiantes (6.67%) que siempre, y 1 estudiante (3.33) afirmó que nunca encuentra con facilidad la información que busca.

19 estudiantes (63.33%) afirman que a veces la bibliografía disponible favorece el estudio y la preparación aceptablemente, 7 estudiantes (23.33%) afirman que casi nunca, mientras que 2 estudiantes (6.67) afirmaron que casi siempre y 2 estudiantes que siempre.

15 estudiantes (50%) afirmaron que casi nunca los contenidos aparecen en el texto básico, 10 estudiantes (33.33%) afirmaron que a veces, 3 estudiantes (10%) afirmaron que nunca, mientras que 2 (6.67) afirmaron que siempre.

20 estudiantes (66.67%) afirman que casi nunca en el texto básico se realiza un tratamiento adecuado de todos los contenidos de la asignatura, 8 estudiantes (26.67%) que a veces y 2 estudiantes (6.67%) que casi siempre.

28 estudiantes (93.33%) afirman que el texto básico no posee una suficiente ejercitación propuesta y resuelta, mientras que 2 estudiantes (6.67%) opinan que el texto básico posee una cantidad suficiente de ejercicios resueltos y propuestos.

16 estudiantes (53.33%) afirman que se encuentran motivados por la asignatura, 8 estudiantes (26.67%) que a veces, y 6 estudiantes (20%) que casi nunca.

14 estudiantes (46.67%) afirmaron que la asignatura contribuye a su formación profesional a gran escala, 12 estudiantes (40%) que a mediana, mientras que los 4 restantes (13.33%) que contribuye a una pequeña escala.

A partir de los resultados de la encuesta se llega a la conclusión de que existe un grado elevado de insatisfacción de los estudiantes con la bibliografía actual disponible, y que la asignatura está presentando problemas de dispersión en los estudiantes, criterio con el que coinciden todos los profesores de la asignatura Introducción a la Ingeniería.

1.2.5. Resultados del diagnóstico

Luego del análisis realizado se llega a la conclusión que:

- ❖ Existe un elevado nivel de insatisfacción de estudiantes y profesores con la situación actual de la bibliografía básica y de consulta.
- ❖ Existe un alto grado de dispersión de los contenidos de la asignatura entre la bibliografía disponible.
- ❖ El actual texto básico de la asignatura posee grandes insuficiencias en contenido y ejercitación.
- ❖ La asignatura en ocasiones está siendo desatendida por los estudiantes.

1.3. Fundamentación teórica para la elaboración de un manual con enfoque pedagógico para de la asignatura Introducción a la Ingeniería.

1.3.1. Introducción

Con el objetivo de sustentar teóricamente la propuesta de elaboración del manual con enfoque pedagógico de la asignatura Introducción a la Ingeniería, a continuación se presentan algunos términos sacados de una adecuada revisión bibliográfica, que pudieran resultar de importancia a la hora de poner en marcha la elaboración de la propuesta.

1.3.2. Modelo Pedagógico

La ingeniería industrial introducida por Henry Ford a partir de sus creaciones teórico-prácticas ha adolecido de sustentos pedagógicos derivados del proceso de enseñanza-aprendizaje. Su impartición en las universidades se realiza desde la perspectiva cognitiva y procesal de los conferencistas. Sin embargo, al profundizar en el objeto de estudio de la misma y su relación con los elementos pedagógicos, metodológicos y didácticos se pueden establecer nexos que la sustentan desde las perspectivas antes mencionadas.

A lo largo de este proyecto, el término pedagógico es ampliamente empleado y marca la pauta en la construcción de la herramienta, por lo que se considera necesario definir y analizar claramente éste término.

Por lo tanto, se define **pedagogía** como una ciencia aplicada con características psicosociales que tiene como principal interés la educación, ésta ciencia se encarga de analizar los procesos educativos con el objetivo de gestionar el conocimiento que le permita al hombre avanzar en su evolución cognoscitiva para solucionar problemas en un contexto ético y estético(Jaramillo, 2010)

De manera que para comprender los métodos de enseñanza de los profesores, la forma de educar a los estudiantes o alumnos, y la relación que los une y les da coherencia, se debe buscar el modelo, la dimensión pedagógica, es decir su modo de pensar; un punto de referencia en la descripción y comprensión de aspectos a tratar de un fenómeno o acción, en búsqueda de un mejor entendimiento. (Torres 2009)

Con lo mencionado anteriormente, se define **modelo pedagógico** como “una forma particular de interpretar la realidad escolar, que se sustenta en supuestos científicos o ideológicos sobre la forma como el hombre conoce la realidad y los métodos que se han de utilizar para facilitar el acceso al 16 conocimiento, para mantener una situación o para cambiarla.” (Florez, 2000)

Componentes de un Modelo Pedagógico

Ante la ausencia de un modelo pedagógico, en el que se lleve a cabo el proceso de enseñanza-aprendizaje. Este proceso se puede resumir en tres actores que interactúan entre sí: el profesor, los alumnos y el contenido.

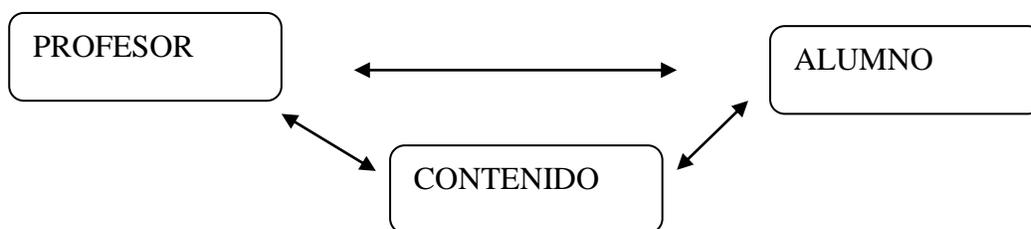


Figura 1: Componentes de un modelo pedagógico. Fuente: (González, 2000)

En el esquema las relaciones son bidireccionales, debido a que los tres elementos representan un papel importante en los procesos de enseñanza- aprendizaje. Sin embargo, se tiende a dejar a los estudiante por fuera de las decisiones curriculares; cuando se realiza el currículo el profesor es quien decide qué y cómo enseñar; además decide qué, cómo y cuándo evaluar. El modelo pedagógico debe orientar el intento del profesor por favorecer el desarrollo del estudiante, en determinadas direcciones, relacionadas con un contenido.(González, 2000)

Clasificación de los Modelos Pedagógicos

En la Tabla 1, se presenta la clasificación de los modelos pedagógicos propuesta por el Grupo de Investigación FIPC, en la cual inicialmente propone seis tipos de pedagogías, dentro de cada una de estas tipologías se enmarcan algunos enfoques pedagógicos, de la siguiente manera (Ortiz, 2009)

Tabla 1 Clasificación de los Modelos Pedagógicos, según FIPC

PEDAGOGÍA	ENFOQUE PEDAGÓGICO	
Clásicas	Tradicional	Humanista
Modernas	Industrial	Activo
Contemporáneas	Funcional	Estructural
Funcionales	Aprendizaje Basado En Problemas (Abp)	
Estructurales Cognitivas	Modificabilidad Cognitiva	Aprendizaje Significativo
	Pedagogía Problemita	CCMAA 4
Estructurales Cognitivo– Afectivas	Enseñanza para la Comprensión	Pedagogía Conceptual

Fuente: (Ortiz, 2009)

1.3.3. Los medios didácticos y los recursos educativos

La contribución al desarrollo del pensamiento lógico se basa entre otros aspectos en lograr la asimilación de “herramientas” que permitan la búsqueda de soluciones a los problemas profesionales, tributando así al desempeño exitoso en su actividad profesional; específicamente en el mundo de las Ciencias Técnicas, donde se ve necesario la combinación del pensamiento ingenieril con las ciencias pedagógicas. (Gonzálezl, García, García, Rasiel, & Quintana, 2014)

Medio didáctico es cualquier material elaborado con la intención de facilitar los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Recurso educativo es cualquier material que, en un contexto educativo determinado, sea utilizado con una finalidad didáctica o para facilitar el desarrollo de las actividades formativas. Los recursos educativos que se pueden utilizar en una situación de enseñanza y aprendizaje pueden ser o no medios didácticos. Un vídeo para aprender qué son los volcanes y su dinámica será un material didáctico (pretende enseñar), en cambio un vídeo con un reportaje del National Geographic sobre los volcanes del mundo a pesar de que pueda utilizarse como recurso educativo, no es en sí mismo un material didáctico (sólo pretende informar).

Manual:

En algunos artículos de Internet fueron encontrados varios conceptos sobre lo que es un manual en términos generales:

El término manual ostenta dos acepciones diferentes que coinciden en que ambas son ampliamente utilizadas por el común de la gente.(Anónimo1, 2013)

Por un lado el término manual puede hacer referencia a aquello que se realiza o produce con las propias manos, como puede ser el caso de cualquiera de los trabajos manuales que existen y por el otro, la misma palabra también se puede referir a aquel o aquella persona que produce trabajo con sus manos.

En tanto, el término manual ostenta otro significado, porque con la palabra manual también podemos hacer referencia a aquel libro que recoge lo esencial, básico y elemental de una determinada materia, en términos estrictamente académicos o también, es muy común, la existencia de manuales técnicos que vienen generalmente acompañando a aquellos productos que adquirimos y que requieren de su lectura y la observación de las recomendaciones que contienen antes de poner en funcionamiento los mencionados.

Los manuales son textos utilizados como medio para coordinar, registrar datos e información en forma sistemática y organizada. También es el conjunto de orientaciones o instrucciones con el fin de guiar o mejorar la eficacia de las tareas a realizar.(Anónimo2, 2013)

Se llama manual a todo aquello que se efectúe mediante el uso de las manos. Así se llama trabajo manual al trabajo artesanal, que no utiliza maquinarias en el proceso de elaboración de productos. También se denomina manual al libro que posee un compendio o síntesis de las partes sustanciales de una asignatura, a diferencia de los tratados, que poseen los temas desarrollados de una manera analítica. (Anónimo3, 2013)

Un manual es una publicación que incluye lo más sustancial de una materia. Se trata de una guía que ayuda a entender el funcionamiento de algo. (Anónimo4, 2013)

“Manuales administrativos”, los manuales constituyen una de las herramientas con que cuentan las organizaciones para facilitar el desarrollo de sus funciones administrativas y operativas. Son fundamentalmente, un instrumento de comunicación. Si bien existen diferentes tipos de manuales, que satisfacen distintos tipos de necesidades, puede clasificarse a los manuales como un cuerpo

sistemático que contiene la descripción de las actividades que deben ser desarrolladas por los miembros de una organización y los procedimientos a través de los cuales esas actividades son cumplidas.(Rojas, 2013)

Documento elaborado sistemáticamente en el cual se indican las actividades, a ser cumplidas por los miembros de un organismo y la forma en que las mismas deberán ser realizadas, ya sea conjunta ó separadamente. Con el propósito de ampliar y dar claridad a la definición, citamos algunos conceptos de diferentes autores.(Anónimo5, 2014)

“Un documento que contiene, en forma ordenada y sistemática, información y/o instrucciones sobre historia, organización, política y procedimientos de una empresa, que se consideran necesarios para la menor ejecución del trabajo”. (Manual, 2014)

“Una expresión formal de todas las informaciones e instrucciones necesarias para operar en un determinado sector; es una guía que permite encaminar en la dirección adecuada los esfuerzos del personal operativo(Anónimo6, 2014)

(Wong, 2008) Destaca al manual como una herramienta de consulta para el posible entrenamiento o preparación de un personal para actividad definida, sin necesidad de conocimiento alguno previo de la misma. Además de resaltar la importancia del mismo en la organización y ejecución de una obra.

Luego de analizar cada concepto, y tomando aspectos importantes de cada uno de ellos, el concepto que más se ajusta a la propuesta que se realiza es el siguiente:

- ❖ Un manual es aquel libro o texto que recoge lo esencial, básico y elemental de lo más sustancial de una determinada materia, en términos estrictamente académicos, que son utilizados como medio para coordinar, registrar datos e información en forma sistemática y organizada y que sirven como guía de ayuda al entendimiento de algo.

1.3.3. Material didáctico. Características

(Anónimo7, 1989): Los materiales didácticos pueden definirse como aquellos instrumentos tangibles que utilizan medios impresos, orales o visuales para servir

de apoyo al logro de objetivos educativos y al desarrollo de los contenidos curriculares. Además de exponer y demostrar un contenido, interactúan con quien los utiliza para apoyar el aprendizaje de nuevos conceptos, el ejercicio y desarrollo de habilidades y la comprobación de elementos.

Los materiales didácticos son componentes de un proceso educativo que facilitan la enseñanza y el aprendizaje y por tanto el desarrollo de conocimientos, habilidades y valores que se pretendan alcanzar.

(Anónimo8, 2013): Se entiende por Manual didáctico un libro, cd, dvd, en el que la presentación de los contenidos de la disciplina está orientado por su uso para la enseñanza y el aprendizaje.

(Anónimo7, 1989) Las características de un material didáctico varían según el tipo de actividad y los objetivos que se persigan.

Puede tratarse de libros de texto, de manuales para neolectores, de guías metodológicas para los docentes, etcétera. Coinciden los autores en algunas características comunes a todos ellos: claridad, sencillez, aplicabilidad, objetividad. Se deben adecuar los contenidos y el lenguaje a las características de los educandos, evitando las dificultades semánticas.

Los aspectos relativos a las decisiones temáticas y a los objetivos que se pretenden lograr con el material son parte de un proceso de reflexión y clarificación que deben realizar los responsables del material sin la posibilidad de contar con la ayuda de fórmulas. De igual manera los aspectos relativos a la creatividad demandan de cada uno de los involucrados la necesidad de poner su ingenio e imaginación en función del trabajo educativo y de la comunicación con el grupo beneficiario de los materiales.

Características de los contenidos

Según (Anónimo9, 1982), los contenidos a presentar en el manual deben:

1. Ser interesantes para los lectores, o sea, el contenido debe estar en relación directa con los intereses y necesidades de las personas a quienes está destinado el material.

2. Tener elementos novedosos, o sea, aun cuando el material debe basarse en la experiencias y conocimientos, debe tener elementos nuevos que inviten al lector a leerlos.
3. Tener aplicabilidad, proporcionar contenidos que sean funcionales y significativos ya que esto favorece el aprendizaje y motiva la lectura.
4. Ser breves y concretos, que la idea central sea claramente identificada.
5. Contener un mensaje definido y científico, ideas claras y concretas y que el contenido de orden técnico se ciña a la verdad científica.
6. Fomentar el autoaprendizaje, los contenidos deben involucrar al lector en un proceso continuado de educación y propiciar la adquisición de técnicas y hábitos que le permitan hacer de la lectura una experiencia de aprendizaje.

El grado de profundidad con que se trate el contenido depende del grado de conocimiento que el lector ya posee acerca del tema, de sus habilidades y necesidades, y del objetivo que persiga el material.

Elementos de un material o medio didáctico

Según (Heredia, 1983) Una vez redactados todos los contenidos del material, debe examinarse si este reúne los requisitos de calidad de los buenos materiales.

Para que un material didáctico posea una buena calidad debe contener:

1. Objetivos claros.
2. Información libre de errores técnicos.
3. Contenidos dosificados de manera que no requieran explicaciones por parte del docente.
4. Organización explícita del contexto al que pertenece cada unidad.
5. Ejemplos significativos y bien seleccionados.
6. Representaciones visuales del material expuesto, mediante cuadros sinópticos y diagramas de flujo.
7. Variaciones de las preguntas y problemas.
8. Presentación de repasos y autoexámenes intercalados en momentos adecuados, que ofrezcan al lector la posibilidad de verificar sus respuestas.
9. Bibliografía actualizada y guías de lectura, para ampliar los temas tratados.

Según (Anónimo9, 1982) el título del material debe ser llamativo sin caer en el sensacionalismo y que proporcione una idea general del contenido del material.

El material debe constar de resúmenes o recapitulaciones, que pueden presentarse en forma de preguntas acerca de los conceptos o ideas más importantes que se han tratado; esta forma resulta interesante y dinámica, pues el lector tiene la oportunidad de comprobar cuánto ha comprendido el contenido.

Además, el material debe poseer una bibliografía, aspecto que no le será de mayor interés al lector, sin embargo, es aconsejable, por razones de ética, anotar al final del material, los autores y las fuentes consultadas.

Formas de presentar los contenidos en el material

Según (Anónimo9, 1982) las formas más utilizadas para presentar los contenidos son las siguientes:

1. Forma directa: Es la más utilizada para escribir materiales de lectura, especialmente aquellos de carácter técnico o científico.
2. Forma narrativa: Se utiliza en materiales de lectura con contenidos de relatos de cuentos, anécdotas, eventos, aventuras, etc.
3. Forma dialogada: Se refiere a la participación en el contenido de personajes que hablan, preguntan y contestan.

Estas 3 formas pueden darse en estado puro o combinado, y debido a las características de la propuesta de la presente investigación, los contenidos serán presentados en forma directa.

1.3.4. Tipología de los materiales o medios didácticos

(Cerde, 1977) Plantea que la tipificación de los materiales didácticos puede ser planteada desde diferentes puntos de vista, éstos son: contenidos; población a la que van dirigidos; propósitos; responsables de la elaboración; medios que se utilizan para su elaboración; entre otros. En este caso, se presenta una clasificación a partir del último aspecto citado, dejando los demás elementos como partes constituyentes a considerar en el proceso de producción.

Una clasificación de los tipos de material didáctico más utilizados en el ámbito educativo y las funciones más preponderantes de cada uno de ellos, aparece a continuación:

Materiales escritos: son aquellos que utilizan esencialmente la palabra escrita para cumplir sus funciones en el proceso enseñanza – aprendizaje. Los materiales escritos se pueden dividir en:

- ❖ Materiales encuadernados: libros de texto, periódicos educativos circulantes, guías didácticas, manuales, textos programados, y otros.
- ❖ Materiales no encuadernados: hojas volantes, desplegados, carteles, murales, y otros

Materiales visuales: se incluyen los materiales que utilizan la imagen como elemento básico para comunicar conceptos, conocimientos o información en general. Ejemplo: dibujos, figuras, modelos, fotografías, gráficos, etc.

Materiales orales: estos materiales utilizan la palabra hablada como elemento central para comunicar las ideas. Ejemplo: grabaciones, emisiones directas de la voz, utilización de la radio, grabadoras o los parlantes.

Materiales audiovisuales: En estos materiales se combina la palabra escrita, la palabra hablada y la imagen para comunicar contenidos. Ejemplo: diaporamas, películas, etc.

Materiales tecnológicos: Aquí se agrupan los materiales más sofisticados que son el resultado de una tecnología educativa más avanzada. Tal es el caso de las máquinas de enseñanza, que requieren de mecanismos de sincronización eléctrica.

Como se puede observar, existe una amplia gama de materiales didácticos que pueden ser utilizados en el proceso de enseñanza - aprendizaje. Sin embargo, el material escrito, es el más difundido y utilizado por las instituciones y organismos dedicados a la educación.

(Marqués, 2000) **Ofrece una tipología de los medios didácticos que se muestra a continuación:**

A partir de la consideración de la plataforma tecnológica en la que se sustenten, los medios didácticos, y por ende los recursos educativos en general, se suelen

clasificar en tres grandes grupos, cada uno de los cuales incluye diversos subgrupos:

Materiales convencionales:

- ❖ Impresos (textos): libros, fotocopias, periódicos, documentos...
- ❖ Tableros didácticos: pizarra, franelograma...
- ❖ Materiales manipulativos: recortables, cartulinas...
- ❖ Juegos: arquitecturas, juegos de sobremesa...
- ❖ Materiales de laboratorio...

Materiales audiovisuales:

- ❖ Imágenes fijas proyectables (fotos): diapositivas, fotografías...
- ❖ Materiales sonoros (audio): casetes, discos, programas de radio...
- ❖ Materiales audiovisuales (vídeo): montajes audiovisuales, películas, vídeos, programas de televisión...

Nuevas tecnologías:

- ❖ Programas informáticos (CD u on-line) educativos: videojuegos, lenguajes de autor, actividades de aprendizaje, presentaciones multimedia, enciclopedias, animaciones y simulaciones interactivas...
- ❖ Servicios telemáticos: páginas web, weblogs, tours virtuales, webquest, cazas del tesoro, correo electrónico, chats, foros, unidades didácticas y cursos on-line...
- ❖ TV y vídeo interactivos.

Siguiendo las dos clasificaciones vistas con anterioridad, la propuesta de la presente investigación, entra dentro del grupo de los materiales convencionales impresos (textos), siendo además un material escrito encuadernado.

1.3.5. Funciones que pueden realizar los materiales o medios didácticos

(Rodríguez, 1981) Plantea que es indudable que cualquiera de los materiales didácticos cumple la función de apoyar el logro de los objetivos educativos y el desarrollo acertados de los contenidos.

En este sentido los materiales educativos tienen una función central cuando su uso regula los propósitos, actividades, secuencia e interacciones de la dinámica

educativa; y una función auxiliar cuando la dinámica educativa está basada en la interrelación de los participantes entre sí y con el educador.

No existe un modelo único para determinar la función que los materiales deben tener en la educación. Es necesario tomar en cuenta una serie de elementos tales como: la naturaleza de la materia de estudio, el carácter de los objetivos (cognoscitivos, afectivos o psicomotores), los medios que se utilizan para su elaboración, el grupo destinatario o beneficiario del material, entre otros. La claridad y precisión sobre estos aspectos permitirán delimitar con mayor acierto las funciones específicas que el material desempeñará en el proceso educativo.

De cualquier manera, sea que el material tenga una función central o auxiliar, este debe:

- ❖ Propiciar respuestas creativas apoyadas en la estructuración de conocimientos previos
- ❖ Dar oportunidad de transferir a la práctica los conocimientos teóricos
- ❖ Propiciar la ejercitación y generalización de los conocimientos, habilidades, hábitos o destrezas adquiridas.

(Marqués, 2000) Plantea que según como se utilicen en los procesos de enseñanza y aprendizaje, los medios didácticos y los recursos educativos en general pueden realizar diversas funciones; entre ellas se destacan como las más habituales:

Proporcionar información. Prácticamente todos los medios didácticos proporcionan explícitamente información.

Guiar los aprendizajes de los estudiantes, instruir. Ayudan a organizar la información, a relacionar conocimientos, a crear nuevos conocimientos y aplicarlos... Es lo que hace un libro de texto por ejemplo.

Ejercitar habilidades, entrenar. Por ejemplo un programa informático que exige una determinada respuesta psicomotriz a sus usuarios.

Motivar, despertar y mantener el interés. Un buen material didáctico siempre debe resultar motivador para los estudiantes.

Evaluar los conocimientos y las habilidades que se tienen, como lo hacen las preguntas de los libros de texto o los programas informáticos.

La corrección de los errores de los estudiantes a veces se realiza de manera explícita (como en el caso de los materiales multimedia que tutorizan las actuaciones de los usuarios) y en otros casos resulta implícita ya que es el propio estudiante quien se da cuenta de sus errores (como pasa por ejemplo cuando interactúa con una simulación)

Proporcionar simulaciones que ofrecen entornos para la observación, exploración y la experimentación. Por ejemplo un simulador de vuelo informático, que ayuda a entender cómo se pilota un avión.

Proporcionar entornos para la expresión y creación. Es el caso de los procesadores de textos o los editores gráficos informáticos.

A partir de la consideración de la funcionalidad que tienen para los estudiantes, los medios didácticos pueden tener las funciones siguientes:

Presentar la información y guiar la atención y los aprendizajes:

- ❖ Explicitación de los objetivos educativos que se persiguen.
- ❖ Diversos códigos comunicativos: verbales (convencionales, exigen un esfuerzo de abstracción) e icónicos (representaciones intuitivas y cercanas a la realidad).
- ❖ Señalizaciones diversas: subrayados, estilo de letra, destacados, uso de colores...
- ❖ Adecuada integración de medias, al servicio del aprendizaje, sin sobrecargar. Las imágenes deben aportar también información relevante.

Organizar la información:

- ❖ Resúmenes, síntesis
- ❖ Mapas conceptuales
- ❖ Organizadores gráficos: esquemas, cuadros sinópticos, diagramas de flujo...

Relacionar información, crear conocimiento y desarrollar habilidades:

- ❖ Organizadores previos al introducir los temas.
- ❖ Ejemplos, analogías...
- ❖ Preguntas y ejercicios para orientar la relación de los nuevos conocimientos con los conocimientos anteriores de los estudiantes y su aplicación.

- ❖ Simulaciones para la experimentación.
- ❖ Entornos para la expresión y creación

1.3.6. Estructura de los materiales o medios didácticos

(Anónimo9, 1982) Explica que existen muchas formas de organizar el contenido, dependiendo del formato que lleve el material y la extensión del contenido.

Independientemente de la presentación del contenido conviene incluir, al inicio del material, un índice, una introducción o presentación (general y al inicio de cada capítulo), un resumen o recapitulación en forma de preguntas de autoevaluación al final de cada capítulo y antes de la bibliografía, y una bibliografía de consulta (general y al final de cada capítulo)

(Anónimo8, 2013): El Manual deberá incluir para cada capítulo o sección, además de la introducción y desarrollo del tema bajo análisis, por lo menos, una serie de lecturas recomendadas, preguntas o ejercicios, o ambos.

Capítulo II: Manual con enfoque pedagógico de Introducción a la Ingeniería.

2.1 El proceso de producción y servicios.

2.1.1 Introducción

En este capítulo, se pretende caracterizar los orígenes y evolución de la ingeniería, el perfil del ingeniero industrial para relacionarse con las principales características del egresado en la carrera. Además de describir los inicios de la ingeniería industrial y los movimientos más representativos que permitan la familiarización con la carrera de ingeniería industrial, así como detallar los elementos que componen el sistema empresarial, como el papel del ingeniero industrial en la empresa de forma que se facilite la comprensión de las organizaciones cubanas.

2.1.2 Orígenes y evolución de la ingeniería.

Ingeniería.

Es el conjunto de conocimientos y técnicas científicas aplicadas a la creación, perfeccionamiento e implementación de estructuras (tanto físicas como teóricas) para la resolución de problemas que afectan la actividad cotidiana de la sociedad.

La Ingeniería Primitiva.

La ingeniería es casi tan antigua como el mismo hombre, si definimos la ingeniería como la profesión que concreta los sueños y construye los ingenios de todo tipo. La ingeniería se dice que tuvo sus orígenes en Asia menor o África hace más de 8000 años, cuando el hombre comienza a domesticar animales, construir casas y cultivar. La agricultura trajo consigo el surgimiento de innovaciones técnicas que hicieron más eficaz el trabajo. Uno de los hechos más significativos de la ingeniería en sus inicios fue el surgimiento de las ciudades que ocurrió hacia el año 8000 a.c., que trajo consigo el surgimiento de nuevas profesiones.

Ingeniería egipcia.

Los egipcios realizaron algunas de las obras más grandiosas de la ingeniería de todos los tiempos. El primer ingeniero conocido por su nombre fue Imhotep, constructor de la pirámide de peldaños en Saqqarah, hacia el 2550 a.c. La pirámide de Keops es la más grande de las tres pirámides de la meseta de Giza, a

las afueras de El Cairo, Egipto. Esta construcción, superó los 146 m de altura, equivalente a un edificio de 40 pisos. Es la única de las Siete Maravillas del Mundo antiguo que aún sigue en pie.

Ingeniería Mesopotámica.

En las culturas mesopotámicas se construyeron murallas para ciudades y templos que pueden haber sido los primeros logros de ingeniería del mundo. Irrigaban sus tierras y amurallaban sus ciudades, destacándose por sus construcciones. En uno de los palacios estaban los Jardines Colgantes de Babilonia, una de las Siete Maravillas del Mundo antiguo.

Ingeniería Griega.

El mayor aporte de los griegos fue el desarrollo de las ideas al descubrir que la naturaleza tiene leyes generales de comportamiento. El primer ingeniero griego reconocido fue Pytheos, constructor del Mausoleo de Halicarnaso, otra de las Siete Maravillas del Mundo antiguo.

Ingeniería Romana.

La mayor parte de esta ingeniería era civil, sobre todo en el diseño y construcción de acueductos, carreteras, puentes y edificios públicos.

Ingeniería Oriental.

Una de las más grandes realizaciones de todos los tiempos fue la Gran Muralla de China. La distancia de un extremo a otro es de alrededor de 2 240 km. Tiene 10 m de altura, 8 m de espesor en la base, y 5 m en la parte superior.

Ingeniería en América.

Las obras prehispánicas de la ingeniería merecen ser reconocidas por su valor histórico y por lo que pueden aportar a la ingeniería moderna. Los aztecas construyeron pirámides escalonadas en Cholula, Xochicalco y Teotihuacán. Arquitectura maya era monumental, existen ruinas en Palenque, Uxmal, Mayapán, Copán, Tikal, Uaxactún, Quiriguá, Bonampak y Chichén Itzá. Las construcciones incas fueron de piedra y de una sola planta

Ingeniería de La Edad Media.

En la Edad Media se usó por primera vez la palabra Ingeniero. Las grandes catedrales fueron construidas durante la Edad Media. Se desarrolla el uso de la

fuerza no humana: la fuerza hidráulica, el viento, el caballo que fueron aplicadas en: las ruedas, las turbinas hidráulicas, los molinos de viento, las carretas y carruajes, las velas, etc.

Otros avances fueron: el carbón, el soplo de aire para fundir hierro, el papel, la pólvora, la química y la óptica, la imprenta, la brújula, el reloj mecánico y la navegación.

Ingeniería del Renacimiento.

- Florencia tuvo el más famoso ingeniero de todos los tiempos: Leonardo Da Vinci (1452-1519). Además de artista e ingeniero fue inventor y arquitecto. Diseñó la turbina de gas, la ametralladora, la cámara, las membranas cónicas y el helicóptero, que han demostrado ser utilizables.
- Galileo (1564 - 1642) Es considerado como uno de los principales científicos de este período histórico. Una de sus mayores contribuciones fue su formulación del método científico para acceder al conocimiento.
- Isaac Newton (1643 -1727) uno de los más grandes científicos, logró sintetizar en el siglo XVII los aspectos fundamentales de la física.

Ingeniería en la Revolución Industrial.

- James Watt (1736-1819) Inventor de la máquina de vapor.
- Henry Cort (1740-1880) Descubrió el método para refinar el hierro.

El barco de vapor y los ferrocarriles, la unión entre la ciencia y la técnica, la enseñanza de la ingeniería y el desarrollo industrial generaron todas las consecuencias de la Revolución Industrial.

Ingeniería en la Edad Moderna.

El desarrollo de la ingeniería del siglo XIX, alteró la evolución de la historia. Los principales cambios en esta etapa:

1. La expansión de la revolución industrial
2. La introducción del método de la ciencia aplicada.
3. El surgimiento de la Ingeniería Civil como una profesión, lo que hizo necesario la educación científica y técnica

El desarrollo de la ingeniería eléctrica, la popularización del motor de combustión interna y la química, originaron la llamada segunda revolución industrial de principios del siglo XX.

Ingeniería en la Actualidad.

Aumentan los avances generados en el campo de aplicación de las ingenierías. Toda la actividad económica recibe un gran beneficio. Se desarrollan todas las industrias; el transporte; la agroindustria; las edificaciones; el sector eléctrico; los servicios, la medicina, la información y las comunicaciones. No habría economía moderna sin el vasto y sólido soporte que le ha dado y le sigue dando la ingeniería. El futuro tecnológico lo marca el desarrollo de las tecnologías de la información y las comunicaciones. La automatización de la industria, los procesos de fabricación no contaminantes, la diversificación de la economía y la reducción de desigualdades sociales adquieren cada día mayor importancia. La ingeniería influye en la renovación innovativa, creativa y cultural de la humanidad.

2.1.3 Perfil del ingeniero industrial en relación a las demás ingenierías

La **ingeniería industrial** es una rama de la ingeniería que se ocupa del desarrollo, mejora, implantación y evaluación de sistemas integrados, dinero, conocimientos, información, equipamiento, energía, materiales y procesos. La ingeniería industrial está construida sobre los principios y métodos del análisis y síntesis de la ingeniería y el diseño para especificar, predecir y evaluar los resultados obtenidos de tales sistemas. Los ingenieros industriales trabajan para eliminar desperdicios de todos los recursos.

Para ella, el estudio, conocimiento, manejo y dominio de las matemáticas, la física y otras ciencias es aplicado profesionalmente tanto para el desarrollo de tecnologías, como para el manejo eficiente de recursos y fuerzas de la naturaleza en beneficio de la sociedad. La ingeniería es la actividad de transformar el conocimiento en algo práctico.

Su estudio como campo del conocimiento está directamente relacionado con el comienzo de la revolución industrial, constituyendo una de las actividades pilares en el desarrollo de las sociedades modernas.

El ingeniero en su ambiente profesional

Su función principal es la de realizar diseños o desarrollar soluciones tecnológicas a necesidades sociales, industriales o económicas. Para ello el ingeniero debe identificar y comprender los obstáculos más importantes para poder realizar un buen diseño. Algunos de los obstáculos son los recursos disponibles, las limitaciones físicas o técnicas, la flexibilidad para futuras modificaciones y adiciones y otros factores como el coste, la posibilidad de llevarlo a cabo, las prestaciones y las consideraciones estéticas y comerciales. Mediante la comprensión de los obstáculos, los ingenieros deducen cuáles son las mejores soluciones para afrontar las limitaciones encontradas cuando se tiene que producir y utilizar un objeto o sistema.

Los ingenieros utilizan el conocimiento de la ciencia, la matemática y la experiencia apropiada para encontrar las mejores soluciones a los problemas concretos, creando los modelos matemáticos apropiados de los problemas que les permiten analizarlos rigurosamente y probar las soluciones potenciales. Si existen múltiples soluciones razonables, los ingenieros evalúan las diferentes opciones de diseño sobre la base de sus cualidades y eligen la solución que mejor se adapta a las necesidades.

En general, los ingenieros intentan probar si sus diseños logran sus objetivos antes de proceder a la producción en cadena. Para ello, emplean entre otras cosas prototipos, modelos a escala, simulaciones, pruebas destructivas y pruebas de fuerza. Las pruebas aseguran que los artefactos funcionarán como se había previsto.

Para hacer diseños estándar y fáciles, las computadoras tienen un papel importante. Utilizando los programas de diseño asistido por ordenador (DAO, más conocido por CAD, Computer-Aided Design), los ingenieros pueden obtener más información sobre sus diseños. El ordenador puede traducir automáticamente algunos modelos en instrucciones aptas para fabricar un diseño. La computadora también permite una reutilización mayor de diseños desarrollados anteriormente, mostrándole al ingeniero una biblioteca de partes predefinidas para ser utilizadas en sus propios diseños.

Los ingenieros deben tomar muy seriamente su responsabilidad profesional para producir diseños que se desarrollen como estaba previsto y no causen un daño inesperado a la gente en general. Normalmente, los ingenieros incluyen un factor de seguridad en sus diseños para reducir el riesgo de fallos inesperados.

La ciencia intenta explicar los fenómenos recientes y sin explicación, creando modelos matemáticos que correspondan con los resultados experimentales. Tecnología e ingeniería constituyen la aplicación del conocimiento obtenido a través de la ciencia, produciendo resultados prácticos. Los científicos trabajan con la ciencia y los ingenieros con la tecnología. Sin embargo, puede haber puntos de contacto entre la ciencia y la ingeniería. No es raro que los científicos se vean implicados en las aplicaciones prácticas de sus descubrimientos. De modo análogo, durante el proceso de desarrollo de la tecnología, los ingenieros se encuentran a veces explorando nuevos fenómenos.

También puede haber conexiones entre el funcionamiento de los ingenieros y los artistas, principalmente en los campos de la arquitectura y del diseño industrial.

Existe asimismo alguna otra creencia en la forma de entender al ingeniero del siglo XXI, ya que las raíces de este término no quedan claras, porque el término ingeniero es un anglicismo proveniente de "*engineer*", que proviene de *engine*, es decir máquina.

Funciones del ingeniero

1. Administración: Participar en la resolución de problemas. Planificar, organizar, programar, dirigir y controlar la construcción y montaje industrial de todo tipo de obras de ingeniería.
2. Investigación: Búsqueda de nuevos conocimientos y técnicas, de estudio y en el campo laboral.
3. Desarrollo: Empleo de nuevos conocimientos y técnicas.
4. Diseño: Especificar las soluciones.
5. Producción: Transformación de materias primas en productos.
6. Construcción: Llevar a la realidad la solución de diseño.
7. Operación: Proceso de mantenimiento y administración para optimizar productividad.

8. Ventas: Ofrecer servicios, herramientas y productos.

Ética profesional

Los ingenieros deben reconocer que la vida, la seguridad, la salud y el bienestar de la población dependen de su juicio. Y que siempre la vida se encuentra por encima del bien material.

Regulación y concesión de licencias para ingenierías

La profesión de ingeniero está regulada en varios países, que tienen organismos que certifican que el aspirante está preparado para ejercer como ingeniero.

La ingeniería industrial está estrechamente identificada también con la gestión de operaciones, ingeniería de sistemas o ingeniería de manufactura, una distinción que parece depender del punto de vista o motivos de quien la use.

Aplicaciones.

La ingeniería industrial abarca varias áreas de actividad, tales como: ciencias de la administración, gestión de cadenas de suministro, ingeniería de procesos, investigación de operaciones, ingeniería de sistemas, ergonomía, ingeniería de calidad y reingeniería de procesos. Es una actividad regulada en muchos países, por lo que para ejercerla se requiere una licencia o aprobación de un colegio de ingenieros.

Algunos ejemplos de las aplicaciones de la ingeniería industrial son: el diseño de nuevos sistemas de trabajo en bancos, las mejoras de operaciones y emergencias en hospitales, la distribución global de productos, y la reducción y mejora de líneas de espera en bancos, hospitales, parques temáticos y sistemas de tráfico vehicular.

Los ingenieros industriales usan comúnmente estadística y simuladores informáticos, especialmente simulación de eventos discretos, para su análisis y evaluación.

Personalidades relacionadas con los orígenes de la ingeniería industrial.

Mucho se ha escrito sobre los pioneros de la administración, quienes surgieron durante y después de la revolución industrial en Inglaterra y Estados Unidos. Antes de la revolución industrial, los bienes los producían los artesanos en el conocido sistema casero. En aquellos días la administración de las fábricas no era

problema. Sin embargo, a medida que se desarrollaban nuevos aparatos y se descubrían nuevas fuentes de energía, se tuvo la necesidad práctica de organizar las fábricas para que pudieran aprovechar las innovaciones.

Quizá el primero de todos los pioneros fue Sir Richard Arkwright (1732-1792) quien inventó en Inglaterra el torno de hilar mecánico. Además creó y estableció lo que probablemente fue el primer sistema de control administrativo para regularizar la producción y el trabajo de los empleados de las fábricas.

Posteriormente, otros desarrolladores de la ingeniería industrial en el mundo fueron Frederick W. Taylor quien se le llegó a conocer como el padre de la administración científica cuando publicó en 1911 su último libro titulado "The Principles of Scientific Management", creó lo que él llamó la fórmula para máximas producciones en la que establecía que: "la máxima producción se obtiene cuando a un trabajador se le asigna una tarea definida para desempeñarla en un tiempo determinada y de una forma definida" aunque este concepto ha cambiado sigue siendo parte importante de la ingeniería industrial, posteriormente Frank Gilbreth y Lillian Gilbreth contribuyeron con la idea de Taylor al crear el método "therbligs" (Gilbreth escrito al revés) en el que identificaron y asilaron 18 movimientos elementales que se realizan en casi todas las actividades humanas, cada uno de estos movimientos o therbligs se deberían lograr en un rango definido de tiempo , otros personajes que contribuyeron fueron: Henri Fayol y Harrington Emerson, defensor de las operaciones eficientes y del pago de premios para el incremento de la producción, así como Henry Ford, padre de la cadena de montaje moderna utilizada para la producción en masa o producción en serie.

La máquina de vapor

En 1774 otro inventor británico, James Watt, junto con su socio Matthew Boulton, estaban organizando una fábrica en el Soho para producir máquinas de vapor. Ellos instituyeron la capacitación técnica para los artesanos que superó por mucho cualquier tipo de capacitación que existiera en esa época y también contribuyeron mucho a normalizar la administración de las fábricas.

Subsecuentemente, sus hijos James Watt Jr. y Matthew Robinson Boulton, establecieron la primera fábrica completa de máquinas de manufactura en el

mundo. Siguiendo el ejemplo de sus padres, planearon y construyeron una instalación de manufactura integrada que se adelantó mucho a su época. Entre otras cosas, instituyeron un sistema de control de costos diseñado para disminuir el desperdicio y mejorar la productividad.

Babbage y el cálculo analítico

Otro inglés, Charles Babbage (1792-1871), aportó muchas contribuciones significativas a la ciencia de la ingeniería industrial, ya que creó los sistemas analíticos para mejorar las operaciones, que publicó en su libro *The Economy of Machinery and Manufacturers*, el cual se distribuyó ampliamente en Inglaterra, resto de Europa y Estados Unidos. Los métodos analíticos que Babbage originó fueron lo más avanzado, por décadas, en el campo del aumento de la productividad y tienen alguna semejanza con el trabajo de Frederick Taylor.

2.1.4 La empresa como sistema. Concepto y clasificación de sistema. Su estructura jerárquica.

El término sistema ha logrado gran difusión a través del tiempo. Así, se habla de sistemas económico, político, administrativo, financiero, contable; sistema de producción, de comercialización, de información, de recursos humanos, de distribución y otros. El creador de esta teoría fue Ludwig V. Bertalanffy, que en su obra denominada “Teoría General de Sistemas” expuso las características y los parámetros para todos los sistemas, así como la enunciación de los conceptos aplicables a las diversas situaciones que puedan surgir al realizar estudios en los distintos campos de las ciencias.

El **sistema** puede definirse como el conjunto de partes o componentes interrelacionados e interdependientes que conforman un todo unitario y organizado para el logro de objetivos comunes, en un medio ambiente y tiempo determinado. También, se puede definir el **sistema** como el conjunto ordenados de procesos o procedimientos (métodos y operaciones) interrelacionados e interdependientes que contribuyen a realizar una función.

Característica principal del sistema: es la interacción de las partes de que está constituido. Al respecto existen los siguientes recursos críticos a considerar:

- Las partes, órganos o elementos;

- Las relaciones e interdependencias entre las partes o componentes del sistema.
- Las relaciones del sistema con el ambiente.

Toda empresa, como sistema, recibe del ambiente los recursos (entradas), los procesa o transforma (procesos) en bienes o servicios (salidas) y las devuelve al ambiente, como puede verse en la figura 1.

Componentes principales de un sistema de producción

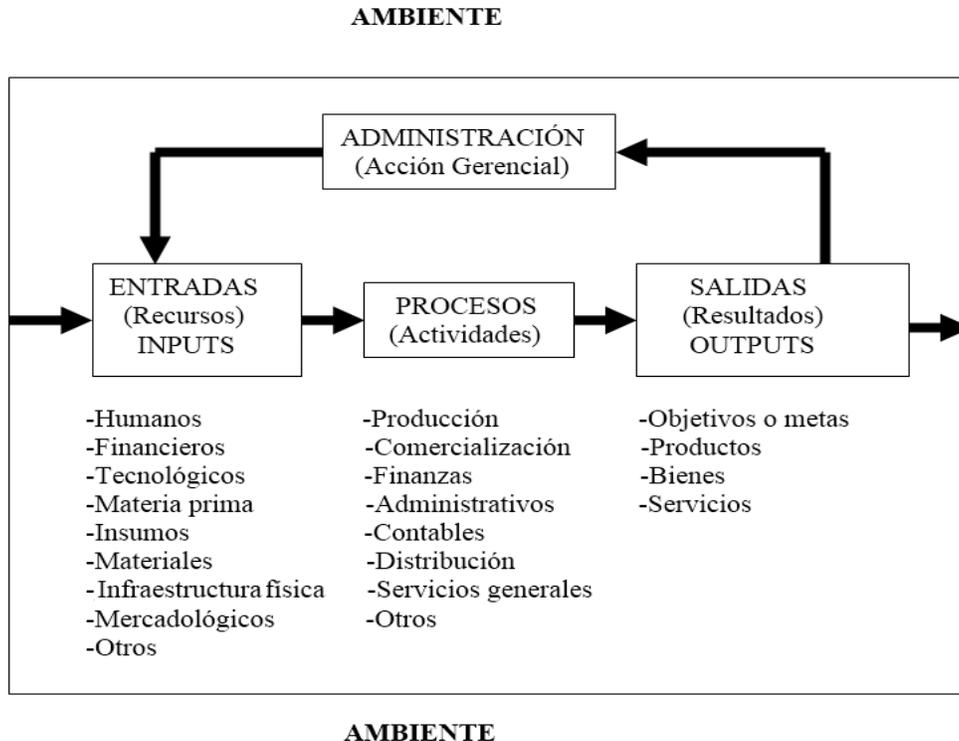


Figura 1: La empresa como sistema. Fuente: (Flor, 2000)

Las **Entradas** (inputs): son los recursos o insumos que recibe el sistema para procesar o transformar y obtener los resultados o salidas deseadas.

El Proceso o transformación: es el conjunto de elementos y actividades mediante los cuales se procesan, convierten o transforman las “Entradas” o insumos en “Salidas” o resultados.

Las Salidas o productos (outputs): son los resultados del proceso o de las actividades realizadas.

La Retroinformación o retroalimentación (feedback): es la comunicación del resultado o producto del sistema a su “entrada”, de modo a conformar o introducir las medidas correctivas, en los casos necesarios. Es un mecanismo de control que

permite comparar los resultados obtenidos con los previstos, así, mediante la retroinformación se puede determinar si los recursos previstos para el objetivo fueron suficientes o no y si hay diferencias corregirlas para el siguiente proceso.

El Ambiente: Es el medio que rodea a un sistema. El ambiente empresarial está constituido por los ambientes internos (subsistemas) y externos está formado por las condiciones o elementos que afectan el funcionamiento de las organizaciones, como: condiciones económicas, políticas, legales, tecnológicas, sociales, etc.

Clasificación del sistema.

De acuerdo al origen:

- Los naturales: Son aquellos elaborados por la naturaleza.
- Los elaborados: Por el hombre.

De acuerdo al intercambio con el ambiente:

- Abiertos: son aquellos donde es muy difícil predecir su comportamiento. La retroalimentación existente no es controlable y en algunos casos es subjetiva (el organismo del cuerpo humano).
- Cerrados: son aquellos que tienen objetivos, insumos, productos y relaciones claramente determinados por lo que el control, retroalimentación y pronóstico pueden ser establecidos de manera precisa y objetiva.

Según la variación de los parámetros en el tiempo:

- Estáticos: No varía en el tiempo o sus variaciones son insignificantes.
- Dinámicos: Todas o algunas de sus variaciones en el tiempo.

El enfoque de sistemas trata de concebir la organización como un sistema unitario e intencional compuesto de partes interrelacionadas. Da a los administradores una manera de verla como un todo y como una parte de un ambiente externo más amplio, y la teoría de sistemas nos dice que la actividad de cualquier parte de la organización afecta a todas las demás.

El enfoque de sistemas permite una visión global de la empresa y sus sectores o subsistemas componentes. La organización como sistema, constituye un conjunto de órganos o sectores interactivos, interrelacionados e interdependiente, para el logro de objetivos comunes. Así, en la Figura 2 se puede observar que el sistema empresarial está constituido por varios subsistemas, como: el Directorio, la

Gerencia General, Gerencia de Producción, Gerencia Comercial, Gerencia de Finanzas, Gerencia de Administración, y Gerencia de Desarrollo y Gestión Empresarial. A su vez, cada gerencia está compuesta por subsistemas menores, por ejemplo, la Gerencia de Producción cuenta los siguientes Departamentos: Planeación de la Producción, Producción y Control de la Calidad.

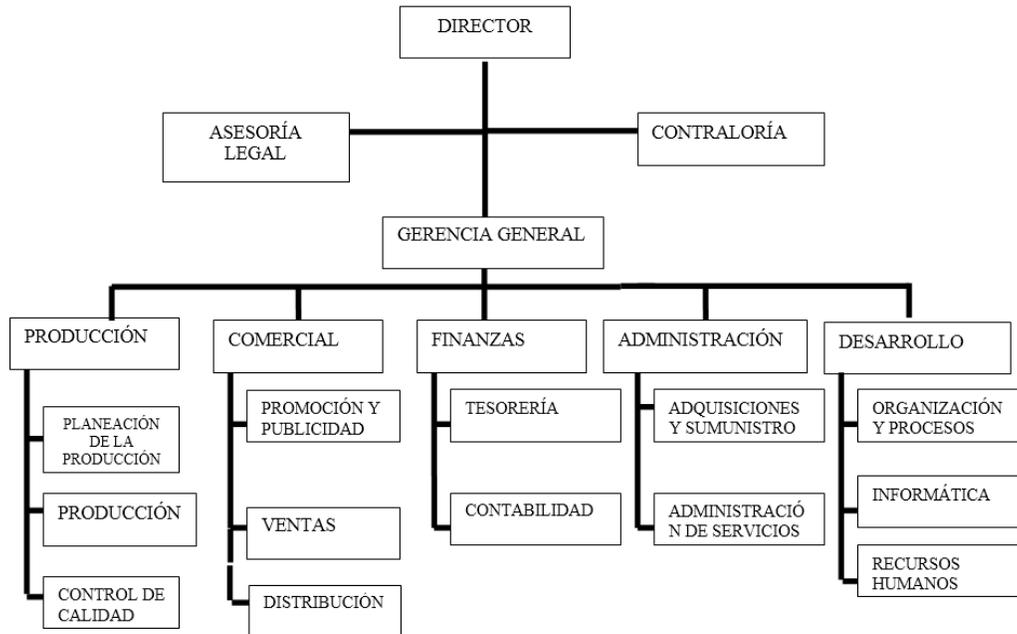


Figura 2: La organización como sistema. Fuente: (Flor, 2000)

Los órganos o subsistemas de las empresas no actúan en forma aislada sino en forma integrada y global. Es decir, cada una de las partes están relacionadas entre sí y son interactivos e interdependientes. Lo que realmente caracteriza al sistema son las relaciones entre los elementos o partes de la organización y de éstos con los factores del ambiente externo. O sea, una retroalimentación permanente de informaciones, conocimiento, métodos y técnicas.

Otro aspecto a considerar es que los sistemas tienen fronteras o límites dentro de los cuales actúan y que deben ser analizados al realizar cualquier tipo de estudio, aunque a veces resulta difícil definir donde comienza y termina las partes de un sistema.

Una empresa o sistema organizativo es un grupo social creado por el hombre para el cumplimiento de un fin determinado. Este está compuesto por:

- Hombres (elemento más complejo)

- Medios (sobre los que el hombre actúa para obtener determinados resultados)

Niveles jerárquicos.

Decisiones estratégicas:

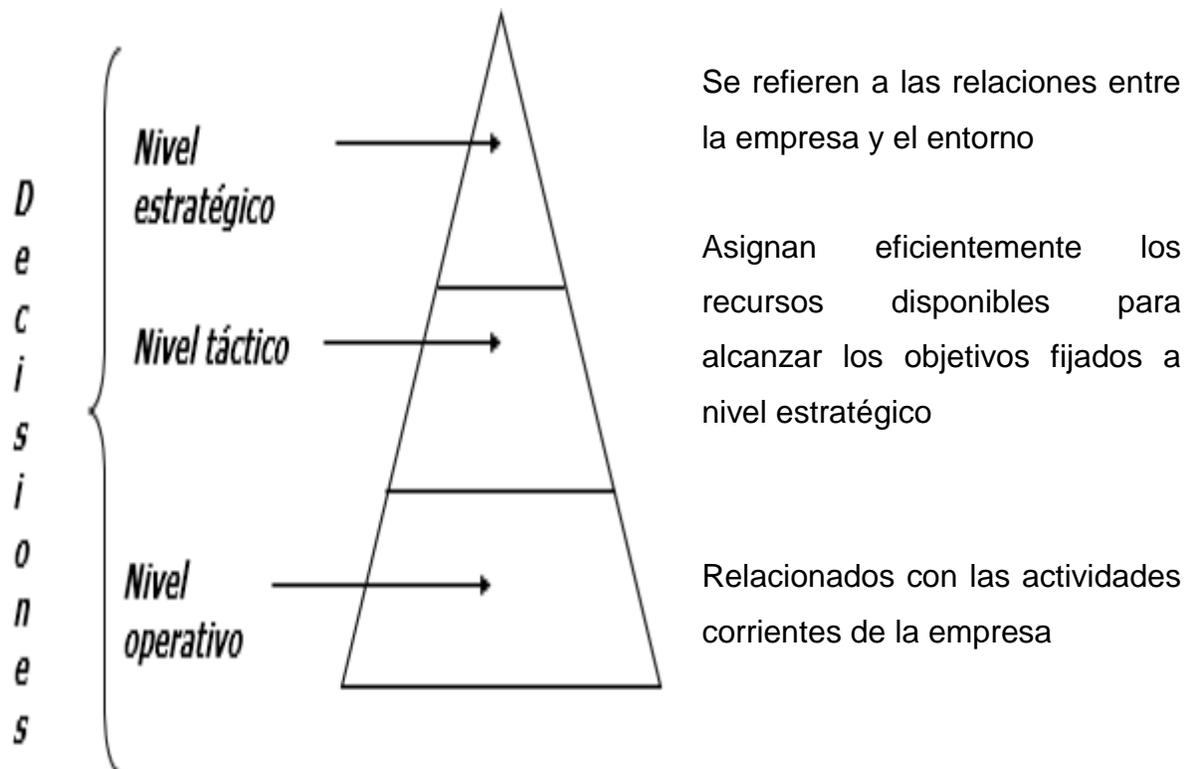
- Definen la política a largo plazo y toman las grandes decisiones.
- Relaciona las actividades de la organización con su medio exterior.
- Los periodos de decisión en este nivel son más prolongados y por tanto las decisiones se refieren a aspectos menos dinámicos.

Decisiones tácticas:

- Define la política a corto plazo y tomas las decisiones de alcance medio.
- Transforman objetivos generales en específicos.
- Su tarea es coordinar las actividades.

Decisiones operativas:

- Participa en el desarrollo real de la tarea.
- Los objetivos a este nivel son más específicos, su cumplimiento se enmarca en cortos periodos de tiempo y sus parámetros son medibles con precisión.



Organigrama o estructura organizativa: es una forma de representación gráfica del sistema organizativo donde se muestra la disposición de responsabilidades, autoridades y relaciones entre el personal (ISO 9000:2000). Este expresa el orden jerárquico y de autoridad que existe en el grupo así como quién manda a quien.

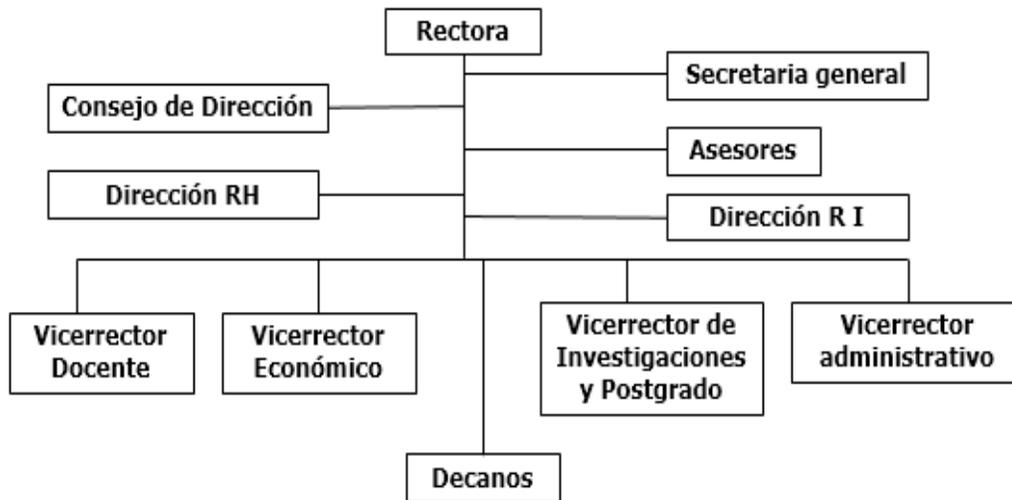


Figura 3: Organigrama de la UNISS. Fuente: Documentación UNISS.

Los organigramas constituyen una herramienta vital para expresar la estructura de dirección y para ello debe cumplirse con los requisitos para su confección, así como las expresiones típicas de cada tipo de organigrama.

Ventajas:

- Idea bastante simplificada de todo el sistema organizativo.
- Su capacidad para ser entendidos fácil y rápidamente.

Desventajas:

- No reflejan todo el sistema de relaciones, limitándose a mostrar líneas ejecutivas y funcionales.

Tipos de estructuras organizativas.

Estructura lineal: posibilidad de dirigir en forma directa a cientos o miles de hombres

Ventajas:

- Sencilla.
- División clara de la autoridad de cada jefe.
- Facilita rapidez de acción.

- Facilita mantener la disciplina.

Desventajas:

- Los jefes se recargan de trabajo al centralizar todas las funciones.
- Los jefes ejecutan las órdenes con independencia unos de los otros.

Estructura Funcional (Taylor)

Ventajas:

- La división del trabajo es planeada
- Se logra que cada jefe aporte el máximo de su conocimiento.
- Se basaba en expertos.
- El trabajo de dirección en el taller se separa del de la oficina y por tanto se obtiene mayor productividad.

Desventajas:

- El obrero se siente presionado por órdenes de diferentes fuentes y no sabe cuál priorizar.
- El solapamiento de la autoridad puede dar al razonamiento diferente entre diferentes jefes.
- La iniciativa del obrero queda totalmente excluida, lo que crea el peligro de espíritu rutinario.

Funciones administrativas (Ciclo de dirección)



Figura 4: Ciclo de dirección.

El ciclo completo de dirección confirma que esta función es un proceso complejo e interrelacionado, siendo la misión, visión y objeto social de las empresas herramientas que ordenan y proyectan los objetivos de las empresas.

- **Misión:** razón de ser de la empresa u organización. Los fines para lo cual está destinada, así como su desarrollo cualitativos
- **Visión:** expresa el estado deseado de una organización en un periodo de tiempo.
- **Objeto social:** expresa los destinos de las salidas comercializables de una organización. Expresa el marco legal para la actividad comercial y por ende debe autorizada por las entidades nacionales.

2.1.5 Los sistemas productivos de bienes y servicios.

Sistema de producción.

Es aquel sistema que proporciona una estructura que agiliza la descripción, ejecución y el planteamiento de un proceso. Estos sistemas son los responsables de la producción de bienes y servicios en las organizaciones. Los administradores de operaciones toman decisiones que se relacionan con la función de operaciones y los sistemas de transformación que se emplean. De la misma manera los sistemas de producción tienen la capacidad de involucrar las actividades y tareas diarias de adquisición y consumo de recursos. Estos son sistemas que utilizan los gerentes de primera línea dada la relevancia que tienen como factor de decisión empresarial.

Elementos de un sistema productivo de bienes o servicios:

- Mano de obra / Fuerza de trabajo / Recursos Humanos.
- Medios de trabajo / Máquinas.
- Objetos de trabajo / Materia prima / Clientes.

Etapas de los procesos productivos de bienes:

- **Preparatoria:** se garantizan todas las condiciones para desarrollar el proceso.
- **Ejecución o transformación:** es aquella en que la materia prima es transformada para la obtención del producto.
- **Resultado:** es aquella en la que se obtiene el producto saliente del proceso de transformación.

- La **actividad de control**: está presente en cada una de las actividades descritas, a efectos de garantizar el valor agregado esperado y la calidad del producto o servicios a satisfacción del usuario.

Etapas de los procesos productivos de servicios:

- **Antes de la transacción del servicio**: el cliente recibe la oferta de los servicios que se prestan.
- **Durante de la transacción del servicio**: se ejecuta el servicio.
- **Después de la transacción del servicio**: servicios de garantía y post – venta.

Flujos de las actividades de los procesos de producción / servicio:

- **Flujo material**: transporte, almacenamiento, procesamiento, manipulación, aprovisionamiento, distribución, reciclaje.
- **Flujo informativo**: recepción de los pedidos, planificación y control, gestión de la información, gestión de procesos, compras, ventas.
- **Flujo financiero**: cobros, pagos, administración.
- **Actividades de apoyo**: gestión del personal, aseguramiento de equipos, aseguramiento de calidad, protección al medio ambiente.

Clasificación de los sistemas productivos de bienes:

Sistemas continuos. Los sistemas productivos de flujo continuo son aquellos en los que las instalaciones se uniforman en cuanto a las rutas y los flujos en virtud de que los insumos son homogéneos, en consecuencia puede adoptarse un conjunto homogéneo de procesos y de secuencia de procesos. Cuando la demanda se refiere a un volumen grande de productos estandarizado, las líneas de producción están diseñadas para producir artículos en masa. La producción a gran escala de artículos estándar es características de estos sistemas.

Sistemas intermitentes. Las producciones intermitentes son aquellas en que las instituciones deben ser suficientemente flexibles para manejar una gran variedad de productos y tamaños. Las instalaciones de transporte entre las operaciones deben ser también flexibles para acomodarse a una gran variedad de características de los insumos y a la gran diversidad de rutas que pueden requerir estos. La producción intermitente será inevitable, cuando la demanda de un producto no es lo bastante grande para utilizar el tiempo total de la fabricación

continua. En este tipo de sistema la empresa generalmente fabrica una gran variedad de productos, para la mayoría de ellos, los volúmenes de venta y consecuentemente los lotes de fabricación son pequeños en relación a la producción total. El costo total de mano de obra especializado es relativamente alto; en consecuencia los costos de producción son más altos a los de un sistema continuo.

Sistemas modulares. Hace posible contar con una gran variedad de productos relativamente altos y al mismo tiempo con una baja variedad de componentes. La idea básica consiste en desarrollar una serie de componentes básicos de los productos (módulos) los cuales pueden ensamblarse de tal forma que puedan producirse un gran número de productos distintos (por ejemplo, bolígrafos).

Sistemas por proyectos. El sistema de producción por proyectos es a través de una serie de fases; es este tipo de sistemas no existe flujo de producto, pero si existe una secuencia de operaciones, todas las tareas u operaciones individuales deben realizarse en una secuencia tal que contribuya a los objetivos finales del proyecto. Los proyectos se caracterizan por el alto costo y por la dificultad que representa la planeación y control administrativo.

Clasificación de los sistemas productivos de servicios:

Tabla 1. Clasificación de los Servicios

Servicios Superiores	<i>Servicios Financieros:</i> son aquellas instituciones cuya actividad principal gire en torno al sistema monetario y sus variantes como pueden ser instituciones de crédito y auxiliares, instituciones bancarias y monetarias, bolsas de valores, aseguradoras y afianzadoras, entre otras.
	<i>Servicios a las empresas:</i> son aquellas que se brindan como apoyo a las personas morales y físicas, siendo muy especializados, incluyéndose en ellas, las consultorías, bufetes jurídicos y/o contables, informática, publicidad, diseño gráfico, etc. Es un sector considerado de alta jerarquía, y que a medida que las empresas se desarrollan y sofistican, van apareciendo de manera vital.
	<i>Servicios de educación, salud y bienestar:</i> tienen que ver con los prestados a los consumidores directamente, y donde quedan incluidas escuelas, universidades, hospitales, etc.
Servicios al Consumidor	<i>Servicios de recreación:</i> aquí se incluyen los prestados por centros de recreación, así como hoteles, bares, restaurantes, cines, teatros, etc. <i>Servicios personales:</i> se componen por estéticas, tintorerías, etc.
	<i>Servicios de reparación:</i> constituyen un sector más especializado en cuanto a que no sólo va dirigido a los consumidores, sino algunas veces también a las empresas.
	Otros

Fuente: (Pérez, 1996)

Cuasi – manufactura: La característica distintiva de este esquema es que la producción de bienes ocurre sobre la línea de producción con prácticamente ninguna participación del cliente en la producción. Esta situación es la que se vive en los puntos de comidas rápidas en donde se puede enfocar la producción al producto o por procesos, dependiendo de la naturaleza de los bienes a producir. En este caso se presenta un predominio de los bienes físicos sobre los servicios intangibles.

Cliente como participante: Esta situación se presenta en casos como los cajeros automáticos, las estaciones de gasolina, los almacenes por departamento. La característica distintiva de este esquema es el elevado grado de participación del cliente en el proceso de generación del servicio.

Cliente como producto: Ejemplos de este esquema son las clínicas médicas y las salas de belleza. Estos esquemas presentan un servicio personalizado y un elevado grado de contacto con el cliente. La característica distintiva de este método es que el servicio se da a través de una atención personal al cliente final.

2.1.6 Enfoque de procesos.

Proceso:

“Actividad que se lleva a cabo en una serie de etapas para producir un resultado específico o un grupo coherente de resultados específicos, o bien como un grupo de acciones que tienen un propósito común que hace avanzar el negocio en alguna forma.”

“Organización racional de personas, materiales, energía, equipos y procedimientos en actividades concebidas para producir un resultado final específico.”

“Conjunto de pasos que se realizan de forma sucesiva en distintas dependencias, con el objeto de transformar una serie de entradas específicas en una salidas (bienes o servicios) deseadas, añadiendo valor.”



Figura 5: Representación de un proceso con sus entradas y salidas. Fuente: elaboración propia.

Componentes básicos de un proceso

- Materias primas o insumos
- Actividades
- Resultados

No se concibe un proceso sin un objetivo, ya sea un bien o servicio producto, ni ese resultado no asociado a un cliente que tiene una necesidad por satisfacer.

Los procesos en la organización se identifican a partir de la norma de constitución de la entidad, quien define sus objetivos, productos o servicios y funciones.

Estos en conjunto con la definición de la misión de la organización, la cual determina el valor agregado de la entidad, formalizan los procesos y subprocesos que debe adelantar el ente gubernamental o empresa, a fin de cumplir con sus objetivos, productos o servicios que le son demandados.

Actores que intervienen en cada proceso

Los proveedores: son quienes suministran los materiales y las informaciones de acuerdo con los requisitos.

Los responsables del proceso o productores: son todos aquellos que aportan su trabajo personal en las diferentes etapas del proceso para lograr un producto o servicio que cumpla con todos los requisitos exigidos por el cliente.

Los clientes: Los destinatarios finales del producto o servicio y los que en definitiva juzgan su calidad, en la medida en que satisface sus necesidades y expectativas.

La relación **cliente – proveedor** se produce entre las distintas unidades, grupos de trabajo o personas que intervienen en un proceso. Esto quiere decir que cada una es a la vez un cliente para aquella que la precede en la generación de un producto, y un proveedor para quien la sucede.

Cada unidad, grupo de trabajo o persona ha de realizar su labor de forma que cumpla con todos los requisitos que necesita su “**cliente**”, para que este último pueda continuar eficazmente con su parte en el proceso. Y así sucesivamente.

Un proceso es una secuencia de actividades que reciben uno o más insumos y permite obtener un resultado final o intermedio que agrega valor al cliente final.

Proceso de producción: Cualquier proceso que entre en contacto físico con el hardware o software que se entregará a un cliente externo hasta aquel punto en el cual el producto se empaqueta (por ejemplo, fabricación de computadoras, preparación de

alimentos para el consumo masivo de los clientes, refinación de petróleo, transformación de hierro en acero). Esto no incluye los procesos de embarque y distribución.

Proceso de la empresa: Todos los procesos de servicios y los que respaldan a los de producción (por ejemplo, de pedidos, proceso de cambio en ingeniería, de nómina, diseño del proceso de manufactura). Un proceso de la empresa consiste en un grupo de tareas lógicamente relacionadas que emplean los recursos de la organización para dar resultados definidos en apoyo de los objetivos de la organización.

Se puede concluir que casi todo lo que se hace es un proceso y que los de la empresa desempeñan un papel importante en la supervivencia económica de las organizaciones.

Enfoque de procesos:

Para que las organizaciones operen de manera eficaz, tienen que identificar y gestionar numerosos procesos interrelacionados y que interactúan. A menudo el resultado de un proceso constituye directamente el elemento de entrada del siguiente proceso. La identificación y gestión sistemática de los procesos empleados en la organización y en particular las interacciones entre tales procesos se conoce como “enfoque basado en procesos”.

Enfoque basado en procesos: Un resultado deseado se alcanza más eficientemente cuando las actividades y los recursos relacionados se gestionan como un proceso.

Una ventaja del enfoque basado en procesos es el control continuo que proporciona sobre los vínculos entre los procesos individuales dentro del sistema de procesos, así como sobre su combinación e interacción.

Un enfoque de este tipo, enfatiza la importancia de:

- la comprensión y el cumplimiento de los requisitos,
- la necesidad de considerar los procesos en términos que aporten valor,
- la obtención de resultados del desempeño y eficacia del proceso, y
- la mejora continua de los procesos con base en mediciones objetivas.

Mejoramiento de los procesos de la empresa

Relacionado con el estudio de los procesos está el concepto de **función:** Una función se organiza en la empresa agrupando actividades similares o de carácter similar.

Funciones características serían ventas y mercadeo, contabilidad, ingeniería de desarrollo, compras y garantía de calidad.

Ejemplo: En la función de compra en la empresa se agrupan todas aquellas actividades que se enfocan a adquirir bienes y servicios en los proveedores, pero para poder aportar un resultado concreto necesita de otras funciones como finanzas, transporte, planificación, etc. Sin embargo, si se ve la compra como un proceso se analizaría como un mismo sistema a la secuencia de actividades que van desde la planificación de necesidades, la contratación con los proveedores, la transportación, almacenaje, financiamiento de la compra, el control de la calidad y su entrega al área consumidora de la empresa.

En el esquema siguiente se muestra el Modelo de Proceso que debe aplicarse en el análisis de cada proceso de la empresa:

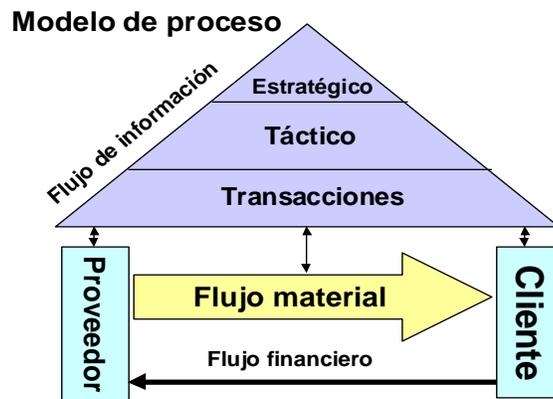


Figura 6: Modelo de proceso. Fuente: (Urquiaga, 2003)

Relación entre proceso y función

Existe una relación necesaria entre proceso y función pero son diferentes según Urquiaga, Ana Julia, 2003

- **Proceso:** secuencia de actividades que genera un resultado terminado para un cliente externo o interno.
- **Función:** Conjunto de actividades agrupadas por su afinidad de contenido o especialidad.

Diferencias entre el enfoque funcional y el enfoque por procesos:

Enfoque funcional	Enfoque por procesos
No se tiene un propósito y unos objetivos claramente definidos y comunicados a la organización	Todo el mundo conoce el propósito de la organización y los objetivos
Principalmente se enfoca a la obtención de los requisitos	Se enfoca en la satisfacción de los clientes
Las personas son solo un recurso para conseguir los resultados	Los resultados se logran con el trabajo en equipo
Procedimientos basados en actividades independientes de los objetivos de la empresa	Los procesos se diseñan para obtener los objetivos, estos son medidos, revisados y mejorados
El sistema de la calidad, lo definen los 20 requisitos	El sistema lo define la política y los objetivos
La mejora continua se percibe como la corrección de errores	La mejora continua es proactiva con el objeto de mejorar en todos los niveles y aspectos
Los datos de los registros, no se utilizan para tomar decisiones	Las decisiones se basan en los datos
Las decisiones se toman sin planificar y basadas en precios	Las decisiones se toman de acuerdo a las necesidades de las partes interesadas

Fuente: (Autores, 2010)

Entonces, los tres objetivos más importantes del mejoramiento de procesos son:
(Harrington)

- Hacer efectivos los procesos, generando los resultados deseados.
- Hacer eficientes los procesos, minimizando los recursos empleados.
- Hacer los procesos adaptables, teniendo la capacidad para adaptarse a los clientes cambiantes y a las necesidades de la empresa.

Indicadores de los procesos:

La actividad del ingeniero en los procesos debe generar soluciones que mejoren la eficiencia de los mismos, ya que el desarrollo de la sociedad está asociado directamente en el incremento sistemático de la eficiencia de todos sus procesos de producción y servicio. En la figura 7 se muestra un esquema donde se sintetizan los principales conceptos asociados a la eficiencia del proceso.

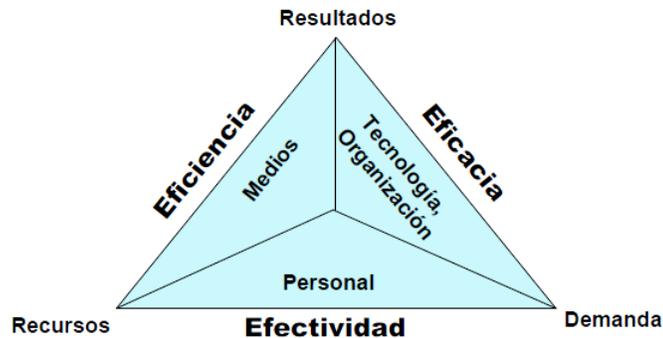


Figura 7: Triángulo de evaluación del proceso. Fuente: (Acevedo & Gómez, 2010)

Los conceptos principales incluidos en el esquema son:

- **Recursos.** Son todos los recursos materiales, humanos, financieros, energéticos y ambientales que utiliza el proceso para lograr sus resultados.
- **Resultados.** Son los productos y servicios que genera el proceso con determinada calidad, diseño y oportunidad para el cliente.
- **Demanda.** Es el producto o servicio que necesita el cliente en determinado momento, diseño y calidad y que está dispuesto a pagar.

El personal con el apoyo de los medios disponibles en el proceso, y basado en la tecnología y organización por él generados, despliega su actividad para generar resultados que tiendan a satisfacer las demandas de los clientes a partir de agregar valor a los recursos que debe transformar.

La eficiencia, eficacia y efectividad es la medición del nivel en que el personal diseñó y operó el proceso en cuestión.

La eficiencia es la correlación que se logra entre los resultados obtenidos y los recursos utilizados, debiendo lograr que sea esta correlación creciente y lo máximo

posible. La misma se puede formular según la siguiente ecuación general: **Eficiencia = Resultados / Recursos (1)**

La **eficacia** se define como el grado en que los resultados obtenidos se corresponden con la demanda en todos sus atributos (volumen, precio, calidad, diseño, oportunidad) y se puede formular así:

$$\text{Eficacia} = \text{Demanda} / \text{Resultados (2)}$$

La **efectividad** expresa en qué grado los recursos utilizados en el proceso satisfacen las demandas existentes y puede formularse así: **Efectividad = Demanda / Recursos (3)**

Por lo tanto la efectividad se puede formular igualmente como: **Efectividad = Eficiencia * Eficacia (4)**

El análisis de estas ecuaciones generales nos indica que alcanzar elevada eficiencia en un proceso pero orientándose a obtener productos y servicios que no son coincidentes con la demanda y sus atributos genera una baja efectividad que es el indicador que tiene un mayor enfoque social, ya que relaciona el uso de los recursos cada vez más deficitarios a nivel de la sociedad y la naturaleza con la satisfacción de las demandas de la sociedad.

La eficiencia se determina para un período dado (año, trimestre, mes, semana, día, hora) y puede determinarse para el conjunto de los recursos utilizados o para determinados recursos. En el caso de los recursos más críticos se determinan indicadores de eficiencia particulares. Esta criticidad puede ser general para toda la Economía Nacional (energía, divisas, etc.) o específicamente en cada proceso por sus particularidades.

Mapa de procesos.

Es la representación gráfica de la estructura de procesos que conforman en sistema de gestión.” Es una diagramación en bloques, con entradas y salidas para cada uno de ellos. Las entradas y salidas corresponden a flujos de materiales y de información. Cada proceso agrupa eslabones con actividades afines, estos pueden agruparse de la siguiente manera:

Procesos de gestión o estratégicos: Asociados a la obtención de información sobre sus requerimientos, la conducción de los procesos de realización y su mejora continua. Adquiriendo los productos finales y evidenciando satisfacción.

Procesos para la realización del producto o claves: Se basan en los procesos generadores de valor, directamente o que son indispensables para ello, como el aprovisionamiento de insumos, la transformación y la distribución.

Procesos de apoyo: Contribuyen a los de realización del producto, a través de los cuales se abastecen los proveedores internos. Incluye información de disponibilidad, precios y despacho, gestión de recursos, capacitación, innovación, información, comunicación, gestión del financiamiento.



Figura 8: Modelo de agrupación de los procesos. Fuente: (Sangüesa, 2006)

2.1.7 Técnicas básicas relacionadas con el procesamiento de información.

- Tormenta de ideas
- Entrevista.
- Cuestionario
- Gráfico de frecuencia
- Diagrama Pareto o Técnica ABC
- Diagramas de causa y efecto.

Ver Colectivo de autores (2010) Epígrafes 5.1 y 5.2 y Acevedo Suárez, José A.; Gómez Acosta, Martha. (2010) páginas 28-32.

¿Cómo hacer el diagrama de Pareto?

Hay diversas instrucciones para elaborar un análisis de Pareto en libros y web, aunque todas conducen a lo mismo. Por eso creo que la mejor forma de aprender siempre es con un ejemplo. Sin embargo, vamos a ver cómo hacer un diagrama de Pareto paso a paso para luego, hacer un ejemplo.

Una aclaración importante es que, no hay pasos específicos dependiendo del fenómeno que se analiza con el diagrama, es decir, la metodología siempre va a ser la misma, aunque el lenguaje en que se explica sea diferente.

1. Determina la situación problemática: ¿Hay un problema? ¿Cuál es?
2. Determina los problemas (causas o categorías) en torno a la situación problemática, incluyendo el período de tiempo.
3. Recolecta datos: Hay una situación problemática presentándose y tienes las posibles causas que lo generan, pues entonces comienza a recolectar los datos. Estos dependerán de la naturaleza del problema. Por ejemplo número de defectos si analizamos averías en un producto, costo de desperdicios de acuerdo al tipo de desperdicio, kilogramos de carga por tipo de producto. Recuerda que las unidades deben ser las mismas, nada de mezclar peras con manzanas. Recuerda también que el periodo de tiempo es el mismo para todos, si vas a recolectar los datos pertenecientes a un trimestre, debe ser igual para todas las causas.
4. Ordena de mayor a menor: Ordenamos de mayor a menor las causas con base en los datos que recolectamos y su medida. Si es el número de veces que se presenta un evento será por cantidad, si es por costo de desperdicios según el tipo de producto, será en unidades monetarias, por ejemplo.
5. Realiza los cálculos: A partir de los datos ordenados, calculamos el acumulado, el porcentaje y el porcentaje acumulado. En el ejemplo te muestro detalladamente cómo hacerlo.
6. Graficamos las causas: El eje X lo destinamos a colocar las causas. Vamos a usar eje Y izquierdo y eje Y derecho. El izquierdo es para la frecuencia de cada causa, lo usamos para dibujarlas con barras verticales.
7. Graficamos la curva acumulada: El eje Y derecho es para el porcentaje acumulado, por lo tanto va desde 0 hasta 100%. Lo usamos para dibujar la curva acumulada.

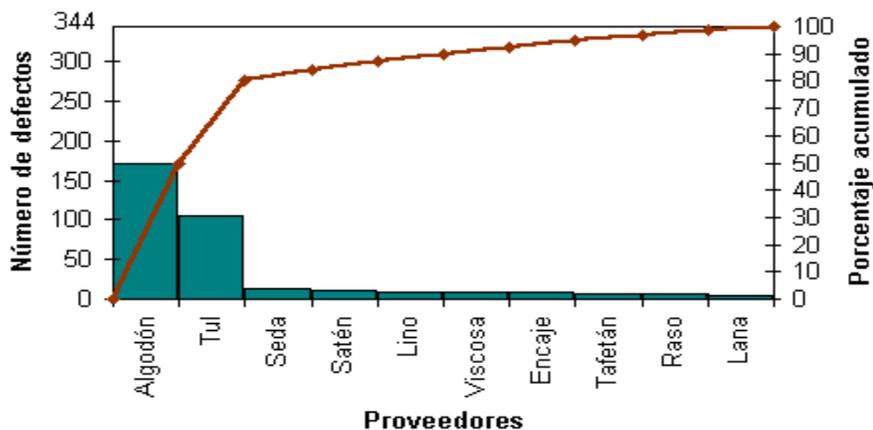
8. Analizamos el diagrama.

Ejemplo#1:

En una empresa textil se desea analizar el número de defectos en los tejidos que fabrica. En la tabla siguiente se muestran los factores que se han identificado como causantes de los mismos así como el número de defectos asociado a ellos:

Factores	Número de defectos	Factores	Número de defectos
Seda	13	Encaje	8
Algodón	171	Lana	4
Tul	105	Lino	9
Tafetán	7	Satén	11
Raso	7	Viscosa	9

	Nº defectos	Nº defectos acumulados	% total	% acumulado
Algodón	171	171	49,71	49,71
Tul	105	276	30,52	80,23
Seda	13	289	3,78	84,01
Satén	11	300	3,20	87,21
Lino	9	309	2,62	89,83
Viscosa	9	318	2,62	92,44
Encaje	8	326	2,33	94,77
Tafetán	7	333	2,03	96,80
Raso	7	340	2,03	98,84
Lana	4	344	1,16	100,00
Total	344		100,00	



2.1.8 Ejercicios propuestos

➤ Orígenes y evolución de la ingeniería.

Seminario#1

Equipo 1: Historia y desarrollo de la Ingeniería Industrial.

Resumir los hechos históricos más relevantes que desde el punto de vista social, económico y políticos influyeron sobre el desarrollo de la industria y también sobre el pensar industrial durante las etapas que se mencionan a continuación:

- Revolución Industrial en los finales del XVIII y principios del XIX.
- Finales del siglo XIX y principios del XX.
- Década de los años 1920.
- Década de los años 1930.

Equipo 2: Historia y desarrollo de la Ingeniería Industrial.

Resumir los hechos históricos más relevantes que desde el punto de vista social, económico y políticos influyeron sobre el desarrollo de la industria y también sobre el pensar industrial durante las etapas que se mencionan a continuación:

- Durante la Segunda Guerra Mundial.
- Posterior a la Segunda Guerra Mundial.
- Década de los años 1960.

Equipo 3: Frederick Wilson Taylor. El Taylorismo.

- ¿Quién era Frederick W. Taylor? Origen y síntesis cronológica de su vida.
- Caracterizar de manera general el contexto social, económico y político en que se desarrolla este movimiento.
- Fundamento y filosofía de la Organización Científica del Trabajo.
- Ventajas y desventajas del Taylorismo. Trascendencia.

Equipo 4: Henry Farol. El Fayolismo.

- ¿Quién era Henry Fayol? Origen y síntesis cronológica de su vida.
- Importancia de las diversas capacidades que forman el valor del personal en las empresas.
- El Fayolismo. Principios y elementos de la administración.

Equipo 5: Henry Ford. El Fordismo.

- ¿Quién era Henry Ford? Origen y síntesis cronológica de su vida.
- ¿Qué es el Fordismo? Sus características.
- Ventajas y desventajas del Fordismo.

➤ **Los sistemas productivos de bienes y servicios.**

Seminario#2

Describir una empresa como sistema analizando:

- Componentes principales del sistema empresarial.
- Estructura organizativa, misión, visión y objeto social.
- Proveedores y clientes.
- Subsistemas de la empresa.
- Principales producciones y /o servicios.
- Clasificación del sistema productivo de bienes o servicios
- Elementos del sistema productivo
- Etapas del proceso productivo de bienes o servicios
- Papel del ingeniero industrial en dicha empresa ¿qué tareas llevan a cabo?
¿en qué departamentos o áreas trabajan? **¿Cuáles son los problemas que más comúnmente enfrentan como ingenieros?**

➤ **Enfoque de procesos**

Seminario#3

En la empresa objeto de estudio:

- Identifique un proceso, descríballo (entradas, transformación, salidas).

- Mediante la aplicación de cuestionarios, entrevistas y tormenta de ideas identifique las insuficiencias del proceso seleccionado y aplique las demás técnicas estudiadas para determinar el origen de los problemas.

2.1.9 Preguntas de comprobación:

➤ **Los sistemas productivos**

1. ¿Qué elementos caracterizan un sistema?
2. Precise los elementos de sistemas productivos de bienes y servicios.
3. Precise las etapas de los sistemas productivos de bienes y servicios.

➤ **Enfoque de procesos**

4. ¿Qué elementos caracterizan el enfoque de procesos?
5. Formule el concepto de proceso.
6. Precise las diferencias entre el enfoque funcional y el enfoque por procesos

2.1.10 Bibliografía

- Colectivo de autores. Introducción a la Ingeniería Industrial. Páginas 13 – 21.
- Colectivo de autores. Manual de Ingeniería y organización Industrial Tomo I. Página 3 – 68.
- Acevedo Suárez, José A.; Gómez Acosta, Martha. (2010) Introducción a la Ingeniería Industrial. Pág 32 - 35
- Colectivo de autores. (2010) Introducción a la Ingeniería Industrial. Páginas 5 -18.
- Maynard (1987) Manual de ingeniería y organización industrial. Tomo I pág 3 - 68
- Aragón González, Neida (2001) Diagrama de causa efecto o espina de pescado.
- Colectivo de autores. (2010) Introducción a la Ingeniería Industrial. Páginas 80-85.

2.2 Elementos que caracterizan un sistema productivo o de servicio.

2.2.1 Introducción

El presente capítulo trata acerca de describir el Método General de Solución de Problemas para hacer más eficiente el estudio de la organización y la detención de soluciones. Además de determinar los elementos que caracterizan un sistema de producción o de servicio, los tipos de producción y de estructuras de producción para el logro de la descripción de la empresa, los costos asociados al lote de producción y sus formas de cálculo, los factores que pudieran influir sobre la decisión del tamaño del lote para el mejoramiento del sistema logístico de la empresa, la duración del ciclo de producción a través de tiempos lo componen, los tipos de desplazamiento existentes de forma que se logre el mejoramiento del sistema logístico de las organizaciones, así como definir la capacidad de producción a través de los procedimientos para el balance de procesos de modo que se logre el mejoramiento del sistema productivo de las organizaciones y analizar el aprovechamiento de la jornada laboral a través de los métodos y técnicas existentes usando los gastos de tiempo que componen su estructura de modo que se facilite la toma de decisiones en la organización.

2.2.2 Método General de Solución de Problemas.

1. Definición del problema:

Se debe maximizar la posibilidad de aislar y definir el problema sin restricciones, lo más amplio posible.

Factores para la selección el problema: magnitud del problema, dominio y conocimiento del problema por los especialistas, existencia de recursos necesarios ya sea de dinero, materiales, humanos, de tiempo etc. Beneficio económico de la solución, importancia e influencia sobre los demás problemas.

En esto se tendrán en cuenta factores tales como:

- Consideraciones de índole económica:

¿Vale la pena iniciar el estudio de métodos para este trabajo desde el punto de vista económico?

¿A qué volumen de producción o servicios dará respuesta? ¿Vale la pena continuar el estudio?

- Consideraciones de orden técnico:

¿Se cuenta con la asesoría necesaria desde el punto de vista técnico para el estudio? ¿Qué límite de tiempo se da para realizar el estudio?

- Consideraciones de índole social:

¿Desde el punto de vista social es necesario transformar ese trabajo?

- Reacciones humanas:

Es preciso imaginar por anticipado los sentimientos e impresiones que despertara la investigación o el cambio de métodos

Técnicas: entrevistas, encuestas, trabajo en grupo. (Tormenta de ideas, grupos nominales), fotografía o muestreo del trabajo, Diagramas Pareto y diagramas causa efecto).

2. Análisis del problema

→ Anotarlo todo, incluyendo “restricciones”, especificaciones y restricciones.

→ Descripción del procedimiento actual (técnicas):

- | | |
|---|---------------------------|
| • OTIDA - cursograma analítico - procesos u
operario | • Listas comprobación |
| • OPERIN - cursograma sinóptico | • Diagrama Pareto |
| • Diagrama recorrido y de hilos | • Diagrama Causa - efecto |
| • Diagrama coordinación o de actividades
múltiples | • Trabajo en grupo |
| • Técnicas fotográficas y cinematográficas. | • Bimanual. |
| • Técnicas de fotografía detallada y muestreo del trabajo | |
| • Técnicas matemáticas y de balance | |

→ Búsqueda de literatura

→ Establecer los criterios base para comparar soluciones, variables de entrada y salida.

→ Qué tareas serán manuales, mecanizadas o automatizadas

→ Revisar criterio de solución

3. Búsqueda de soluciones:

→ Idear y desarrollar la mayor cantidad de soluciones posibles

→ Existen un número de sugerencias que el diseñador debe considerar como medio para mejorar la efectividad de este proceso de búsqueda.

Técnicas: Experiencia y expertos, - Principios economía de movimiento, examen crítico, método de expertos, listas de comprobación, trabajo en grupo, árboles de decisión y las anteriores, Método combinado

Además se utilizan los Principios de Economía de Movimientos y todas las técnicas de descripción y análisis vistas en los pasos anteriores.

4. Evaluación de alternativas

→ Evaluación cuantitativa y cualitativa de todas las posibles soluciones.

→ Características a medirse o estimarse.

- Tiempo de ejecución
- Predicción de la fatiga
- Predicción del esfuerzo
- Predicción del consumo de energía
- Predicción de la monotonía
- Predicción de la satisfacción que proporciona el trabajo
- Predicción del costo de aprendizaje
- Indicadores económicos

El método combinado (Método de Expertos) es una técnica fundamental en la evaluación de alternativas.

5. Informe y recomendaciones.

Aplicar y establecer, mantener y comprobar.

¿Qué técnicas relacionadas con el procesamiento de información han estudiado?

- Tormenta de ideas
- Entrevista.
- Cuestionario
- Gráfico de frecuencia
- Diagrama Pareto o Técnica ABC
- Diagramas de causa y efecto.

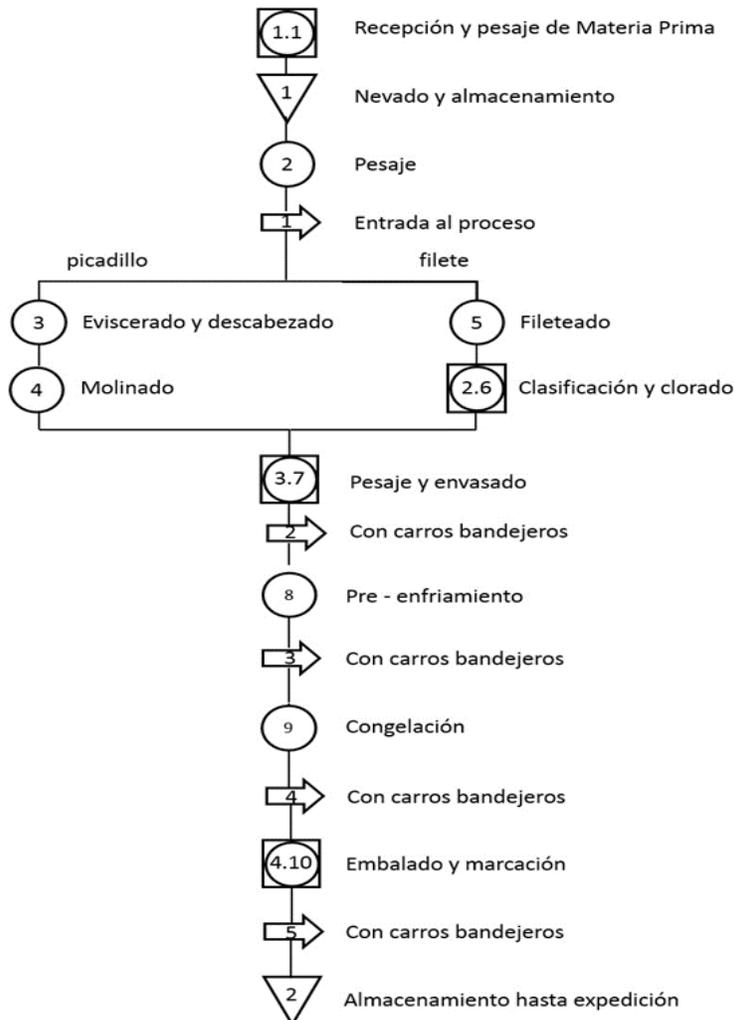
Como parte de la etapa de registro de información se encuentra además el flujo de producción.

2.2.3 Flujo de producción

Flujo de producción: es el camino que sigue la materia prima en una unidad de producción hasta convertirse en producto terminado. Permite el estudio del funcionamiento armónico de la producción, hacer balances de carga y capacidad, descubrir los “cuellos de botella” que puedan existir en el proceso entre otras cuestiones que facilita al analista.

Puede ser la descripción gráfica de las operaciones e inspecciones del proceso o de todas las actividades que incluye el proceso o un diagrama de recorridos pero todos en general resultan más favorables que la descripción literal y tediosa del proceso que en definitiva no facilita ningún análisis y propuestas de perfeccionamiento.

Ejemplo industria pesquera:



Importancia de la representación del flujo de producción

Representar los procesos productivos o de servicios en sus distintas variantes resulta de utilidad para hacer estudios del proceso productivo pero esto implica seguir determinadas indicaciones para su comprensión de ahí que se deban estudiar los símbolos y reglas de escritura que facilitan la unificación de los mismos.

Asimismo es importante destacar que pueden ser de diferente tipo, forma y composición aún cuando se mantienen elementos comunes en la representación.

Algunas ventajas

- Capacitación de personal de nuevo ingreso en la empresa o en el puesto.
- Verificación del proceso real respecto del proceso diseñado.
- Detección de actividades o grupos de actividades que reducen la calidad y la productividad.
- Facilitan la coordinación y la comunicación.
- Facilitan el análisis de opciones de mejoramiento.

Diagramas OTIDA, OPERIN:

El flujo de producción está asociado a la secuencia de operaciones de un producto.

El flujo de producción es la expresión espacial de la división y cooperación del trabajo por cuanto para que la segunda se realice, es decir, para que se materialice la división y cooperación del trabajo la primera condición que hay que garantizar es que esté reflejada objetivamente en el flujo y viceversa, o sea, que el flujo existente responda a las formas de división y cooperación proyectadas.

El flujo de producción debe garantizar un uso adecuado de la fuerza de trabajo y de los recursos materiales del proceso.

SÍMBOLOS



Operación: Entiéndase por operación a la actividad de modificación física, mecánica o química de la materia prima o semiproducto. También constituyen operaciones, el suministro u recepción de información y la realización de cálculos o planos. Constituye una división obligatoria del proceso productivo.



Transporte: Hay transporte cuando un objeto es trasladado de un lugar a otro, salvo cuando el traslado forma parte de una operación, o sea, efectuado

por los operarios en su lugar de trabajo en el curso de una operación o inspección.



Inspección: Ocurre cuando un objeto es examinado para fines de identificación o para comprobar la calidad o cantidad de cualquiera de sus propiedades.



Demora: Hay demora en relación con un objeto cuando las condiciones, salvo las que modifican intencionalmente las características físicas o químicas del objeto, permiten o requieren la ejecución de la acción siguiente prevista. La demora también se denomina almacenamiento temporal o espera.



Almacenamiento: Existe almacenamiento cuando un objeto es guardado y protegido contra el traslado no autorizado del mismo y contra su deterioro. Para que pueda definirse una actividad como almacenamiento el producto debe estar protegido.

Actividades combinadas: Salvo las operaciones e inspecciones el resto alarga el ciclo productivo y recarga el costo de producción sin aportar cambios cualitativos ni cuantitativos al producto. Una forma de minimizar su cantidad y su duración en el proceso productivo es la combinación de actividades. Esto puede ocurrir con:

- Operación e inspección
- Operación y transporte
- Operación y almacenaje
- Transporte y almacenaje.

De estas combinaciones solo se simboliza la operación – inspección de la siguiente forma:



En el resto de las combinaciones solo se simboliza la actividad principal

- Se debe escribir en la pizarra alguna de las representaciones que indican varias situaciones que se presentan con mayor frecuencia en los procesos productivos y que tienen maneras específicas de mostrarse en el diagrama tales como salida de material del proceso, procesos alternativos en determinados puntos del diagrama, cambios de estado, así como la manera de escribir la numeración.

Utilidad de los diagramas: Es recomendable siempre hacerlo, debido a que en general no basta el grado de detalle que brinda el diagrama OPERIN y hay que recurrir al OTIDA para mirar con ojos críticos el trabajo e idear después métodos más adecuados.

Diagrama de recorrido – Ver (Marsán, Cuesta, García, & Padilla, 2008) **Diagrama de flujo** – Ver (Valdés, 2003)

2.2.4 Tipo de producción

El presente epígrafe trata acerca de los tipos de producción (masiva, unitaria, seriada), cuáles son sus principales características y diferencias, y algunas formas o métodos para poder identificarlas dentro de un sistema productivo.

Descripción general de los tipos de producción.

(Portuondo, 1983) Plantea que algunas variables inherentes al producto que debe producirse influyen de manera determinante sobre el proceso productivo. Estas son, principalmente:

1. Diseño de productos.
2. Cantidad de productos.
3. Variedad de productos.

Con ellas se define el tipo de producción, que puede ser: unitaria, seriada (pequeña, mediana y grande) y masiva, coincidiendo con los criterios de (Taboada, 1987), (Marsán et al., 2008)

Producción masiva: Se caracteriza por una nomenclatura reducida y un gran volumen de producción de artículos elaborados ininterrumpidamente durante largo tiempo, en el transcurso del cual, en la mayoría de cada uno de los puestos de trabajo se ejecuta la misma operación tecnológica.

Producción seriada: Se caracteriza por una nomenclatura limitada de artículos elaborados periódicamente, por lotes que se repiten.

Producción unitaria: Producción que se caracteriza por una amplia nomenclatura de artículos elaborados por unidades o en pequeños lotes los cuales como regla no se repiten.

El tipo de producción puede ser clasificado de forma cualitativa o cuantitativa.

(Portuondo, 1983) Ofrece diferentes **métodos cuantitativos** para identificar el tipo de producción:

- Coeficiente de carga del puesto de trabajo (K).
- Coeficiente de operaciones fijadas (Kof).
- Coeficiente de serialidad (Ks).
- Según la frecuencia de entrada o salida de un producto en el proceso de fabricación.

Método del coeficiente de carga del puesto de trabajo (K):

Se calcula la siguiente expresión:

$$K = (u * t) / FT \quad (\text{Fórmula 2.2.1}) \quad \text{Donde:}$$

- u: número de piezas iguales que se procesan anualmente.
- t: tiempo que dura el procesamiento de cada pieza.
- FT: fondo de tiempo anual.

$$FT = FT_{\text{disponible}} (1 * \alpha) \quad (\text{Fórmula 2.2.2}) \quad \text{Donde:}$$

- α : tiempo de interrupción estimado

El valor numérico de K determina el tipo de producción mediante su comparación con los valores de la tabla 1 (Tabla 3.1 pág 92 (Portuondo, 1983))

Método del coeficiente de operaciones fijadas (Kof)

Se calcula la siguiente expresión:

$$K_{of} = \frac{O}{P} \quad (\text{Fórmula 2.2.3}) \quad \text{Donde:}$$

- KOF: coeficiente de operaciones fijadas.
- O: cantidad de operaciones tecnológicas diferentes.
- P: cantidad de puestos de trabajo en los que se ejecutan las diferentes operaciones tecnológicas.

En su esencia, el coeficiente de operaciones fijadas tiene la misma base que el coeficiente de serie pero los intervalos de valores establecidos para el coeficiente de operaciones fijadas son los que se indican en la tabla 1.

Se selecciona luego el tipo de producción de acuerdo con el intervalo en que cae el valor de Ks (tabla 1)

Tabla 1. Valores según los diferentes métodos. Fuente: (Medina, 2001)

Tipo de producción	Métodos cuantitativos		
	Coef. De carga (K)	Coef. de serialidad (Ks)	Coef. de op. fijadas (Kof)
Masiva	≥ 0.85	1 – 3	$1 < Kof < 10$
Gran serie	0.2 – 0.75	3 – 5	$1 < Kof < 10$
Mediana serie	0.08 – 0.2	5 – 20	$10 < Kof < 20$
Pequeña serie	0.04 – 0.08	20 – 40	$20 < Kof < 40$
Unitaria	< 0.04	20 - 40	No se establece

La **clasificación cualitativa** se realiza a partir de la tabla 2, donde se relacionan las características más importantes de esta clasificación de los sistemas productivos

Tabla 2: Clasificación de los diferentes tipos de producción.

Fuente: (Portuondo, 1983)

Variables	Unitaria	Seriada	Masiva
Variedad de productos	Gran variedad de productos producidos una vez o intermitente	Variedad limitada de productos producidos en lotes en ciertos periodos.	Pocos productos fabricados en lotes o continuamente.
Materiales	Estandarizado	Algunos estandarizados y algunos especiales	Materiales especiales.
Operaciones en la fabricación	Los productos y las operaciones varían completamente.	La mayoría de los productos y las operaciones son constantes para un periodo.	Los productos y las operaciones son esencialmente constantes.
Máquinas y herramientas	Máquinas de propósito generales con herramientas universales.	Máquinas de propósito general con alta especialización de herramientas y máquinas semiautomáticas.	Máquinas de propósito especial, automática.
Calificación de los obreros	Alta calificación con gran experiencia para trabajos diversos	Pequeños números de operarios con alta calificación, principalmente obreros entrenados con trabajos específicos.	Operarios entrenados en manipular los equipos antes que la técnica de operación.
Costos de producción	Bajos costos de producción, altos costos de fabricación, pequeños costos fijos y relativos altos costos variables.	Altos costos de preparación, bajos costos de fabricación, altos costos fijos y bajos costos variables.	Muy altos costos de preparación, muy bajos costos de fabricación, altos costos fijos y bajos costos variables.

Relación entre el flujo de producción y el tipo de producción

- Finalmente destacar escribiendo las tablas 3 y 4 en la pizarra la concordancia entre el tipo de producción y el flujo de producción en una y la relación entre el tipo de producción y la variedad de productos y el volumen de

producción en la otra, cuestiones que los estudiantes deberán conocer desde el punto de vista teórico.

Tabla 3. Concordancia tipo de producción y flujo de producción.

PRODUCCIÓN	FLUJO DE PRODUCCIÓN
MASIVA (alto volumen de producción de igual producto)	Continuo (el producto no retrocede)
INTERMITENTE (nomenclatura amplia de artículos por pedidos)	No es continuo (no hay similar secuencia de operaciones)
SERIADA PEQUEÑA (nomenclatura amplia de artículos por pedidos)	No es continuo (no hay similar secuencia de operaciones)
SERIADA GRANDE (alto volumen de producción de igual producto)	Continuo (el producto no retrocede)

Tabla 4. Relación tipo de producción con variedad de productos y volumen de producción.

TIPO DE PRODUCCIÓN	VARIEDAD DE PRODUCTOS	VOLUMEN DE PRODUCCIÓN
Unitaria o intermitente	Amplia nomenclatura de artículos	Unidades, pequeños lotes, no se repiten
Masiva	Nomenclatura reducida	Gran volumen de producción durante mucho tiempo
Seriada	Nomenclatura limitada por lote	Cifra definida (lote a producir)

2.2.5 Estructura de producción

La estructura de producción está constituida por el conjunto de subdivisiones que la integran así como regulaciones y vínculos entre ellas.

Tipos de estructuras: Existen muchas formas de clasificar los sistemas de producción, las más empleadas en Cuba son las siguientes:

1. Según (Buffa) el flujo materiales se clasifican en:

a) Sistemas continuos (Flow – Shop)

- Distribución (sistemas de inventarios puros)
- Distribución – Producción para alto volumen de producción estandarizada producida para inventario. Poca variedad y altos volúmenes.

b) Sistemas intermitentes (Job – Shop)

- Talleres cerrados: Estructura de taller pero se fabrica un conjunto de línea de productos, frecuentemente.
- Talleres abiertos: Estructura de taller pero la fabricación es por pedido
- Proyectos únicos.

2. Clasificación de (Acevedo & Gómez, 2010). Este autor clasifica los sistemas de producción atendiendo a tres factores:

- Relación Producción/Consumo
- Forma en que se ejecuta el proceso de producción
- Elemento de producción a optimizar

Tabla 5: Clasificación de los sistemas de producción según (Acevedo & Gómez, 2010).

Características	Clasificación				
Relación Producción-Consumo	Contra almacén	Entrega directa			
		Con cobertura		Sin cobertura	
Forma de Ejecutar el Pedido	Por ritmo	Programado			Por pedido
		Cantidad fija	Frecuencia fija	Irregular	
Elemento a Optimizar	Utilización de las materias primas	Utilización de las capacidades	Utilización de la fuerza de trabajo	Utilización de los recursos energéticos	Duración del ciclo de producción

La clasificación atendiendo a la forma de relación Producción – Consumo considera la respuesta que debe dar el sistema hacia el “medio”, pudiendo ser de dos formas: Contra almacén y Entrega directa.

Entrega directa: la producción se elabora para entregar directamente al consumidor y puede ser:

a) Con cobertura en el ciclo: Se termina la producción y se mantiene almacenada hasta que se entrega. Debe cumplirse que:

$$FL = FE - Tc - C \quad (\text{Fórmula 2.2.4})$$

Donde:

- FE: fecha de entrega.
- Tc: duración del ciclo de producción, en días.
- C: cobertura en el ciclo de entrega, en días.
- FL: fecha de lanzamiento.

b) Sin cobertura en el ciclo: Se termina la producción y de forma relativamente inmediata se entrega al consumidor. Debe cumplirse que:

$$FL = FE - Tc \quad (\text{Fórmula 2.2.5})$$

Las restantes dos características por las que se clasifica el tipo de sistema de producción se refiere a su aspecto interno, constituyendo una condición indispensable para garantizar la forma de relación producción – consumo.

Respecto a la característica: elemento a optimizar, deben ser analizadas las particularidades específicas del proceso.

3. **Según (Marsán et al., 2008)** puede haber diferentes tipos de disposiciones:

- por productos o en línea
- tecnológica, funcional o de taller
- por grupos o redes
- en puestos de trabajo individuales

Disposición tecnológica o de taller: Las máquinas y puestos de trabajo se ordenan sobre la base de la función tecnológica que realizan, es decir por grupos homogéneos de equipos desde el punto de vista de la especialidad tecnológica (figura 1)

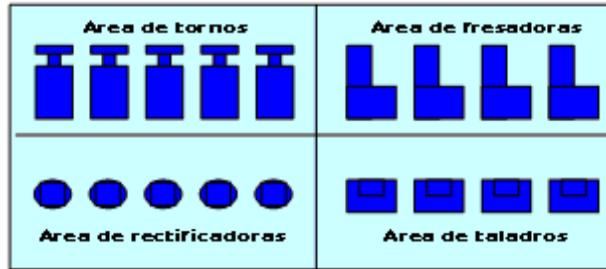


Figura 1: Disposición tecnológica. Fuente: (Marsán et al., 2008)

Disposición de grupos o redes: Un número limitado de máquinas de diferentes tipos se encuentra agrupado para la elaboración de uno o varios grupos de piezas que poseen pasos de trabajo similares aunque no necesariamente en la misma secuencia. (Figura 2)

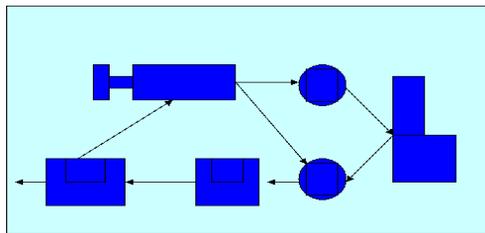


Figura 2: Disposición por grupo o redes. Fuente: (Marsán et al., 2008)

Disposición por producto, en línea o continuo: Las máquinas y puestos de trabajo se organizan de acuerdo con el orden secuencial de los pasos de trabajo del proceso tecnológico de las piezas que se elaboran en dichas máquinas, por lo general una o pocas piezas. (Figura 3)

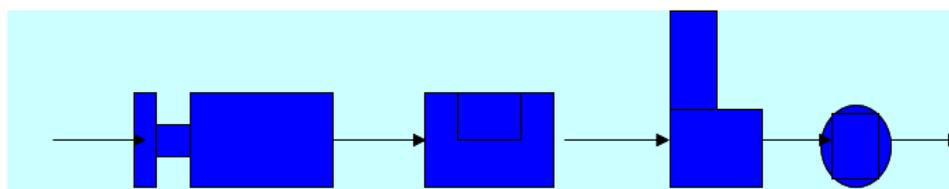


Figura 3: Disposición por producto, en línea o continuo. Fuente: (Marsán et al., 2008)

Disposición por puestos de trabajo individuales: En un puesto de trabajo un producto o pieza se elabora totalmente o se realiza un paso completo de producción fundamental por uno o varios obreros.

2.2.6 Lote de producción y costos de producción.

En la organización de la producción seriada al determinar la función formación de

las órdenes de producción es necesario seleccionar el tamaño del lote de producción a fabricar en el intervalo de tiempo que se planifica.

El lote de producción se define como el grupo de piezas en bruto de una misma denominación y tipo de dimensión, entregados de una sola vez o de línea continua a la producción durante un intervalo de tiempo determinado que requiere el consumo de un solo ajuste del equipo. (Cárdenas, 2013) pág. 46

Es decir grupo de piezas homogéneas que son lanzados al proceso de producción simultáneamente que requieren de un ajuste del equipo y con una sola preparación.

El lote influye sobre el ciclo de producción.

- La magnitud de la producción en proceso.
- Sobre la periodicidad de la puesta en procesamiento, y
- La anticipación en la entrega de la producción

Existen dos tendencias extremas para el cálculo del tamaño del lote de producción y su influencia en la actividad organizativa, productiva y económica:

Sí el lote es grande: disminuyen el número de ajustes y aumenta la continuidad de la producción pero aumenta el ciclo de producción y aumenta la producción en proceso.

Sí el lote es pequeño: disminuye la producción en proceso y aumenta la rotación de los Medios de Rotación Normados y disminuye el ciclo de producción.

2.2.7 Métodos de cálculo del tamaño del lote de producción

- I. Métodos que consideran los costos (de almacenamiento, de lanzamiento y de la producción en proceso).
- II. Método que se basa en el tiempo de ajuste del equipo principal.

Dentro del Grupo I existen los CASOS siguientes: Cuando la producción es uniforme en el tiempo. Cuando la producción no es uniforme en el tiempo. (Cárdenas, 2013)

1.a) Caso en que la producción es uniforme en el tiempo

Los elementos que inciden en el costo total de almacenamiento y lanzamiento de la producción tipo seriada cuando se fabrica para almacén son: $CT_{A y L} = C_L + C_A + C_{PP}$ (Fórmula 2.3.1)

Costos asociados al lote de producción:

1) Gastos asociados al lanzamiento: cada vez que se lanza un lote se incurre en un gasto (Cl.), independiente del tamaño del lote, por lo que si N es la cantidad de artículos a producir en un período de tiempo (año, semestre, mes), el costo

total por este concepto será: $C_L = L * Cl = \frac{N}{q} * Cl$ (Fórmula 2.3.2)

Donde:

L: cantidad de lotes.

- CL: costo total de lanzamiento.
- N: cantidad de artículos totales a producir.
- q: tamaño del lote de producción.
- Cl.: costo de lanzamiento de un lote de producción del artículo.

2) Gastos asociados al mantenimiento de inventarios de artículos terminados: Si designamos por **Ca** al gasto por unidad de artículos asociados a su almacenamiento o inmovilización, este costo será:

$C_A = E_M * C_a = \frac{q}{2} * C_a$ (Fórmula 2.3.3)

Donde:

- Em: existencia media (cantidad media del lote que se encuentra almacenado en el período considerado).
- Ca: costo total de mantenimiento del producto terminado.

3) Gastos asociados al mantenimiento del inventario de la producción en proceso (Cpp): Estos son los gastos relacionados con la producción de los artículos que no están terminados y que se encuentran en alguna de las fases del

proceso: $C_{pp} = q * \frac{Tc * f * N}{D} * Cr$ (Fórmula 2.3.4)

Donde:

- Cpp: Costos totales por mantenimiento del inventario de la producción en proceso.
- N: Cantidad de artículos elaborados en el período o en un año.
- D: Días naturales del período en que se efectúa la fabricación (si es un año

entonces $D=365$ días, un mes = 30 días, etc.).

- T_c : Expresión simplificada de la duración del ciclo tecnológico que depende del modelo de desplazamiento del objeto de trabajo.

- $T_c = \sum t_i$ (Fórmula 2.3.5) si es un desplazamiento consecutivo
- $T_c = t$ prolongada (Fórmula 2.3.6) si es un desplazamiento paralelo
- $T_c = \sum t_{largos} - \sum t_{cortos}$ (Fórmula 2.3.7) si es un desplazamiento combinado

- f : Coeficiente que expresa la proporción del ciclo total de producción en relación con el ciclo tecnológico (inverso del coeficiente de continuidad del

objeto):
$$f = \frac{1}{Kc_{ob}} = \frac{T_c}{T_{tec}} \geq 1$$
 (Fórmula 2.3.8)

- C_r : Costo por unidad del artículo asociado a la producción en proceso.

Tamaño de Lote económico

Para determinar el tamaño del lote económico que hace mínimo el CT_A y CT_L se aplica el criterio de la primera derivada (recordar mínimos y máximos de una función) y despejando se tiene la siguiente expresión:

$$q_{económico} = \sqrt{\frac{N * Cl}{\frac{Ca}{2} + \frac{Tc * f * N}{D} * Cr}} \quad \text{(Fórmula 2.3.9)}$$

Donde:

- q económico: tamaño económico del lote de producción
- D : período de tiempo que se fabrica el artículo
- Cl : costo de lanzamiento
- N : cantidad de artículos a fabricar
- Ca : costo unitario de almacenamiento
- T_c : duración del ciclo
- f : inverso del coeficiente de continuidad del objeto
- C_r : costo unitario de la producción en proceso

Cuando el lote es independiente de N pero relacionado con el ritmo, cadencia o norma de rendimiento y la producción en proceso inicial entre operaciones vinculadas entre sí, entonces por un proceso análogo al anterior se obtiene que:

$$q_o = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n C_i l_i}{\sum_{i=1}^n b_i C_i a_i}} \quad (\text{Fórmula 2.3.10})$$

Donde:

- b_i : factor que refleja la evolución de la producción en proceso a la salida del puesto de trabajo que realiza la operación tipo i .
- n : cantidad de operaciones.

Señalar que en la p 284 del libro de Fundora aparece un algoritmo para el cálculo de los b_i y que en ella falta una decisión que aparece corregida en las memorias o la transparencia mostrada.

1.b) Caso cuando la producción no es uniforme en el tiempo (por pedidos)

Las necesidades o consumo de un artículo no tienen que ser siempre uniformes en el tiempo es decir pueden requerirse el mismo en determinados momentos (puntualmente) en este caso la determinación del tamaño del lote debe considerar las siguientes disyuntivas:

- Fabricar todos los pedidos simultáneamente con un solo lanzamiento y almacenarlos hasta que el consumidor solicite su entrega.
- Fabricar y lanzar la orden o pedido en fecha tan cercana a su entrega evitándose el almacenamiento prolongado, pero realizando varios lanzamientos de manera espaciada.

¿Cuál es la mejor solución en la producción por pedidos? Cuando el costo total se refiere el período en que los artículos fueron fabricados y entregados al cliente:

$$C_t = L * C_l + E_m C_a \quad (\text{Fórmula 2.3.11})$$

Seleccionando la alternativa de menor costo, siendo:

$$E_m = \frac{\sum_{i=1}^m N_{ij}(j-i)}{M} \quad (\text{Fórmula 2.3.12})$$

Donde:

- N_{ij} : cantidad de artículos a entregar en el tiempo j y que fueron fabricados en el tiempo i .
- M : cantidad de intervalos de tiempo en el periodo analizado.

II. Lote mínimo: Corresponde al grupo II de métodos y a partir del cual se trata de lograr un mejor aprovechamiento del equipamiento al fijar una relación racional entre el tiempo empleado en el ajuste del equipo y el tiempo consumido en la fabricación de una pieza o artículo en el propio equipo.

$$\alpha = \int \left(\frac{tpc}{tprcmiento} \right) \text{ (Fórmula 2.3.13)}$$

Siendo α un coeficiente de gasto de tiempo admisible en el ajuste del equipo.

- Sí $\alpha = 0,05$ representa un tiempo de procesamiento que es 20 veces la duración del tpc (1/20).
- Sí $\alpha = 1,25$ el tpc excede al t procesamiento en un 25%.

La expresión de cálculo es la siguiente:

$$q_{\min} = \frac{t_{pc}}{\alpha \times t_u} \text{ (Fórmula 2.3.14)}$$

Donde:

- tpc: tiempo preparativo conclusivo por cada lote de operación principal
- t: tiempo unitario de la operación principal
- α : % máximo de pérdidas de tiempo en el ajuste $\alpha = f(Cu, Kof)$ que se obtiene de las tabla 4, 5 y 6:

Los valores de α han sido calculados experimentalmente en la rama mecánica y puede ser determinado por:

1. La dimensión y complejidad de la pieza. TRANSP.
2. El tipo de producción. TRANSP.
3. El costo de producción y el Kof. TRANSP.

Para determinar cuál es la operación principal del proceso tecnológico se utilizan diferentes criterios: (Fundora, 1992) (pág. 296). El criterio más utilizado es el de definir el equipo principal y luego la operación.

- Puede ser la operación que se realice en el equipo limitante o cuello de botella, es decir donde MAYOR $t_u + t_{pc}$.
- La operación que es realiza en el equipo más costoso, el único en la empresa o en el territorio en que se encuentra la empresa.

- El equipo que realiza la operación más importante o fundamental del proceso por ejemplo, en maquinado los tornos que además tiene mayor valor de adquisición.

Valores experimentales del coeficiente “ α ” (los valores de α están expresados en %)

Tabla 4. Atendiendo a las características constructivas

Complejidad	Tamaño de la pieza		
	Grande	Mediana	Pequeña
Poca	0,031	0,036	0,039
Mediana	0,041	0,048	0,069
Alta	0,061	0,078	0,10

Tabla 5: Según el tipo de producción

Tipo de producción	Coefic. “ α ”
Series pequeñas	0,15-0,30
Series medianas	0,10-0,15
Series grandes	0,05-0,10

Tabla 6: Atendiendo al costo unitario de producción (C_u) y el coeficiente de operaciones fijadas (K_{of})

Costo de producción por unidad (\$/unidad)	Coeficiente Piezas-operac/puesto de trab.		
	$K_{of}<10$	$K_{of}\leq 20$	$K_{of}>20$
Menor de 0,2	2	3	5
0,2-1,5	3	4	6
1,5-2,0	4	5	8
2,0-5,0	5	6	9
> 5,0	6	5	12

Fuente: (Fundora, 1992)

Ejemplo:

El taller de corte y maquinado en una empresa de fabricación de piezas de repuesto que tiene un tipo de producción en pequeñas series, ha recibido la

orientación del departamento "Despaching" de fabricar en el mes 90 ejes cuya tecnología se muestra a continuación:

Tabla 7: Información del ejercicio.

Operaciones	Descripción	Equipo	Tiempo (horas/unidad)	Tiempo de ajuste (horas)
1	Corte de barras	Segueta	0.40	2.5
2	Cilindrado	Torno	5.06	8.0
3	Hacer cuñero	Fresa	0.62	0.5
4	Mecánica de banco	Banco	0.50	1.5

¿Cuál debe ser el tamaño del lote mínimo de los referidos ejes, si la rama ha establecido un coeficiente admisible de gastos de tiempo en el ajuste para estos tipos de producción de 0.08?

Solución

1. ¿Operación principal? utilizando el criterio de "mayor duración" se selecciona la No.2.
2. Calcular el tamaño de lote mínimo.

$$q_{\text{mínimo}} = \frac{TPC}{\alpha * t} * 100 = \frac{8 \text{ horas}}{5,06 \text{ horas / eje} * 0,08} = 20 \text{ ejes}$$

El método fija la cantidad mínima para el comienzo de la ruta tecnológica. El límite superior no está determinado.

Necesidad de acotar la magnitud teniendo en cuenta el programa de producción, las capacidades físicas de almacenamiento, etc.

Otros métodos de cálculo del lote: (Cárdenas, 2013)

El lote calculado por los métodos anteriores presupone que sean piezas buenas, sin embargo durante el proceso de producción existe producción defectuosa que se rechaza y no tenerla en cuenta en la formación de las órdenes de producción, puede ocasionar grandes trastornos que motiven la alteración de la ritmicidad de la producción, trayendo consigo incumplimientos en volumen, desbalances de materiales y de carga y capacidades y que al querer compensar mediante extraplanes, posiblemente eleven el costo de producción.

Lote de lanzamiento (ql): Es la cantidad de artículos, materias primas, componentes o partes que deben ingresar al proceso para obtener la producción

deseada. Se determina cuando el proceso productivo presenta producción defectuosa no recuperable mediante la expresión: $q_i = \frac{q_{decid}}{\prod(1 - \delta)}$ (Fórmula

2.3.15)

Donde:

- q_i : cantidad de artículos que es necesario lanzar a fabricar.
- γ_i : porcentaje de fracción defectuosa que se ocasiona en el procedimiento de la i -ésima operación del artículo.
- n : número de operaciones de que consta el artículo.
- \prod : productoria de los i procesos afectados por fracción defectiva.

2.2.8 Factores influyentes en la decisión del tamaño del lote de producción.

Explicar que además del aspecto económico, deben tenerse en cuenta factores propios de las condiciones concretas de la producción y su organización, tales como:

1. El tamaño de lote decidido sea un número entero:

$$\frac{N}{q_{decidido}} = \text{número entero} \quad (\text{Fórmula 2.3.16}) \quad q_{decidido} \approx q^*$$

Sí el tpc es significativo respecto al tú, entonces $q_{decidido} \geq q_{\text{mínimo}}$

2. Vigilar que la capacidad de almacenamiento sea mayor o igual al tamaño de lote decidido.

Capacidad de almacenaje $\geq q_{decidido}$

3. La norma financiera fijada para los activos circulantes (medios de rotación) debe cubrir las exigencias que genera el tamaño del lote.
4. Para garantizar el trabajo rítmico el valor del $q_{decidido}$ debe estar cercano a: 6M, 3M, M, M/2, M/3, M/4
5. Periodicidad entre un lanzamiento y otro.

$$\text{Periodicidad de lanzamiento} = \frac{\text{Días del periodo}}{\text{Cantidad de lotes a lanzar}} \quad (\text{Fórmula 2.3.17})$$

Se recomienda que en cada taller deben tipificarse entre 1 y 3 variantes o sea cada 5 días, cada 10 días, cada 15 días. Lo ideal sería “periodicidad única” para proteger la operatividad de los planificadores.

6. Debe considerarse la vida útil del herramental tratando de hacer coincidir el tamaño del lote con la vida útil o un submúltiplo.

2.2.9 El ciclo de producción.

Ciclo de producción: Es el intervalo de tiempo que transcurre desde la entrada de la materia prima correspondiente a un lote hasta la salida de este como producto terminado al almacén o al consumidor.

El ciclo de producción es parte integrante del tiempo de producción y lo componen un conjunto de procesos tecnológicos naturales y de interrupciones técnico – organizativas (tiempo de espera de la fuerza de trabajo, tiempo de parada del medio de trabajo o tiempo de estadía del objeto de trabajo)

Esto implica organizar en el tiempo el proceso de transformación en bienes y/o servicios, para ello es necesario conocer y clasificar los momentos que durante dicho proceso pueden ocurrir. El ciclo de producción se estructura de la siguiente forma:

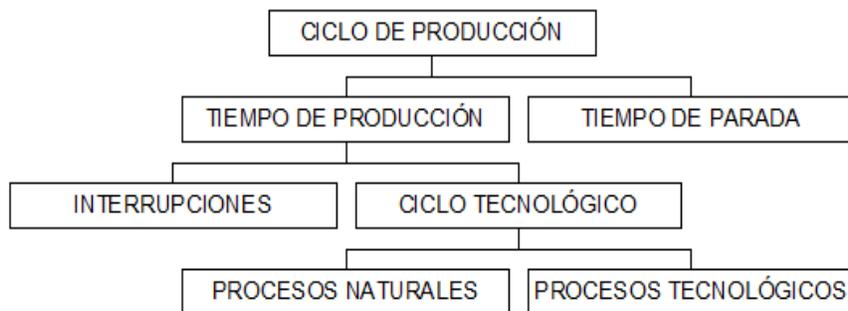


Fig. 1: Estructura del ciclo de producción. **Fuente: (Taboada, 1987)**

El ciclo de producción no se obtiene simplemente por la suma de la duración de sus partes componentes, ya que es posible la existencia de solapamientos entre los mismos.

- **Tiempo de parada:** Comprende las pausas debido al régimen de trabajo y descanso imperante en la empresa.
- **Interrupciones:** Constituyen los intervalos de tiempo en los cuales el objeto de trabajo no sufre transformación por cuestiones: organizativas, técnicas, de indisciplinas, causales y otras. Incluye también el tiempo de almacenamiento, control de la calidad, ajustes, transporte, etc.

- **Tiempo de producción en procesos tecnológicos:** Constituyen el tiempo en el cual se transforma realmente el producto, a través de un conjunto de operaciones propias de su tecnología.
- **Tiempo de producción en procesos naturales:** Constituyen el tiempo necesario para que el producto adquiera determinada propiedad. Ej. Enfriamiento por diferentes métodos, envejecimiento, secado, etc.

La duración del ciclo de producción de una orden de producción *i* está determinado por el tamaño del lote de lanzamiento, el tipo de desplazamiento adoptado del objeto de trabajo (consecutivo, paralelo o consecutivo – paralelo (combinado)), el lote de transportación, las coberturas o reservas de productos en proceso, el gasto y el fondo de tiempo y las fechas de entrega de los artículos demandados.

Un indicador que caracteriza la eficiencia en la ejecución del ciclo del proceso es el porcentaje que representa el ciclo tecnológico dentro de la duración total del ciclo. La tarea de disminuir la duración de los ciclos se convierte en una prioridad de primer orden para la empresa por las razones siguientes:

- La disminución del ciclo de los clientes condición para lograr el mejoramiento de la competitividad y aumentar la capacidad de reacción de la empresa.
- La disminución del ciclo de producción es la base para la reducción de los inventarios de producción en proceso.
- A medida que el entorno es más turbulento la reacción racional a sus demandas depende de ciclos de producción cada vez más cortos, racionalidad que es determinante para lograr competitividad.

2.2.10 Cálculo de la duración del ciclo de producción:

La duración del ciclo de producción puede ser determinada por las 3 formas que se muestran a continuación:

1. Según los reportes de producción:

Fecha de entrega = Prod. Terminada – Fecha entrada al taller (Fórmula 2.4.1)

En este caso, teniendo en cuenta la influencia que pueden tener la variabilidad y la estabilidad con que funciona el sistema en el nivel de servicio que se ofrece, el

cálculo de la duración del ciclo se puede hacer a partir de los valores medios. Considerando la distribución estadística normal el cálculo se haría por la expresión:

$$C_{NS} = X + Z * s \quad (\text{Fórmula 2.4.2})$$

Donde:

- CNS: duración del ciclo del proceso para el nivel de servicio NS.
- NS: nivel de servicio para el que se diseña el proceso.
- X: duración promedio del ciclo del proceso.
- Z: estadígrafo de la distribución normal unilateral para el nivel de servicio (NS).
- S: desviación típica de la duración del ciclo del proceso.

2. Por medición de los tiempos involucrados en su duración:

$$T_c = T_t + T_{tr} + T_{ct} + T_o + T_r \quad (\text{Fórmula 2.4.3})$$

Donde:

- T_c: tiempo de duración del ciclo de producción
- T_t: tiempo de duración del ciclo tecnológico
- T_{tr}: tiempo de duración de las operaciones de transporte
- T_{ct}: tiempo de duración del control técnico
- T_o: tiempo de duración de otras interrupciones y de paradas
- T_r: tiempo de reservas que adopta el productor para contrarrestar imprevistos en su producción

3. De forma global: $T_c = T_t (1 + AT/100)$ (Fórmula 2.4.4)

Donde:

- T_c: duración total del ciclo de producción en unidades de tiempo
- T_t: duración del ciclo tecnológico en unidades e tiempo
- AT: porcentaje de tiempo tecnológico que representa los tiempos no tecnológicos y ociosos en la fabricación del lote de producción del artículo analizado, o sea, % de tiempo de interrupciones y paradas respecto al ciclo tecnológico

Determinación del ciclo tecnológico:

La duración del ciclo tecnológico se hace mayor o menor por la influencia de ciertos factores que inciden en sus elementos componentes. Factores de los que

depende la duración del ciclo de producción:

- Tamaño del lote
- Complejidad de las operaciones tecnológicas
- Duración de las operaciones no tecnológicas
- Duración de los tiempos de paradas
- El nivel técnico, tecnológico y organizativo que tenga la empresa
- El tipo o modelo de desplazamiento de los objetos de trabajo.

2.2.11 Tipos o modelos de desplazamientos del objeto de trabajo.

Los 3 tipos o modelos de desplazamientos determinan la duración del ciclo tecnológico y por tanto al ser este la parte fundamental del ciclo de producción determinan la duración de este último.

La duración del ciclo tecnológico puede determinarse de dos formas:

- Analítica: a partir de expresiones matemáticas
- Gráfica: a partir del Gráfico de Gantt

Reglas para la representación gráfica:

- Desplazamiento es pieza a pieza cuando las piezas pasan de una operación rápida a una operación lenta (de mayor duración)
- Se desplaza el lote de transportación si el sentido es de una operación lenta a una rápida $1 \leq q_t \leq q_o$
- Para el desplazamiento entre operaciones de igual duración: Se efectúa **pieza a pieza.**

Desplazamiento consecutivo: Consiste en que el desplazamiento del objeto de trabajo de una operación a otra, solamente ocurre cuando se les haya ejecutado la misma operación a todos los objetos que forma el lote de producción.

Característica: Plena continuidad de trabajo en cada operación. Analíticamente se determina por la expresión:

$$T_{tc} = \sum_{i=1}^m \text{ent} \left[\frac{q}{NP_i} \right] t_i \quad (\text{Fórmula 2.4.5})$$

Donde:

- T_{tc} : duración del ciclo tecnológico en el desplazamiento consecutivo
- ent : selecciona el entero del cociente dentro del corchete.

- q: tamaño del lote a fabricar
- ti: duración de la operación i (tiempo unitario)
- m: cantidad de operaciones por donde pasa el artículo
- NP_i: cantidad de puestos dedicados a la operación i

Ejemplo 1: La fabricación de un lote de 4 piezas tiene la tecnología mostrada en la tabla 5. Calcule la duración del ciclo tecnológico si se desea mantener plena continuidad en el trabajo de cada operación con q = 4 y qt = 1.

Tabla 5: Descripción de las operaciones.

OPERACION	DESCRIPCION	DURACION	NP _i
1	Corte de sierra	10 min./unidad	1
2	Mandrinado	20 min./unidad	2
3	Fresado	5 min./unidad	1
4	Acabado	15 min./unidad	2

Aplicando la forma analítica:

$$T_{tc} = 4 * 10 + 4/2 * 20 + 4 * 5 + 4/2 * 15 = 40 + 40 + 20 + 30 = 130 \text{ minutos}$$

Tabla 6. Representación gráfica (Consecutivo).

Opn	Dur (min.)	Eqpo	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
1	10	1	■	■	■	■									
2	20	2					■	■	■	■					
		3					■	■	■	■					
3	5	4									■	■	■		
4	15	5												■	■
		6												■	■

Desplazamiento paralelo: Consiste en que el desplazamiento del objeto de trabajo de una operación a otra, ocurre inmediatamente que se le haya ejecutado la operación sin tener que esperar por el resto de los componentes del lote.

Característica: Plena continuidad del flujo de producción. Continuidad de trabajo sólo en la operación de mayor duración (mostrar transparencia o pizarra)

$$T_{tp} = \sum_{i=1}^m t_i + \max_i \left\{ \left(\text{ent} \left[\frac{q}{NP_i} \right] - 1 \right) t_i \right\} \quad (\text{Fórmula 2.4.6})$$

Donde:

- Ttp: duración de la parte tecnológica del ciclo con desplazamiento paralelo.
- ti: tiempo unitario de la operación i
- q: tamaño del lote de producción
- NPi: cantidad de puestos de trabajo m dedicados a la operación i.
- m: Cantidad total de operaciones que intervienen en el ciclo.

Ejemplo 2: (Toma los datos del anterior) Utilizando la forma analítica:

$$(4/1 - 1) 10 = 30 \text{ min. } \leftarrow \text{MAXIMO.} \quad (4/2 - 1) 20 = 20$$

$$(4/1 - 1) 5 = 15 \quad (4/2 - 1) 15 = 15$$

$$Tt = 50 \text{ min.} + 30 \text{ min.} = 80 \text{ min.}$$

Tabla 7. Representación gráfica (Paralelo).

Ope rac.	Duración (min.)	Equip.	10	20	30	40	50	60	70	80
1	10	1	■	■	■	■				
2	20	2		■	■	■	■			
		3			■	■	■	■		
3	5	4				■	■	■	■	
4	15	5				■	■	■	■	■
		6					■	■	■	■

Desplazamiento combinado: es una combinación de los anteriores con el objetivo de tratar de obtener una reducción de la duración de la parte tecnológica del ciclo, pero manteniendo plena continuidad en el trabajo sobre las operaciones una vez que el puesto haya comenzado a elaborar las unidades del lote.

$$Tt = q_t \sum_{i=1}^m ti + \left(\sum_{i=1}^m t_{largo} - \sum_{i=1}^m t_{cortos} \right) \text{ (Fórmula 2.4.7)}$$

Donde:

- Tt_{comb}: Duración de la parte tecnológica del ciclo con desplazamiento combinado.
- t_{largo} o t_{corto}: Operaciones que cumplen la condición.
- q_t: Tamaño del lote de transporte o transferencia (q > qt =1)

$$\sum_{i=1}^m t_{largos} = \sum \left[\text{ent} \left(\frac{q}{NP_i} - q_t \right) t_i \right] \text{ (Fórmula 2.4.8)}$$

Se utiliza la misma expresión para los tiempos cortos.

Condición: Si $\frac{t_{i-1}}{NP_{i-1}} < \frac{t_i}{NP_i} > \frac{t_{i+1}}{NP_{i+1}} \rightarrow t_i = \text{tiempo largo}$

Si $X_{i-1} > T < X_{i+1}$ entonces $t_i = \text{tiempo corto}$

Si no se cumplen estas condiciones entonces $t_i = \text{NO SIGNIFICATIVO}$

Excepción: Si $X_{i-1} = T$ ó $T = X_{i+1} \rightarrow \text{se toma } \left| \text{ent} \left[\frac{q}{NP_i} \right] - q_t \right| t_i$

Ejemplo 3: (Utilizando los mismos datos del ejemplo anterior) Analíticamente:

Op1 $\rightarrow 10/1 = 10$ $0 < 10/1 = 20/2$ larga $(4/1 - 1) 10 = 30$ \leftarrow Máximo

$(4/2 - 1) 20 = 20$

Op2 $\rightarrow 20/2 = 10$

Op3 $\rightarrow 5/1 = 5$ $10 > 5 < 7.5$ corta $\{(4/1 - 1) 5 = 15$

Op4 $\rightarrow 15/2 = 7.5$ $5 < 7.5 > 0$ larga $\{(4/2 - 1) 15 = 15$

Tt = 50 + [(30 + 15) - 15] = 80 minutos

Ope rac.	Duración (min.)	Equip.	10	20	30	40	50	60	70	80	90
1	10	1	■	■	■	■					
2	20	2		■	■	■	■				
		3			■	■	■	■			
3	5	4					■	■	■	■	
4	15	5						■	■	■	■
		6						■	■	■	■

Tabla 8. Representación gráfica (Combinado).

2.2.11 Carga y capacidad de producción

Debemos ver en general dos conceptos clave en este tema: **Carga y Capacidad (Marsán et al., 2008) pág 80**

CARGA es la cantidad de trabajo que debe hacerse en determinado periodo de tiempo, según plan de trabajo o según la demanda de los clientes.

En el caso de trabajo administrativo, de servicio, técnico o de dirección, así como en procesos productivos unitarios o de pequeñas series, la **carga** se puede determinar en unidades de tiempo (horas, días, minutos) necesarias para su desarrollo en cierto periodo de tiempo. En el caso de procesos productivos seriados y masivos se podrá determinar la **carga** en unidades físicas de los productos o sus componentes.

Otro concepto fundamental es el de **capacidad**.

Capacidad en general es lo máximo que puede hacerse en cada parte o actividad del proceso.

En el caso de trabajo administrativo, de servicio, técnico o de dirección, así como en procesos productivos unitarios o de pequeñas series, **la capacidad** se puede determinar en unidades de tiempo (horas, días, minutos) disponibles para su desarrollo en cierto periodo de tiempo.

En el caso de procesos productivos seriados y masivos se podrán determinar en unidades físicas de los productos o sus componentes. En el caso de actividades manuales o intelectuales que no requieran equipamiento y/o que no sean repetitivas, la carga y la capacidad estarán expresadas por horas-hombre, o por días-hombre.

La carga será las horas hombre necesario para realizar el trabajo.

La capacidad será las horas/hombre disponible para trabajar de una persona o grupo de personas.

Capacidad de producción: En los procesos productivos la capacidad es la producción máxima posible en un periodo de tiempo dado, en la nomenclatura de productos y calidad establecidos, utilizando plenamente y en correspondencia con el régimen de trabajo establecido, los equipos y áreas de producción,

considerando la realización de las medidas para la introducción de la tecnología y la organización de la producción progresivas.

Teniendo en cuenta esta definición podemos decir entonces que son muchos los factores que inciden en el cálculo de las capacidades de producción, en su magnitud y en el nivel de su utilización.

Debe diferenciarse bien el concepto de magnitud de la capacidad el cual puede variar al variar ciertos factores y pero distinguirse de la utilización que se haga en la práctica de las capacidades lo cual tiende a confundirse.

Capacidad es entonces lo máximo que puede hacerse en cada parte, actividad u operación del proceso.

Capacidad real unitaria expresa el trabajo que puede hacer un equipo en un periodo de tiempo, lo máximo que puede hacer de acuerdo a su estado técnico, afectado por el tiempo que necesita para requerimientos tecnológicos dentro y/o fuera de la jornada laboral y para su mantenimiento y reparación.

Esta capacidad se puede expresar en diferentes unidades y en primera instancia la capacidad del equipo está dada por el fondo de tiempo disponible para la producción.

$Cr_i = \text{capacidad real unitaria del equipo } i = FT_i \text{ (horas , min, días)}$

- FT_i = fondo de tiempo disponible para producir.
- $FT_i = FTL \text{ laborable } (1-k) FT \text{ laborable: días, horas o min. disponibles según régimen de trabajo normado}$
- k : afectación en % por tiempo de mantenimiento y reparaciones y tiempo de requerimientos tecnológicos. (Ej. TPC muy largos, cambio de troqueles, limpieza y esterilización de equipos).

FT_L : fondo de tiempo laborable para un año:

$FT_L = 365 \text{ días/año} - (48 \text{ dom} + 24 \text{ sab} + 6 \text{ feriados} + 30 \text{ vacaciones})$ (si la fábrica para en vacaciones)

$FT_L = \text{días/año} * \text{turnos/día} * \text{horas /turno} = \text{horas / año}$

Se puede llevar a minutos o a segundos, según necesidades.

Ahora bien, en puestos de trabajo especializados, en producciones masivas y grandes series, por lo general las capacidades se expresan en unidades físicas

por periodo de tiempo y para ello se pueden tomar como base las normas de producción y de tiempo establecidas, siempre que las mismas reflejen realmente las posibilidades máximas de producción, es decir que estén técnicamente argumentadas y actualizadas y reflejen la verdadera potencialidad de los equipos y/o los hombres, de lo contrario sería necesario hacer nuevas mediciones de tiempo.

Entonces se puede plantear que:

$$Cr_i = Ft_i / Nt_i = \text{Fondo de tiempo disponible} / (\text{tiempo} / \text{pieza}) = \text{piezas} / \text{periodo de tiempo}$$

- Nt_i (hrs, min., seg./pieza) : norma de tiempo por pieza en la actividad i siempre que se realice una sola actividad i en ese puesto o que si se realizan variedad de piezas ellas tengan el mismo tiempo / unidad.

También se puede plantear:

$$Cr_i = Np_i * Ft_i \text{ (ya que } NP = JL / NT)$$

- Np_i = norma de producción / periodo de tiempo (piezas / turno, piezas / hora, etc)

Si queremos conocer la capacidad total de una actividad u operación del proceso podemos plantear que esta estará dada por la sumatoria de las capacidades reales unitarias de todos los equipos que realicen la misma operación.

$$CT_i = Cr_i * Ne_i \text{ (si las } Cr_i \text{ son iguales) o } Ct_i = \sum Cr_i \text{ (si las } Cr_i \text{ son diferentes)}$$

Donde:

- Ct_i : capacidad total en la actividad i .
- Cr_i : capacidad real unitaria de los equipos de la actividad i .
- Ne_i : número de equipos de la actividad i .

En el # de equipos se incluyen todos los equipos disponibles aunque estén en reparación o en fase de montaje.

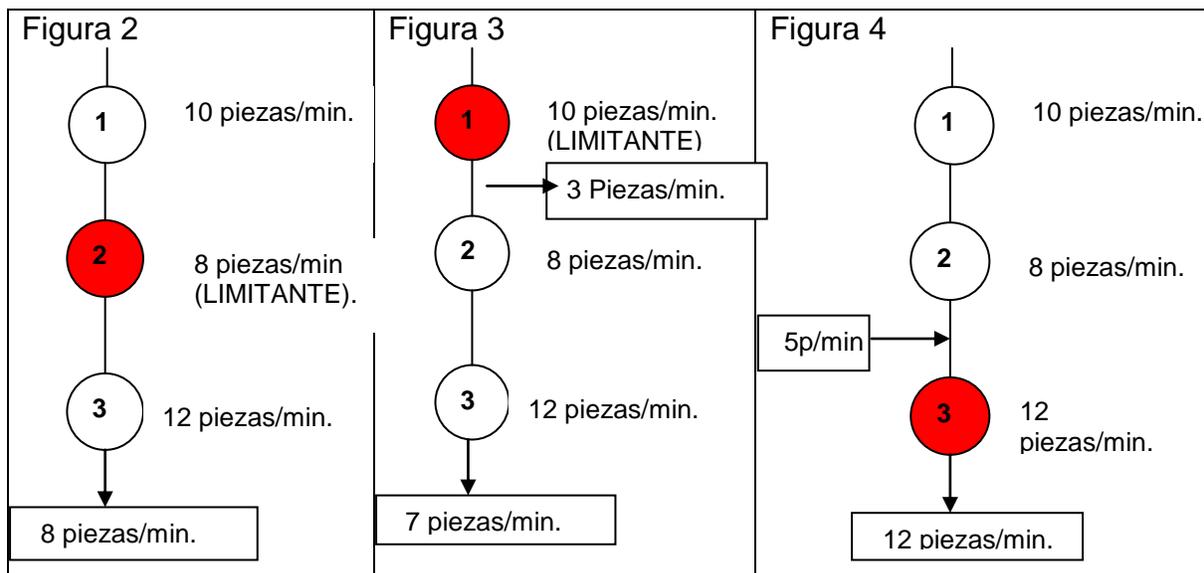
2.2.12 Balance de flujo de producción

Una vez determinadas todas las capacidades de las operaciones del proceso se puede realizar el balance del flujo de producción, pero para ello es necesario definir algunas cuestiones: **(Marsán et al., 2008) pág. 89**

- **Punto fundamental del proceso:** es aquella operación o actividad que caracteriza al proceso o donde está la mayor inversión o se invierte el mayor tiempo de ejecución.
- **Punto de ensanchamiento:** es la actividad de mayor capacidad en el proceso
- **Punto limitante o cuello de botella:** es la actividad de menor capacidad total en el proceso y por lo tanto lo limita, teniendo en cuenta el punto del proceso en que se encuentra con relación a las entradas y salidas. (las operaciones manuales por lo general no resultan puntos limitantes excepto trabajos que conlleven obreros y/o herramientas especializadas).

Reglas:

1. Cuando no hay entradas o salidas de productos al proceso el “cuello de botella” es la actividad que tiene la menor capacidad total. (Figura 2)
2. Cuando hay entradas o salidas de productos al proceso hay que analizar “actividad por actividad” para detectar donde se encuentra el “cuello de botella”. (Figura 3)
3. En un proceso son “cuello de botella” todas aquellas actividades que están utilizadas al 100% de sus capacidades. (Figura 4)



El balance entonces pudiera hacerse sobre la base del **punto fundamental** con el objetivo de aprovechar éste al máximo, pero entonces sería necesario hacer inversiones en las operaciones que constituyen cuellos de botella para

incrementar su capacidad o tomar medidas organizativas y técnicas para incrementarlas.

Otro criterio de balance es por el **punto limitante** que conlleva al máximo uso de los recursos disponibles sin realizar inversiones.

Entonces siguiendo el criterio de balancear el flujo según el cuello de botella debe cumplirse que la carga máxima de trabajo que puede realizar el flujo de producción será equivalente a la capacidad total del cuello de botella, es decir, de la actividad limitante.

Carga (Qt): es la producción que debe ser realizada en un periodo de tiempo, es el plan de producción.

Según este criterio debe cumplirse que:

Qt = Cti = Cri * Nei (en el punto limitante).

De donde: $Nei = Qt / Cri$ Cuando los Cri de todos los equipos de la actividad i son iguales.

Igualmente el # de puestos de trabajo será: $Npi = Qt / Cri$

Carga y capacidad deberán expresarse en las mismas unidades y para un mismo periodo de tiempo.

Ahora bien, si se cumple que:

- $Qt = Ct$ es lo idóneo, hay balance.
- $Qt > Ct$ no se cumple el plan de producción.
- $Qt < Ct$ se subutilizan las capacidades.

Una vez determinadas las capacidades, la capacidad limitante y la carga que podrá recorrer el proceso, se puede determinar el plan de producción que se puede obtener.

Por último se podrá determinar los recursos que se utilizaran (% de utilización), así como los obreros necesarios.

Caso I: para balancear el proceso según el punto limitante pudieran seguirse los siguientes pasos:

1. Realizar el diagrama OTIDA u OPERIN
2. Calcular el fondo de tiempo disponible de equipos y trabajadores
3. Calcular las capacidades reales unitarias de equipos y trabajadores

4. Calcular las capacidades totales de las actividades del proceso
5. Determinar el “cuello de botella” y la capacidad total del proceso
6. Determinar la carga que llega a cada actividad del proceso
7. Calcular el número de equipos necesarios en cada actividad y el aprovechamiento de las capacidades instaladas.
8. Calcular el número de trabajadores necesarios en cada actividad y el aprovechamiento de la jornada laboral.

Caso II: para balancear el proceso según la demanda pudieran seguirse los siguientes pasos:

1. Realizar el diagrama OTIDA u OPERIN.
2. Calcular el fondo de tiempo disponible de equipos y trabajadores
3. Calcular las capacidades reales unitarias de equipos y trabajadores
4. Determinar la carga para cada actividad partiendo de la demanda del cliente
5. Calcular el número de equipos necesarios en cada actividad y su aprovechamiento.
6. Calcular el número de trabajadores necesarios en cada actividad y su aprovechamiento.

Caso III: Combinando ambos procedimientos se puede realizar un balance que refleje las capacidades existentes y su utilización de acuerdo a la demanda:

1. Realizar el diagrama de análisis o sinóptico del proceso (OTIDA u OPERIN), según el caso.
2. Calcular el fondo de tiempo disponible de equipos (FT_i) y de trabajadores (FTT_i), diferenciando las áreas o actividades si fuera necesario
3. Calcular las capacidades reales unitarias de los equipos (Cr_i) y la de los trabajadores (Crt_i) de cada actividad.
4. Calcular las capacidades totales de cada una de las actividades con equipos (CT_i).
5. Determinar el cuello de botella y la capacidad total del proceso (CTp).

6. Determinar la carga (Q_{T_i}) que llegará a cada actividad del proceso de acuerdo a la demanda y compararla con la capacidad total (CT_i) para determinar si es posible asumirla.
7. Determinar el número de equipos (Ne_i) necesarios en cada actividad del proceso, así como el % de utilización comparándolo con los equipos existentes.
8. Determinar el número de trabajadores (NT_i) necesarios en cada actividad del proceso y el % de utilización de la jornada laboral planificada.
9. Cuadro resumen.

2.2.13 Estudio de métodos y tiempos de trabajo.

El estudio de los gastos de tiempo tiene como fin el aumento de su uso racional en búsqueda del incremento de la productividad del trabajo. Al realizarse el análisis de la jornada laboral se podrán encontrar grandes reservas del incremento de la productividad del trabajo, básicamente a través de la racionalización del trabajo vivo como es característica de la organización del trabajo.

Estructura de la jornada laboral

La jornada laboral se compone de dos tipos de tiempos fundamentales, unos los que se deben incluir en la norma de trabajo que son los conocidos como tiempos normables (TN) y otros, los que no se incluyen en la norma, que se denominan no normables (TNN) que son los que deben ser eliminados o reducidos a través del uso de medidas técnico-organizativas, que se deben aplicar previa a las normas calculadas. (Ver Figura 1)

A continuación, se definen los conceptos correspondientes a los tiempos de la estructura de la jornada laboral:

Jornada laboral (JL): Tiempo durante el cual el trabajador cumple sus obligaciones laborales de producción o prestación de servicios, cuya duración normal es de ocho horas diarias y cuarenta y cuatro horas semanales promedio. NC 3000:2007.

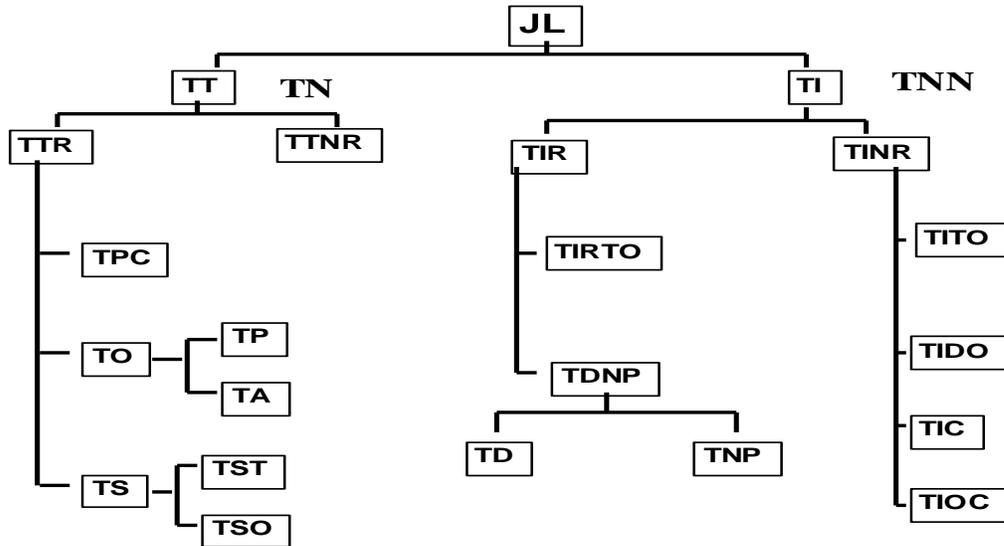


Figura 1: Estructura de la jornada laboral, según los tiempos normables (TN) y no normables (TNN).

La jornada laboral se descompone para su análisis en tiempo de trabajo (TT) y tiempo de interrupciones (TI).

- **Tiempo de trabajo (TT)**

Es el tiempo durante el cual el trabajador realiza las acciones que aseguran el cumplimiento del trabajo encomendado, o sea el tiempo que emplea en transformar los objetos de trabajo y en crear las condiciones necesarias para ello.

Este tiempo tiene dos componentes que son:

- 1. Tiempo de trabajo relacionado con la tarea (TTR)**

Es aquel que el trabajador emplea en la preparación, cumplimiento directo y aseguramiento directo de la tarea de producción o servicio, que debe ser ejecutada en el puesto de trabajo que él ocupa, de acuerdo con las características del proceso de trabajo y de su clasificación, realizando actividades o funciones concebidas en su contenido de trabajo. El tiempo de trabajo relacionado con la tarea a la vez se descompone en:

- 1.1 Tiempo preparativo conclusivo (TPC)**

Es el tiempo que el trabajador (o grupo de ellos) utiliza en familiarizarse y preparar la tarea a realizar, así como el que invierte en las acciones realizadas para su terminación.

Este tiempo ocurre fundamentalmente al inicio de la jornada laboral, cuando el obrero prepara su puesto con las herramientas, dispositivos, materiales, documentos, lo organiza, estudia los documentos, etc. Y al final de la jornada cuando recoge y limpia su puesto, entrega lo realizado, etc.

Este tiempo también puede ocurrir varias veces durante el transcurso de la jornada laboral, en dependencia del grado de especialización del puesto de trabajo cuando se cambia de lote de productos y es necesario hacer cambios en los puestos y áreas de trabajo, su magnitud en la jornada laboral no depende de las unidades producidas sino del grado de complejidad de la tarea y el grado de especialización que existe.

Algunos ejemplos típicos de TPC son:

- Obtención de la documentación tecnológica, órdenes de trabajo, herramientas u otros instrumentos.
- La familiarización con la documentación tecnológica o el trabajo en general.
- El ajuste de los equipos al régimen de trabajo.
- La recogida y ordenamiento final del puesto de trabajo y la devolución de herramientas, instrumentos, etc.
- La entrega de la producción acabada, etc.

1.2 Tiempo operativo (TO)

Es el tiempo utilizado por uno o varios trabajadores para cambiar o contribuir al cambio de la forma, dimensiones, propiedades y posición en el espacio de un objeto de trabajo y el cumplimiento de las acciones auxiliares indispensables para realizar dichos cambios que transcurre cuando se transforma el objeto de trabajo, es decir se le añade valor propiamente y las acciones auxiliares imprescindible para realizar dichos cambios. Tiene dos componentes que son:

a) Tiempo principal (TP)

Es el tiempo que se gasta directamente en el cambio cualitativo y cuantitativo del objeto de trabajo, en el ocurre como tal la transformación, ya sea manual o con equipos, como ejemplo son:

- Tiempo de carga y descarga en el trabajo en el trabajo de los estibadores.
- Tiempo de coser en máquina plana en la operación “cierre de costado” al confeccionar una camisa.

- Tiempo de torcido a mano en la elaboración del tabaco.
- Tiempo de corte de la combinada cañera.

b) Tiempo auxiliar (TA)

Es el tiempo que necesita un operario para realizar las acciones que aseguran el cumplimiento del trabajo principal, es el que facilita que el principal pueda ocurrir.

Como ejemplo: En un torno, el tiempo que se invierte en montar la pieza en el torno, acercar la torrecilla y poner el torno en funcionamiento será un tiempo operativo auxiliar y el tiempo en que el torno funciona maquinando la pieza será el tiempo operativo principal.

1.3 Tiempo de servicio (TS)

Es el tiempo que necesita el trabajador para la atención y mantenimiento de su puesto de trabajo y equipos en condiciones técnicas y de orden y limpieza durante la jornada laboral. Tiene dos componentes que son:

a) Tiempo de servicio técnico (TST)

Es el tiempo utilizado para mantener el equipo en condiciones técnicas del puesto de trabajo durante la realización de un trabajo concreto. Este tiempo se refiere a:

- Los gastos de tiempos para reemplazar un instrumento o pieza desgastada.
- Los gastos de tiempos para dar servicio al equipo al inicio y(o) al final de una tarea, exigidos en los regímenes de uso y mantenimiento.

b) Tiempo de servicio organizativo (TSO)

Es el tiempo que el trabajador emplea en mantener el puesto de trabajo en orden y disposición durante el turno, es decir organizado y limpio en condiciones de continuar trabajando (incluyendo equipos, etc.)

2. Tiempo de trabajo no relacionado con la tarea (TTNR)

Es el tiempo que el trabajador invierte en tareas no previstas en su contenido de trabajo, actividades que corresponden a otros cargos, o provocadas por necesidades fortuitas de la producción, así como por deficiencias en la organización del trabajo realizar, o por violación de la disciplina tecnológica.

- **Tiempo de interrupciones (TI)**

Es el tiempo que el trabajador no participa en el proceso de trabajo. Tiene dos componentes fundamentales:

1. Tiempo de interrupciones reglamentadas (TIR)

Es el tiempo en el que el trabajador no labora por razones previstas o inherentes al propio proceso de trabajo. Tiene dos componentes:

1.1 El tiempo de interrupciones reglamentadas por la tecnología y la organización (TIRTO)

Es el tiempo de interrupciones difícilmente liquidables determinadas por la tecnología y la organización del proceso de producción establecido, incluye el tiempo de interrupciones provocadas por las condiciones específicas en que se desarrolla el proceso de producción. Por ejemplo:

- Interrupciones de los estibadores durante el tiempo en que la grúa transporta la carga.
- Interrupciones en el trabajo de los mineros durante la espera por la explosión de una carga de dinamita.
- Interrupciones producidas al tener el trabajador que atender a varios equipos (tiempo libre).

1.2 El tiempo de interrupciones reglamentadas por descanso y necesidades personales (TDNP)

Es el tiempo de carácter necesario que consume el trabajador a fin de poder mantener su capacidad normal de trabajo. Tiene dos componentes que son:

a) Tiempo de descanso (TD)

Es el que requiere el trabajador para que pueda prevenir la fatiga que le produzca el trabajo, en función de las características del proceso productivo y las condiciones existentes. Generalmente, se hace coincidir con el consumo de merienda, pero no puede confundirse con el horario de almuerzo, el cual no forma parte de la jornada laboral.

b) Tiempo de necesidades personales (TNP)

Es el tiempo que requiere el trabajador para realizar necesidades fisiológicas en el transcurso de la jornada laboral y mantener su higiene personal en función de las características del proceso, tales como: lavarse las manos, la cara, etc.

2. Tiempo de interrupciones no reglamentarias (TINR)

Es el tiempo que el trabajador no labora por alteración del proceso normal de trabajo. Tiene cuatro componentes:

2.1 Tiempo de interrupciones por deficiencias técnico-organizativas del proceso (TITO)

Es el tiempo en que el trabajador no labora por causas que no depende de él y que están dadas por deficiencias técnicas y(u) organizativas del proceso de producción. Entre ellas:

- Falta de materia prima.
- Falta de producto semielaborado
- Falta de equipo, herramientas, etc.
- Roturas de equipos, ocasionadas por un inadecuado mantenimiento o un orden de explotación superior a los parámetros permisibles, etc.

Puede y debe ser eliminado cuando se norma el trabajo y debe prestarse especial atención en ello, pues en ocasiones hay TITO que se enmascaran como TIRTO.

2.2 Tiempo de interrupciones por violación de la disciplina laboral (TIDO)

Es el tiempo que el trabajador no labora por violación de la disciplina establecida, como, por ejemplo, en los casos en que incurre en:

- Llegadas tardes.
- Tiempo excesivo en el descanso reglamentado.
- Conversaciones injustificadas.
- Parado sin trabajar por deseo propio
- Ausencia injustificada al puesto de trabajo, etc.

2.3 Tiempo de interrupciones por problemas casuales (TIC)

Es el tiempo que el trabajador no labora debido a circunstancias totalmente casuales, como, por ejemplo:

- Climatológicas (lluvias, etc.)
- Falta de energía eléctrica que no dependa del centro de trabajo.
- Roturas de equipos cuyas causas no dependen del régimen de explotación mantenimiento, o de la operación del equipo.

2.4 Tiempo de interrupciones por otras causas organizativas (TIOC)

Es el tiempo que el trabajador no labora a consecuencia de la interrupción del proceso de trabajo por causas organizativas no relacionadas con la organización de la producción, entre ellas se encuentran:

- Clases en hora de trabajo.
- Cobros en hora de trabajo.
- Actividades políticas en hora de trabajo
- Problemas en el comedor
- Problemas en el transporte de los trabajadores cuando éste depende del centro de trabajo, etc.

2.2.15 Métodos y técnicas para el análisis de la jornada laboral

Dentro de las causas que más inciden en la baja productividad está el mal aprovechamiento de la jornada de trabajo, esto es, que parte del tiempo utilizado para producir, se pierde por problemas organizativos y por falta de disciplina laboral. Las causas del mal aprovechamiento de la jornada laboral pueden tener distintos orígenes, entre ellos: los malos métodos de dirección y control, relajamiento de la disciplina del trabajo, falta de motivación, etc.

Los principales objetivos que persigue el estudio de aprovechamiento de la jornada laboral son:

1. Conocer las causas que provocan las pérdidas de tiempo.
2. Determinar el grado de utilización de la fuerza de trabajo, para una mejor distribución de la misma.
3. Cuantificar económicamente las pérdidas de tiempo.
4. Utilizarlo como instrumento de dirección.

Existen varias técnicas para el estudio de la jornada de trabajo. Esas técnicas pueden ser comprendidas en dos grandes grupos de métodos para el estudio de la JL:

1. Métodos continuos de observación:

- a) Técnica de observación continua individual.
- b) Técnica de observación continua colectiva.
- c) Técnica de la auto-observación.

2. Métodos discontinuos de observación o técnica de las observaciones instantáneas o muestreo del trabajo.

A continuación, estudiarán la **Técnica de la observación continua individual**

Esta técnica consiste en hacer una descripción detallada de todas las actividades realizadas por el operario dentro de la jornada laboral y medir la duración de cada una de ellas a fin de conocer el empleo de tiempo de trabajo.

El objetivo principal de la técnica de observación continua individual (o fotografía individual) estriba en la determinación de la estructura de la jornada laboral actual, desde el punto de vista cuantitativo y cualitativamente (TP, TA, TPC, TS, TIRTO, TDNP, TTNR, TIR TINR), proyectar la nueva estructura debido a las mejoras técnico-organizativas tendentes a eliminar los tiempos no normables, y conocer el índice de aprovechamiento de la jornada laboral.

Pasos a seguir:

1. Determinación de los objetivos de estudio.
2. Ambientación.
 - 2.1 Familiarización.
 - 2.2 Comunicación efectiva.
3. Diseño del estudio.
4. Realización de las observaciones
5. Análisis de los resultados

1. Determinación de los objetivos de estudios.

En este paso se trata de definir el alcance que tendrá el estudio, si se requiere determinar el índice de aprovechamiento de la jornada laboral (AJL) y/o las reservas del incremento de la productividad del trabajo, o establecer normas de trabajo, etc.

2. Ambientación

Familiarización. Lo primero que se realiza es la ambientación con el trabajo a estudiar, es decir, conocer al detalle los puestos de trabajo que van a estudiarse y, además, las distintas actividades de los mismos.

Dentro de esta etapa de ambientación y preliminar al estudio propio, se debe comenzar un trabajo de explicación al personal que va a ser objeto del estudio sobre la técnica que se va a utilizar y los fines que son perseguidos.

Comunicación efectiva. Es un factor muy importante el estado de opinión que se cree entre los trabajadores sobre el grupo que realiza el estudio, ya que de esto depende mucho el éxito de la tarea, pues sería posible, en parte, que los resultados se falsearan por los trabajadores si no se establece la colaboración.

3. Diseño del estudio

El diseño del estudio responde a las exigencias de la técnica de la observación

continua individual, y se parte de la expresión siguiente: $N = 560 \left(\frac{R}{X} \right)^2$

Donde:

N: Número de observaciones a realizar para obtener el valor medio del elemento medido con una precisión de $\pm 5\%$ y un nivel de confianza del 95 %.

X: Valor medio del elemento medido (tiempo de trabajo relacionado) calculado a partir de una muestra inicial de tres observaciones.

R: Rango de la muestra inicial, o sea, la diferencia entre el valor X máximo y el valor X mínimo.

(De lo anterior se deduce con claridad que la expresión es válida para las premisas siguientes: muestra inicial 3, nivel de confianza de 95 % y exactitud de $\pm 5\%$).

Ejemplo:

Se desea calcular la cantidad de observaciones a realizar a un puesto de trabajo para obtener los datos con una precisión de $\pm 5\%$, y un nivel de confianza 95%, y la muestra inicial de tres observaciones ofrece los resultados que se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Ejemplos de observaciones realizadas.

Día	Tiempo Observado (min)	TTR (min)	Tiempo de interrupciones (min)
1	480	407	73
2	480	390	90
3	480	375	105

$$\sum X = 407 + 390 + 375 = 1172 \text{ min}$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{3} = \frac{1172}{3} = 390 \text{ min}$$

$$R = 407 - 375 = 32 \text{ min}$$

Sustituyendo estos valores en la expresión 8.4 se obtiene:

$$N = 560 \left(\frac{32}{390} \right)^2 = \frac{560 \cdot 1024}{152100} = \frac{573440}{152100} = 3.77 \approx 4$$

Por tanto, la cantidad de observaciones a realizar en el ejemplo planteado será de cuatro jornadas laborales.

Otra forma de calcular el número de observaciones a realizar es utilizando tablas en las cuales aparecen para distintos valores de exactitud (S), el número de observaciones que es necesario realizar para obtener en los resultados un nivel de confianza del 95 % en función del factor R/\bar{X} calculado a partir de una muestra inicial de tres observaciones.

El resultado de N indica que para cumplir el nivel de confianza y precisión fijados, es necesario hacer al menos cuatro observaciones. Como ya fueron ejecutadas tres, bastaría hacer la observación de un día más.

Puede apreciarse que la ambientación implica ejecución. Esto se separa atendiendo a un punto de vista didáctico. En el paso denominado "ejecución" se harán otras consideraciones.

4. Realización de las observaciones

Aquí habrá que cumplir estrictamente con lo diseñado; se pondrá un ejemplo donde se realizará el cálculo del índice de aprovechamiento de la jornada laboral (AJL). (Ver tabla 2)

Tabla 2. Ejemplos de observaciones realizadas

Días Observados	Tiempo total observado (min)	TTR
1	480	400
2	480	380
3	480	405
4	480	375
Suma	1 920	1 560

La precisión deseada es de $\pm 5\%$ y el nivel de confianza de 95 %.

TIRTO=7 min y TDNP= 30 min

$$\text{Partiendo de: } N = 560 \left(\frac{R}{\bar{X}} \right)^2$$

La cual como ya se definió es válida únicamente para una muestra inicial de tres observaciones, por lo que para el cálculo de N tomaremos solamente las tres primeras observaciones y por lo tanto, tendremos:

$$R = 405 - 380 = 25 \text{ min}$$

$$\bar{X} = \frac{400 + 380 + 405}{3} = \frac{1185}{3} = 395 \text{ min}$$

$$N = 560 \left(\frac{25}{395} \right)^2 = 2,027 \approx 3 \text{ observaciones}$$

Por esta razón las tres observaciones iniciales son suficientes para obtener los resultados con el NC y la S deseada y como el porcentaje de aprovechamiento de la jornada laboral (AJL) es igual:

$$AJL = \frac{TTR + TIRTO + TDNP}{JL} \cdot 100$$

Dónde: JL : tiempo observado promedio de la JL en los N días de estudio

Sustituyendo:

$$AJL = \frac{395 + 7 + 30}{480} \cdot 100 = \frac{432}{480} \cdot 100 = 90 \%$$

Esta técnica posibilita conocer el aprovechamiento de la JL , así como las causas por las cuales se desaprovecha la JL y en que magnitudes ocurren éstas, la estructura actual de la JL y la que se proyecta en las nuevas condiciones técnicas

organizativas, o sea, la que se obtiene una vez que se eliminan los tiempos no normables y también la norma de tiempo (N_t) y de rendimiento (N_r).

Para hallar las magnitudes de las pérdidas de tiempo por los distintos conceptos y decidir en qué magnitud es posible aprovechar esas reservas en el incremento de la productividad del trabajo, puede acudir a las siguientes expresiones:

- Pérdidas de tiempo por causa del trabajador (Ptido):

$$P_{ti} = \frac{TIDO}{JL} \cdot 100$$

- Pérdidas de tiempo por deficiencias técnico-organizativas (Ptito):

$$P_{to} = \frac{TITO}{JL} \cdot 100$$

Esas son pérdidas de tiempo en las cuales no laboran los trabajadores. En consecuencia, el incremento posible de productividad del trabajo podría estimarse:

- Incremento de la productividad por TIDO reducido (IPtido):

$$IP_{t1} = \frac{TIDO}{TO} \cdot 100$$

- Incremento de la productividad por TITO reducido (IPtito):

$$IP_{t2} = \frac{TITO}{TO} \cdot 100$$

También hay pérdidas de tiempo con sus posibles conversiones en incremento de productividad, reservas cuando los trabajadores se encuentran trabajando rehaciendo el trabajo por deficiencias del ejecutor o por deficiencia técnica-organizativa, o por deficiencia de tecnología.

Debe enfatizarse que la diferencia fundamental entre ambos grupos de pérdidas de tiempos establecidos, radica en que durante los primeros los trabajadores están interrumpidos en su trabajo y durante los segundos están trabajando.

5. Análisis de los resultados

Aquí se analizan los resultados de las observaciones realizadas, a través de controles de los registros efectuados. En el caso que ahora se trata, la fotografía individual, se presupone la normalidad y el referido a que la N cumpla con las exigencias de la confiabilidad y precisión fijados.

2.2.16 Relación de la seguridad con la higiene, la medicina del trabajo, las condiciones de trabajo y la ergonomía

Se define la **Seguridad y Salud en el Trabajo (SST)** como la actividad orientada a crear condiciones, capacidades y cultura para que el trabajador y su organización puedan desarrollar la actividad laboral eficientemente, evitando sucesos que puedan originar daños derivados del trabajo (NC 18000, 2005).

Los resultados positivos en materia de seguridad y salud, no se obtienen sólo con el trabajo de un grupo de técnicos o de un área específica de la organización, sino a partir de una verdadera integración de esta actividad a las funciones y tareas de cada uno de sus miembros.

Para ello se requiere que la Seguridad y Salud en el Trabajo se integren con las distintas políticas de la empresa e incorpore a directivos, técnicos y trabajadores. En este sentido, deben sustituirse, siempre que sea factible, las instrucciones iniciales específicas y reglas de puestos de trabajo, por procedimientos normalizativos operacionales (PNO), donde las instrucciones de seguridad formen parte del procedimiento de trabajo y no sigan siendo algo extra que se puede cumplir o no.

Indiscutiblemente surge entonces la tendencia de que desaparezcan las fronteras entre los riesgos profesionales, del producto, de la industria y del ambiente, controlando todos los riesgos que afecten la seguridad, la calidad, productividad y el ambiente.

La **Seguridad del Trabajo** en un concepto más amplio significa más que una simple situación de seguridad física, una situación de bienestar personal, un ambiente de trabajo idóneo, una economía de costos importantes y una imagen de modernización y filosofía de vida humana, en el marco de la actividad laboral contemporánea.

La importante problemática derivada de los riesgos profesionales ha dado lugar al desarrollo de una serie de técnicas preventivas, asistenciales, rehabilitadoras y recuperadoras que han llegado a tener personalidad propia aun cuando necesitan, por la influencia en sus objetivos y las fuertes interrelaciones entre muchas de ellas, de una actuación coordinada de las diversas especialidades.

Limitándonos al ámbito de las técnicas preventivas y con relación a la Patología Específica del Trabajo, se incluyen la Seguridad, la Higiene, la Medicina del Trabajo, las Condiciones de Trabajo y la Ergonomía que llevan un largo camino recorrido en la lucha contra los accidentes y enfermedades profesionales.

La **Seguridad del Trabajo** estudia las condiciones materiales que ponen en peligro la integridad física de los trabajadores (prevención de accidentes de trabajo).

La **Higiene del Trabajo** estudia los contaminantes físicos - químicos y biológicos presentes en el medio de trabajo que pueden causar alteraciones reversibles o permanentes (prevención de enfermedades profesionales).

La **Medicina del Trabajo** estudia las consecuencias de las condiciones materiales y ambientales sobre las personas y junto con la Seguridad y la Higiene, trata de establecer condiciones de trabajo que no generen daños ni enfermedades (control y vigilancia directa del estado de salud del trabajador).

Por otra parte, la Seguridad e Higiene son hoy consideradas como factores importantes de las **Condiciones de Trabajo**: conjunto de variables que definen la realización de una tarea concreta y el entorno en que esta se realiza y que determinan la salud del trabajador.

Para entrar en este nuevo campo de acción donde la salud es sinónimo de equilibrio y bienestar hay que ampliar este campo y no reducirlo a luchar contra los aspectos negativos del trabajo. Hay que hablar entonces de Ergonomía.

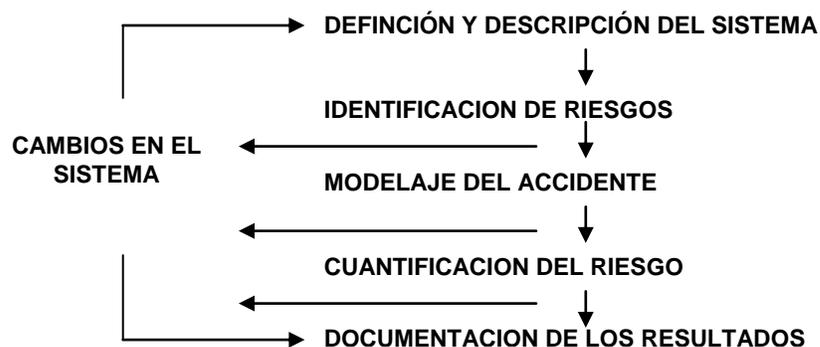
La **Ergonomía** nace como un conjunto de técnicas que tienen por objeto adecuar el puesto de trabajo a la persona.

Principios clásicos de la seguridad del trabajo:

1. Un accidente es invariable causado o directamente permitido por un acto inseguro de una persona y/o un riesgo físico.
2. Las condiciones inseguras de personas son responsables de la mayoría de los accidentes.
3. La ley 1-29-300: de 330 accidentes similares que le ocurren a una misma persona, 300 no provocarán lesiones leves, y sólo 1 lesión grave.
4. Severidad de un accidente: casual. Ocurrencia de un accidente: causal.

5. Los 4 motivos básicos para la ocurrencia de acciones inseguras: actitud impropia, insuficientes conocimientos o habilidades, incapacidad física y ambientes físicos impropios, constituyen una guía para seleccionar las medidas correctivas adecuadas.
6. Para prevenir los accidentes existen 4 métodos básicos:
 - Ingeniería.
 - Persuasión y apelación.
 - Adecuación del personal: (selección y entrenamiento).
 - Disciplina.
7. Los métodos de mayor valor en la prevención de accidentes son análogos a los métodos requeridos para el control de la calidad, costo y cuantificación de la producción.
8. La dirección tiene la mayor oportunidad para iniciar el trabajo de prevención, por tanto, ésta debe asumir la responsabilidad.
9. El supervisor es el hombre clave en la prevención.
10. El incentivo humanitario tiene dos poderosos suplementos económicos:
 - Lo seguro es productivamente económico.
 - El costo directo de los accidentes debido a la seguridad social y al tratamiento médico es sólo 1/5 del costo total.

Procedimiento general del análisis de la seguridad



Objetivos de las técnicas de seguridad

1. Analizar el riesgo de que se produzcan los accidentes y disponer las correcciones necesarias para evitarlos.

2. Actuar sobre los elementos necesarios para que no ocurra el accidente: el ambiente agresivo/factor técnico y el individuo/factor humano.

Técnicas analíticas de seguridad:

- El estudio y el análisis documental de riesgos.
- Análisis histórico de accidentes.
- Verificación del cumplimiento de las reglamentaciones.
- La investigación de accidentes e incidentes.
- El control estadístico de la accidentabilidad.
- El análisis directo de riesgos y deficiencias.
- El control total de la calidad del proceso productivo.

Técnicas operativas de seguridad:

- Prevención: Elimina o disminuye el riesgo en su origen.
- Protección: Minimiza las consecuencias.
- Normalización: Regula el comportamiento humano seguro.
- Señalización: Indica, advierte, prohíbe.
- Formación, Información: Imprescindible para asegurar la eficacia de las otras técnicas.

2.2.17 Relación de la Empresa con el medioambiente

El ser humano y el medio ambiente

La **actitud del hombre** hacia el medio ambiente se ha transformado gradualmente desde la exploración, hasta la explotación de los recursos del planeta. La práctica de explotación de los recursos del planeta se generalizó a partir del Siglo XVII, dando origen a un proceso de deterioro cada vez más importante del medio natural y del ambiente hasta que, hace pocos años, quizás a mediados del siglo pasado, en varias regiones del mundo se empezó a evidenciar el agotamiento de los suelos, los cursos de agua contaminados, algunas especies animales y vegetales a punto de extinguirse, la destrucción de bosques, las ciudades poco habitables, entre otros, lo que ha desencadenado al decreto de alerta mundial.

El **medio ambiente** es un sistema complejo y dinámico de interrelaciones ecológicas, socioeconómicas y culturales, que evoluciona a través del proceso histórico de la sociedad, abarca la naturaleza, la sociedad, el patrimonio histórico-

cultural, lo creado por la humanidad, la propia humanidad, y como elemento de gran importancia las relaciones sociales y la cultura.(Fernández, 2009)

Esta interpretación de su contenido explica que su estudio, tratamiento y manejo, debe caracterizarse por la integralidad y el vínculo con los procesos de desarrollo.

A nivel organizacional es el entorno en el cual una organización opera, incluidos el aire, el agua, el suelo, los recursos naturales, la flora, la fauna, los seres humanos y sus interrelaciones. El entorno en este contexto se extiende desde el interior de una organización hasta el Sistema Global.

El concepto de **recurso natural**, según las Naciones Unidas, es *«todo aquello que encuentra el hombre en la naturaleza y que puede utilizar en beneficio propio»*, tanto por vía directa como mediante transformaciones.

En el pasado, los recursos naturales se subdividían en renovables y no renovables; sin embargo, en la actualidad el límite entre ambos es difícil de precisar. Un **recurso renovable** se supone que esté siempre disponible naturalmente cuando el hombre lo necesita (no se agota) y se han considerado como tales el clima, las aguas, y hasta los suelos; no obstante, los procesos de contaminación están provocando cambios climáticos, que puede llegar a modificar en forma irreversible las condiciones actuales (Fernández, 2009)

El estado actual de la población humana en crecimiento explosivo, y con necesidades en constante incremento, demanda con urgencia la conservación de los ecosistemas naturales, lo que implica un uso sostenible de los mismos. Para ello, es menester que este uso se corresponda con las verdaderas necesidades humanas de las presentes generaciones, como condición para salvaguardar la satisfacción de las futuras.

Para materializar este uso sostenible, se requiere cambiar los patrones de consumo de los países desarrollados, lograr equidad y justicia, de forma tal que se elimine la pobreza y, de esta manera, satisfacer las verdaderas necesidades de todos los seres humanos del planeta.

Relación de la empresa con el medioambiente

Las distintas conceptualizaciones de empresa han estado directamente relacionadas con la evolución experimentada por sus interrelaciones con la

sociedad en que opera. Actualmente la empresa recibe la influencia de la sociedad como una de las principales instituciones socioeconómicas que la integran.

Entre otros aspectos se ve influida en su estructura organizativa, sus procesos de toma de decisiones y su gestión. Pero también la empresa influye en la sociedad al provocar cambios en la misma a través de su propia configuración y exigencias, como, por ejemplo, que capacidad de la empresa para cubrir las necesidades sociales influye en los niveles de calidad de vida de ésta.

La **interrelación empresa - medio ambiente** ha evolucionado de acuerdo con el entorno en que la empresa se desarrolla y se interrelaciona. Este entorno se ha transformado, de condiciones estables y con reglas fijas, funcionando como un sistema cerrado, a otro turbulento y muy competitivo que funciona como un sistema abierto.

La empresa es un sistema abierto formado por un conjunto de elementos relacionados entre sí, está en continua relación con su entorno, y está influida por éste, pero a la vez influye en él. Ante este nuevo contexto, la empresa comienza a interesarse en los últimos años por su relación con el medio ambiente, y propone un nuevo enfoque en la gestión empresarial con la finalidad de que incorpore la variable ambiental.

Bajo estos nuevos enfoques, sigue siendo cierto el papel que la empresa desempeña como agente encargado de producir bienes y servicios que se ponen a disposición de la mejora de la calidad de vida del hombre, y también es cierto que la calidad de vida no se puede alcanzar sin conservar la calidad del entorno natural donde se desarrolla el hombre, porque calidad de vida y calidad ambiental son caras de la misma moneda.

Los **efectos que la empresa genera en su entorno** no son sólo de carácter económico y social, sino también de carácter ambiental, no son sólo positivos, sino también negativos, generan bienes y servicios, empleo, dividendos, entre otros, pero asimismo consume recursos naturales escasos y genera contaminación y residuos. Por lo anterior, es necesaria una visión más amplia de la definición de empresa como sistema abierto tal y como se representa en la figura 1, teniendo

presente que la empresa contribuye al deterioro del medio ambiente por tres razones:

- Consume recursos naturales escasos a un ritmo que supera sus tasas de regeneración.
- Genera emisiones contaminantes y residuos a unos niveles superiores a las tasas de asimilación de la propia naturaleza
- Al comercializar los productos, desarrolla actividades de marketing que pueden fomentar (consciente o inconscientemente) un consumo excesivo por parte de la sociedad, y da lugar a nuevos consumos de recursos naturales y nuevas emisiones y residuos

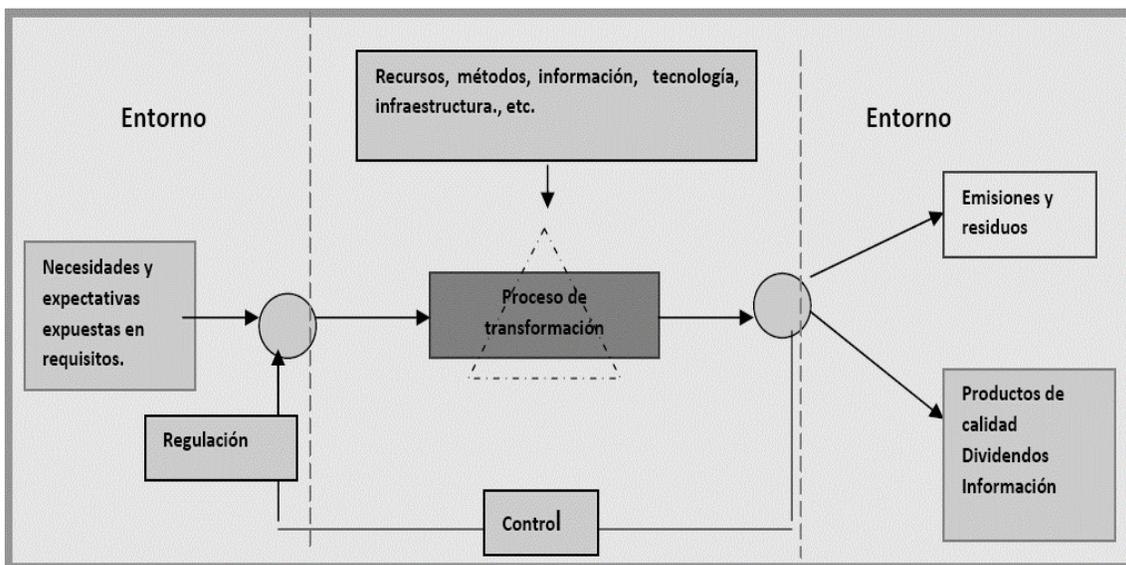


Figura 1.1 La empresa como sistema abierto (Isaac 2004).

La empresa no solo ejerce una influencia sobre su entorno, sino que los cambios en el entorno empresarial, entre los que están: la aparición de consumidores ecológicamente responsables, estrictas legislaciones, instrumentos de regulación, trabajadores, inversores, proveedores, comunidad y sociedad, que tienen en cuenta el comportamiento social de la empresa, también ejercen una influencia sobre la empresa.

Los cambios provocados por los factores del entorno condicionan que las empresas deban adecuarse constantemente a las nuevas y variables condiciones para permanecer en el mercado y que tengan que modificar su actuación desde su estrategia corporativa hasta las funcionales, por lo que los directivos tienen que

tener en cuenta estos elementos si desean mantener la capacidad competitiva de la empresa.

Todo lo anterior conlleva a que el factor ambiental se inserte en cada elemento del entorno genérico empresarial, como, por ejemplo, dentro del entorno tecnológico incluir las prácticas de tecnologías limpias, de ecodiseño, entre otras, y dentro del político legal, las regulaciones ambientales.

Hace años la excelencia ecológica de las empresas era un valor intangible de difícil percepción por parte de los consumidores. Poco a poco la preocupación por los problemas ambientales se ha hecho patente en la sociedad y se demanda cada vez con más fuerza que las empresas respeten el entorno en el que desarrollan su actividad.

A su vez, la competencia entre empresas ejerce sobre éstas una presión cada vez más fuerte. La gestión de los impactos sociales, éticos y ambientales asociados a la actuación de las empresas se está convirtiendo en un verdadero imperativo, de manera que la imagen ambiental de una compañía es un valor o una carga que evalúan inversores, aseguradoras, clientes, proveedores y consumidores en general (López, 2002)

Sin duda constituye una ventaja competitiva conseguir diferenciarse por el respeto al medio ambiente. También es importante saber explicar la contribución de una determinada industria a la consecución del bienestar de que disfruta la sociedad actual.

2.2.18 Ejercicios propuestos

➤ Método General de Solución de Problemas y Flujo de producción.

Ejercicio integrador para elaboración conjunta:

Uso del lenguaje:

- Tamizar: Separación mecánica, mediante tamices, de sustancias pulverizadas de diferentes tamaños
- Balastro: Capa de grava o de piedra machacada, que se tiende sobre la explanación de los ferrocarriles para asentar y sujetar sobre ella las traviesas.
- Apisonador: Instrumento pesado y grueso, de figura por lo común de cono truncado, que está provisto de un mango, y sirve para apretar tierra, piedras, etc.

- Fraguar: acción de trabar y endurecer un material consistentemente en la obra con ellos fabricada

En una instalación se producen y ofertan balastro de concreto para su utilización en portales y balcones. En busca de una mayor producción han decidido realizar un estudio de todo el proceso a través de los diagramas OTIDA y OPERIN con vista a identificar los puntos críticos del mismo y proponer medidas para su mejora. A continuación se describe el proceso:

La producción y comercio de balastros de concreto es realizada por dos trabajadores, uno de ellos se dedica a la preparación de las mezclas y el otro a la conformación de los balastro a través de un molde metálico, aunque ambos participan en un grupo de acciones de trabajo dentro del flujo. Para la producción de balastros se adquiere la materia prima necesaria (arena lavada y fina, cemento) y se dispone de 5 áreas de trabajo: almacén de área lavada, almacén de cemento, área de moldeo, área de reposo de los balastros y almacén de productos terminados. También dispone de los siguientes medios de trabajo: vagones (2), molde metálico para balastros (1), aceite especial, placas metálicas para depósito de los balastros, apisonador manual (1), pala de construcción (2), tamizador (1) , guatacas (2), palita de construcción (2).

Para la preparación de las mezclas un trabajador se dirige con un vagón al área de almacenamiento de arena lavada y procede a tamizarla hasta lograr que el vagón este lleno, trasladando este material al área de moldeo. La arena lavada no apta sale del proceso.

A continuación procede, de igual manera, a buscar el cemento necesario, procediendo a adicionar el mismo en la proporción establecida para mezclar ambos componentes. Logrado esto la mezcla debe mantenerse húmeda mediante la adición de agua en el vagón. Este trabajador realiza esta operación 5 veces al día.

El otro trabajador mientras se prepara la mezcla, procede a la organización de su puesto. Inicia su tarea trasladando las placas metálicas lisas al área de moldeo e inspeccionar su limpieza. Las placas que estén sucias las lavas con agua. A continuación revisa el molde metálico para balastros para su limpieza y realizado esto adiciona aceite en todas las partes del molde mediante un pedazo de tela.

Con esto realizado procede a adicionar en el molde la mezcla húmeda de área y cemento y utilizando el apisonador manual logra que la mezcla se compacte en todo el molde. Terminada esto procede a colocar la placa metálica encima del molde lleno, virándolos 90 grados para que el balastro elaborado salga del molde. A continuación procede a la revisión del balastro y con la palita apisona las partes que no se compactaron. Terminada esta acción procede a su traslado al área de reposo de las placas metálicas con los balastros elaborados para que fragüe la mezcla por 12 horas. Terminado este tiempo. Se procede a separar el balastro fraguado de la placa metálica, trasladando esta al área de almacenamiento final estando en esta área 3 días antes de su venta. Diariamente se producen 120 balastros.

Orientación seminario #4:

A partir del proceso identificado en el seminario anterior realice un diagrama de OTIDA y proponga mejoras a dicho proceso.

➤ **Tipo de producción y Estructura de producción.**

Estudio independiente:

En cierto taller se conoce que para el próximo mes cinco de los tornos recibirán una reparación pequeña por lo que se estima que no se empleará el 5% del fondo de tiempo. En la tabla 6 se brinda más información.

El régimen de trabajo es de 24 días en el mes, 8 horas cada turno y un turno diario. Todos los artículos son representativos desde el punto de vista tecnológico y de la nomenclatura de la producción que se elabora mensualmente. En la tabla 7 se brinda más información.

Determine el tipo de producción del taller por:

- a) El método del coeficiente de carga.
- b) Coeficiente de operaciones fijadas.

Tabla 6: Cantidad y tipos de equipos existentes.

Tipos de equipos	Denominación	Cantidad
Torno	E-1	11
Fresadora	E-2	7
Taladro	E-3	3
Rectificadora	E-4	3
Escopolo	E-5	1
Recortador	E-6	1
Fellow	E-7	2
Mandrinadora	E-8	1
Segueta	E-9	2

Tabla 7: Información adicional para el ejercicio.

Tipo de artículo	Cantidad solicitada	Tiempo unitario (min/art por tipo de equipo)								
		E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6	E-7	E-8	E-9
Soporte	32	-	30	-	-	-	-	-	-	-
Engranaje	100	40	-	-	-	-	-	60	-	-
Larguero	150	-	30	20	-	-	-	-	-	20
Piñón	70	30	-	-	-	30	-	60	-	10
Rueda dentada	70	30	-	-	-	20	-	60	-	10

➤ **Métodos de cálculo del tamaño del lote de producción**

Estudio independiente:

1) Se desean producir dos órdenes de producción en el trimestre.

Tabla 8: Información del ejercicio

	Meses de entrega		
	1	2	3
OP			
01	300	-	100
02	120	80	-

El costo de lanzamiento de un lote de producción de artículos de la orden 01 es de \$150 y el de la orden 02 es de \$110. El costo total de mantenimiento de los artículos terminados (para cada mes) de la orden 01 es de \$2 por artículo, mientras que para los artículos de la orden 02 es de \$4.

a) Determinar la cantidad de artículos en almacenamiento Em' .

b) Evaluar el costo total para cada variante por la expresión: $Ct=L*Cl+Em*Ca$.

2) Un taller de carpintería que se dedica a la fabricación de muebles de oficina desea completar el trabajo que el planificador de la empresa había comenzado y no pudo terminar. Para ello cuenta con la información siguiente correspondiente a un tipo de mueble de oficina.

Tabla 9: Información del ejercicio.

Operación	Tiempo tecnológico, h/art.	Tiempo ajuste, horas	de en
01	1,0	1,0	
02	1,5	1,2	
03	1,7	2,0	
04	1,5	0,8	

El coeficiente de operaciones fijadas (Kof) para cada puesto de trabajo es como promedio, 10. Con relación al costo del producto se conoce que es de 35,00 pesos, en tanto que su precio de venta a empresas circulatoras es de 42,70 pesos. Por las dimensiones del local que sirve de almacén se pueden mantener almacenados un máximo, en el trimestre, de 16 unidades de producto y en ocasiones incluso ello se dificulta pues las empresas circulatoras tardan en recoger la producción terminada cada trimestre. Las asignaciones de materia prima para el producto se hacen también trimestralmente, no existiendo en la actualidad condiciones para almacenar los envíos por más de dos trimestres. El plan de producción previsto es de 48 muebles.

A partir de la información anterior, determine el tamaño decidido del lote de producción.

- 3) La fabricación de un determinado artículo se hace en lotes de 500 artículos cada uno, siendo necesario que el mismo pase por los siguientes equipos E1, E2, y E3 en ese mismo orden. Los porcentajes de artículos defectuosos que se ocasionan en dichos equipos son de 1, 2 y 3% respectivamente según la figura 1. Determine el lote de lanzamiento.

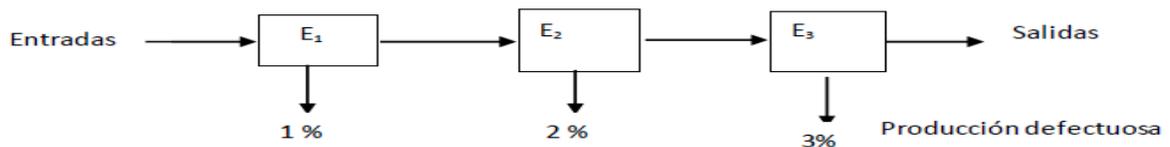


Figura 1: Diagrama del proceso.

➤ **Ciclo de producción**

Estudio independiente:

- 1) En un taller mecánico de una empresa de construcción de maquinaria se prevé la fabricación de un lote de 800 piezas mensuales de un determinado tipo, cada una de las cuales requiere de cuatro operaciones tecnológicas de duración 5, 3, 4 y 6 minutos respectivamente. Calcule la duración del ciclo tecnológico de la fabricación de la pieza si se desea obtener una total continuidad del trabajo y que éste, a su vez, sea mínimo.
- 2) Determine la duración real del ciclo de producción a partir de la siguiente información:

- Cada operación tiene asignado un equipo excepto la segunda en la que hay 2 equipos.
- Todos los equipos requieren 1 hora para el ajuste excepto en la segunda operación que requiere de 2 horas.
- Al final del proceso cada pieza recibirá un control técnico con una duración de 0.5 horas.
- El lote de fabricación es de 5 piezas y debe ser entregado 35 horas después de comenzar el trabajo, garantizándose una plena utilización de las capacidades productivas.

Tabla 9: Duración de las operaciones.

Operación	1	2	3	4	5
Duración, h pieza	2	4	1	3	2

- 3) En el sector de maquinado de un taller mecánico se fabricará, de forma experimental y con cierta premura, un determinado tipo de rodamiento. La cantidad inicial a producir es de 4 rodamientos y la tecnología de fabricación es la siguiente:

Tabla 10: Duración de las operaciones.

Op No.	Duración (en min/rod)
1	8
2	5
3	4
4	3
5	2

Si se asigna un equipo para cada operación, determine el ciclo tecnológico (analítica y gráficamente) bajo las condiciones siguientes:

- a) Qué exista continuidad de flujo de los rodamientos a través de las cinco operaciones.
- b) Que exista continuidad de trabajo en cada operación a la vez que se reduzca el tiempo de fabricación.

- 4) En un taller mecánico se producen diferentes variantes de reductores de velocidad para la industria azucarera. Una de las múltiples piezas componentes es el pasador cuya tecnología es la siguiente:

Tabla 11: Duración de las operaciones.

Tiempo en minutos				
N _o	Operación	Unitario	Ajuste	Insp. Y transport
1	Cortar	6	2	4
2	Tornear	3	4	2
3	Tornear	4	4	4
4	Fresar	2	2	6

Para efectuar el ajuste de la cuarta operación se requiere tener una pieza de la operación anterior.

El tiempo de inspección y transporte se consume siempre que sea necesario pasar de una a otra operación. Bajo las condiciones anteriores y disponiendo de un solo equipo por operación:

- a) Determine gráficamente el ciclo de producción para un lote de 10 pasadores.
- b) ¿Qué tiempo transcurre entre el comienzo del primer ajuste y el segundo ajuste de los equipos?

➤ **Carga y Capacidad de la producción**

Estudio independiente

- 1) La empresa “Muebles del Hogar” de Villa Clara debe cumplir el plan anual de producción de escaparates, las cuales emplean como materia prima principal 50.5kg de aluminio por escaparate y con un precio de 10.5 \$/kg. La principal parte del proceso es el montaje el cual consta de las siguientes actividades:
 - Op.1.- Se controla la calidad de las láminas de aluminio a razón de 450 escaparates/turno.
 - Op.2.- Conformado y unión de las láminas a razón de 420 láminas/turno.
 - Op.3.- Conformado final del escaparate a razón de 80 escaparates/turno.
 - Op.4.- Montaje de las puertas del escaparate a 5.0 min/escaparate.

- Op.5.- Pintado y decoración externa del escaparate 32.5 min. /escaparate
 - Op.6.- Verificación de la calidad de los escaparates, hay un rechazo del 1%. (Nt = 0.02h/escaparate)
 - Op. 7.- Montaje y organización de los accesorios internos del escaparate 75 escaparates/turno
 - Op. 8- Se limpian y se guardan en cajas a razón de 120 escaparates/turno.
- a)** ¿Qué recursos humanos y materiales se necesitan para cumplir un plan de 20 000 escaparates al año y cuál será el gasto de la empresa para ello? Se conoce que:
- Todas las actividades excepto la 5 se realizan en línea.
 - Que en todas las actividades hay un 20% de reserva de productividad.
 - Se laborará 280 d/año y 8h/día, 1t/día.
- 2)** La empresa conformadora de metales de Villa Clara COMETAL ha montado una nueva línea para la elaboración del cuerpo de la olla de presión de tres válvulas teniendo la misma una alta aceptación en los hogares cubanos. A continuación, se muestra la información:
- Op. 1- Embutido del disco 0.7 min/olla. 1 prensa de 100t. 3 ob.
 - Op. 2- Embutido final del cuerpo. 0.5 min/olla. 1 prensa 10t. 1% defecto. 2 ob.
 - Op. 3- Corte del cuerpo. 0.8 min/olla. 2 tornos k-305. 1 ob/eq.
 - Op. 4- Repujado del borde. 1110 ollas/turno. 1 torno k-20. 1 ob.
 - Op. 5- Fresado ovalo central. 960 ollas/turno. 1 fresa. 1 ob. 2% defecto. Kn= 110%
 - Op. 6- Estampado y punzonado. 0.3 min/olla. 1 prensa 50t. 1 ob.
 - Op. 7- Limpieza manual del cuerpo 0.5min/olla. 2 ob.
 - Op. 8- Pulido. 800 ollas/turno. 3 equipos. 3 ob. Km= 0.9
- a)** Si esta empresa labora 260 días al año y 1 turno de 8h podrá cumplir el plan de producción de 400 000 ollas al año. De no ser posible que debe hacer la empresa para poder cumplir. Si se sabe que para disminuir el consumo eléctrico es imposible aumentar otro turno.
- b)** Teniendo en cuenta los resultados anteriores ¿Cree usted que la empresa pueda establecer un contrato con la Constructora Militar # 3 para la fabricación

de bisagras que tan necesarias son para el desarrollo constructivo que lleva adelante esta empresa en el reparto villaclareño José Martí en el año, a parte de la producción de ollas, de cuanto sería el contrato?

El proceso para la fabricación de bisagras es:

✓ **fabricación de hojas y ensamblaje**

Op. 1- Corte. Prensa 100t. 30 hojas/h

Op. 2- Doblado. Prensa 10t. 45 hojas/h. 1% defecto

Op. 3- Punzonado. Torno.k-305.40 hojas/h

Op. 5- Ensamblaje manual. 50 bisagras/h

✓ **fabricación del pasador**

Op. 4- Cilindrado. Torno k=20.10 pasadores/h. 2% defecto

Para la elaboración de las hojas se emplean planchas de acero de 1800x800x1 mm, que son cortadas en tiras de 90x800mm, de donde se obtienen 16 hojas de cada tira. El almacén tiene una reserva de 30 planchas de acero. Los pasadores se obtienen de cabillas lisas de 2mm de diamante. Cuantos metros de acero corrugado (cabilla) habrá que solicitar a Antillana de Acero.

➤ **Estudio de métodos y tiempos de trabajo.**

Tarea Extra clase (para entregar por equipos):

Presente un caso real de la empresa objeto de estudio donde:

1. Se realice una descripción del flujo productivo de un producto específico.
2. Se decida el tamaño del lote a producir según los diferentes métodos estudiados en clase (lote económico, lote mínimo, lote de lanzamiento) y los costos asociados al almacenamiento y lanzamiento del mismo. (Em)

Estudio independiente:

En un área de la INPUD se llevó a cabo un estudio de tiempo a un operario que realiza la operación de taladrado de piezas de la cocina, la técnica aplicada fue la fotografía de la JL cuyos resultados se muestran a continuación:

Categoría	Día 1	Día 2 (min.)	Día 3 (min.)
TPC		23	22
TO		366	364
TS		5	5
TIRTO		10	10
TDNP		30	30
TTNR		18	15
TITO		20	22
TIDO		8	12
Vp (piezas)	1000	1020	1010

Nota: el primer día se muestra en el anexo (modelo).

Aproveche toda la información brindada por la fotografía y determine todos los indicadores posibles. Asuma un $\alpha=95\%$ y $S=\pm 5\%$.

Anexo: Modelo de fotografía individual. Inicio 7:00 am JL: 7:00 am - 3:30 pm.

Nº	Descripción del trabajo	Simb.	Hora term.	Durac.
1	Ayudando a otro operario (tornero)		7:14	
2	Estudia documentación inicial		7:29	
3	Busca herramienta para otro operario		7:36	
4	Espera por encendido del equipo		7:46	
5	Produciendo		8:36	
6	Comprobando producción		8:41	
7	Produciendo		10:41	
8	Va al baño		10:54	
9	Salida del puesto		11:00	
10	Almuerzo		11:30	
11	Produciendo		12:40	
12	Cambiando herramental		12:44	
13	Produciendo		2:04	
14	Parada por falta de piezas		2:24	
15	Fumando		2:41	
16	Produciendo		3:21	
17	Recogida del puesto		3:26	
18	Salida del puesto		3:30	

➤ **Relación de la seguridad con la higiene, la medicina del trabajo, las condiciones de trabajo y la ergonomía.**

Tarea Extra clase (para entregar por equipos):

A partir del proceso clave identificado en seminarios anteriores, presente un caso real de la empresa objeto de estudio donde:

3. Se realice una descripción del ciclo productivo del mismo.
4. Se determine gráfica y/o analíticamente (según el caso lo permita) el ciclo tecnológico para los diferentes modelos estudiados en clase. (Desplazamiento consecutivo, paralelo y combinado)
5. Se decida el modelo de desplazamiento a implementar en dependencia de los intereses de la organización. (Alcanzar plena continuidad de trabajo, plena continuidad del flujo de producción o reducción de la duración manteniendo la continuidad en el trabajo)

Orientación Seminario #5:

Realice un análisis de riesgos laborales en la empresa objeto de estudio a partir de los elementos siguientes:

1. Información de accidentalidad:
 - Registro de accidentes (índices)
 - Prevención de accidentes de trabajo
2. Riesgos laborales:
 - Prevención y control de riesgos.
 - Principales riesgos en el área/puesto/actividad objeto de estudio (Ver lista de chequeo anexa).
 - Medios de protección: (Colectiva – Individual)
3. Manejo del agua:
 - Reflejar fuente y empresa de suministro.
 - Reflejar medidas o programa para el uso eficiente del agua.
4. Manejo de la energía:
 - Reflejar la fuente o empresa suministradora de la energía.
 - Reflejar las medidas concretas tomadas para su manejo racional y eficiente.

5. Calidad del aire y ruido:

- Identificar las fuentes emisoras de ruido y vibraciones.

6. Residuales líquidos y sólidos:

- Describir manejo de los lodos y residuos sólidos generados por el tratamiento.
- Reflejar tipos y cantidades totales generadas en el año.
- Reflejar las cantidades y naturaleza de los residuos recuperables y no recuperables y su manejo, con especial énfasis en la recogida y disposición final.

7. Protección e higiene del trabajo, prevención contra incendios y planes de contingencia:

- Reflejar una valoración general de las condiciones higiénico-sanitarias en las diferentes áreas de la entidad.
- Reflejar si tienen planes de contingencias ante todo tipo de riesgos y las medidas de protección e higiene del trabajo aplicadas en la entidad.

2.2.19 Preguntas de comprobación:

➤ **Método General de Solución de Problemas**

1. Enumere los pasos que conforman el Método General de Solución de Problemas.
2. Enuncie las técnicas que se pueden aplicar en cada uno de los pasos de dicho método.
3. Enuncie los tipos de actividades que se representan a través de diagramas especializados.

➤ **Tipo de producción y Estructura de producción.**

4. ¿Cuáles son los tipos de producción estudiados?
5. ¿Qué características presentan cada uno de ellos?
6. Compare la relación existente entre el tipo de producción y la estructura espacial de la producción.

➤ **Lote de producción y costos de producción.**

7. Precise la significación económica-organizativa que tiene el concepto lote de producción.

8. Caracterice cuáles son los costos asociados al lote de producción.
9. Formule las ecuaciones de determinar el lote de producción.
10. Reconozca los factores que podrían influir sobre la decisión del lote de producción.

➤ **Ciclo de producción**

11. Enuncie los aspectos que resaltan la importancia de la correcta determinación del ciclo de producción.
12. Enumere los elementos que componen el ciclo de producción.
13. Enuncie las diferencias entre las formas de determinar la duración del ciclo tecnológico y del ciclo de producción.
14. Destaque las características fundamentales de los tipos de desplazamiento del objeto de trabajo.

➤ **Carga y Capacidad de la producción**

15. Caracterice el concepto de capacidad de producción.
16. Reconozca los elementos del concepto de carga de trabajo.
17. Precise cuáles son los factores de los que depende la magnitud de la capacidad.
18. Formule los pasos para realizar el balance de los procesos.

➤ **Estudio de métodos y tiempos de trabajo.**

19. Determine cómo se clasifican los gastos de tiempo que componen la estructura de la jornada laboral.
20. Determine los elementos que diferencian los métodos para el análisis de la jornada laboral.
21. Elabore conclusiones acerca de cómo se realiza el análisis del aprovechamiento de la jornada laboral.

➤ **Relación de la seguridad con la higiene, la medicina del trabajo, las condiciones de trabajo y la ergonomía.**

22. Enumere los principios clásicos de la seguridad del trabajo.
23. Enuncie los objetivos de las técnicas de seguridad.
24. Destaque los elementos fundamentales de los conceptos seguridad, higiene, medicina del trabajo, condiciones de trabajo y ergonomía.
25. Describa la relación entre las organizaciones y el medio ambiente.

2.2.20 Bibliografía

- Acevedo Suárez J. (1987). Material complementario sobre Esquema General de Organización. La Habana. ISPJAE.
- Cárdenas de la Paz, Omar (2013) Manual de la asignatura Gestión de Procesos I como apoyo al proceso de enseñanza - aprendizaje en la carrera de Ingeniería Industrial. Trabajo de diploma UCLV. (formato digital)
- Fundora Miranda, A. (1992). Apuntes para la maestría de Organización de la Producción. Facultad de Ingeniería Industrial, ISPJAE, Ciudad de La Habana.
- Kanawaty, G., 1996. Introducción al Estudio del Trabajo. 4ta. Edición revisada. OIT. Ginebra, Suiza.
- Marsán Castellanos J. y otros. (2008). La organización del trabajo. Ingeniería de métodos. Tomo 1. Editorial Félix Varela. (formato digital)
- Marsán y otros. 2011 Ingeniería De Métodos. Ed Félix Varela.
- Niebel, B. W, Freivalds, A. 2004. Métodos, estándares y diseño del trabajo. 11na. Edición. Edit. Alfaomega. México.
- Portuondo Pichardo. F. (1983). Economía de empresas industriales. Primera Parte. Editorial Pueblo y educación. Ciudad de La Habana.
- Taboada Rodríguez, C et al. (1987). Organización y planificación de la producción I. Ed. Pueblo y Educación, Ciudad de La Habana. (formato digital)
- Urquiaga Rodríguez, A.J. & Torres Cabrera (2007). Fundamentos teóricos sobre Gestión de Producción. Ed. Félix Varela, La Habana.

Conclusiones generales...

1. Con el análisis realizado en el primer capítulo de la tesis, se fundamentó pedagógicamente la propuesta presentada, manifestándose así la veracidad los planteamientos planteados por estudiantes y profesores de la asignatura Introducción a la Ingeniería, en cuanto a las dificultades existentes con la bibliografía básica y de consulta.
2. Se compilaron los fundamentos teóricos y metodológicos necesarios para la elaboración del trabajo, extrayéndolos de una revisión detallada de la literatura nacional e internacional actualizada, fortaleciendo así la realización del manual propuesto.
3. El manual de estudio se estructura por temas que responde a los contenidos de la asignatura Introducción a la Ingeniería, los cuales se exhibieron en su forma más actualizada y siguiendo una secuencia lógica.
4. Se elaboró el manual con enfoque pedagógico de Introducción a la Ingeniería abarcando los elementos conceptuales, metodológicos, herramientas, métodos, y ejercitación debidamente actualizada, teniéndose en cuenta los requerimientos expuestos en el plan de estudio de la carrera Introducción a la Ingeniería.

Recomendaciones...

1. Incorporar el manual con enfoque pedagógico de Introducción a la Ingeniería al proceso de enseñanza de ésta asignatura en la Carrera de Ingeniería Industrial.
2. Analizar mediante encuestas o entrevistas a los estudiantes y profesores, el nivel de satisfacción en cuanto al nuevo manual y una comparación de resultados académicos antes y después de utilizado el texto.
3. Actualizar los contenidos del manual de manera sistemática de forma tal que la ejercitación se relacione en el ámbito de los estudiantes, además de los cambios que puedan producirse en los planes de estudio.

Bibliografía...

- Acevedo, J, & Gómez, M. (2010). *Introducción a la Ingeniería Industrial*.
- Anónimo1. (2013). Definición de Manual. from <http://www.definicionabc.com/general/manual.php>
- Anónimo2. (2013). Tipos de Manuales. from <http://www.tiposde.org/cotidianos/568-tipos-de-manuales/>
- Anónimo3. (2013). Concepto de Manual. from <http://deconceptos.com/general/manual>
- Anónimo4. (2013). Definición de Manual de Usuario. from <http://definicion.de/manual-de-usuario/>
- Anónimo5. (2014). Concepto de Manual. from <http://www.Monografías.com/historia/index/shtm/interlink>
- Anónimo6. (2014). Concepto de Manual. from <http://www.Monografías.com/trabajo15/dirección/dirección/index/shtm/interlink>
- Anónimo7. (1989). Material didáctico escrito: un apoyo indispensable. Manual para curso de especialización en Educación en Población.
- Anónimo8. (2013). Elaboración de manuales didácticos para la enseñanza de grado.
- Anónimo9. (1982). Guía para escribir materiales de lectura para neolectores en español.
- Autores, Colectivo de. (2010). *Introducción a la Ingeniería Industrial*.
- Buffa, E. *Operations Management: Problems and Models*.
- Calles, C. et al. (2013). *Manual de Asignatura*. Universidades Politécnicas.
- Cárdenas, O. (2013). *Manual de la asignatura Gestión de Procesos I*.
- Cerda, J. (1977). Los materiales didácticos. Criterios para su selección, elaboración y uso.
- Fernández, A et. al. (2009). *Suplemento Especial de Medio Ambiente*.
- Flor, M. (2000). *Organización y Procesos Empresariales*.
- Florez, R. (2000). *Hacia Una Pedagogía Del Conocimiento*.
- Fundora, A. (1992). *Apuntes para la maestría de Organización de la Producción*.
- Gil, E, Rodríguez, Y, Velozo, D, Rodríguez, M, & Rodríguez, R. (2016). *Análisis del proceso de producción de la UEB "Alfredo López Brito" de la provincia de Sancti-Spíritus*. Trabajo de Curso.
- González, M. (2000). Modelos pedagógicos para un ambiente de aprendizaje con NTIC.
- GonzálezI, C, García, M, García, A, Rasiel, E, & Quintana, L. (2014). Aprender a aprender para Ingenieros Industriales. Análisis teórico y resultados del diagnóstico. Learning to learn for Industrial Engineers. Theoretical analysis and diagnostic results.
- Heredia, B. (1983). *La preparación de material didáctico*.
- Jaramillo, J. (2010). Modelos pedagógicos y bilingüísticos.
- López, L. (2002). *La Empresa, el Medio Ambiente y la Responsabilidad Social*.
- Manual, A. (2014). Marco teórico conceptual sobre manual, procedimientos, auditoria, operaciones administrativas, operaciones financieras y adescos.
- Marqués, P (2000). Los medios didácticos.
- Marsán, J, Cuesta, A, García, C, & Padilla, C. (2008). *Organización del Trabajo Ingeniería de Métodos*.
- Medina, A et al. (2001).
- Ortiz, A. (2009). Manual para elaborar el modelo pedagógico de la institución educativa.
- Pérez, S et al. (1996). *Modelo de análisis y de planificación urbana*.

- Portuondo, F. (1983). *Economía de empresas industriales. Primera Parte.*
- Rodríguez, E. (1981). *Producción y uso de materiales en la postalfabetización.*
- Rojas, J. (2013). *Manuales administrativos.*
- Sangüesa, S. (2006). *Modelo de agrupación de los procesos.*
- Taboada, C et al. (1987). *Organización y planificación de la producción I.*
- Torres , G. (2009). *Modelo Pedagógico.*
- Urquiaga, A. (2003).
- Valdés, J. (2003). *Manual para la diagramación de procesos. .*
- Wong, J. (2008). *Manual de procedimientos técnico constructivos para adecuaciones civiles en áreas internas de edificios administrativos de la industria petrolera, dirigido a empresas de producción social en Venezuela.*

Anexos...

Anexo#1

Asignatura Introducción a la Ingeniería

Escala: 1-5 1: Mínimo 5: Máximo

Modelo de encuesta a estudiantes:

Preguntas	ptos
1. Todos los contenidos de la asignatura los puedo encontrar en un solo documento. (5: Todo el contenido 4: La mayor parte 3: Algunos 2: Pocos 1: Ninguno)	
2. Cuando busco información sobre algún tema de la asignatura la encuentro con facilidad en la bibliografía disponible. (5: Siempre 4: Casi siempre 3: A veces 2: Casi nunca 1: Nunca)	
3. La bibliografía disponible me hace cómodo el estudio y favorece mi formación sobre la asignatura. (5: Siempre 4: Casi siempre 3: A veces 2: Casi nunca 1: Nunca)	
4. El texto básico de la asignatura comprende todos los contenidos a estudiar (5: Todo el contenido 4: La mayor parte 3: Algunos 2: Pocos 1: Ninguno)	
5. En el texto básico se realiza un tratamiento adecuado de todos los contenidos de la asignatura. (5: Siempre 4: Casi siempre 3: A veces 2: Casi nunca 1: Nunca)	
6. El texto básico posee una buena cantidad de ejercicios resueltos y propuestos que me permiten un mayor grado de entendimiento y de ejercitación de la asignatura. (5: Siempre 4: Casi siempre 3: A veces 2: Casi nunca 1: Nunca)	
7. En qué medida el estudiante se encuentra motivado por la asignatura (5 Siempre 4: Casi siempre 3: A veces 2: Casi nunca 1: Nunca)	
8. En qué medida la asignatura contribuye a su formación profesional. (5: Muy Grande 4: Grande 3: Mediana 2: Pequeña 1: No contribuye)	

Aplicación y resultados:

n=30

Estudiantes	Preguntas							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	2	2	3	1	2	5	2	2
2	2	4	3	3	2	2	5	3
3	2	2	4	2	2	2	3	4
4	3	2	3	2	3	2	5	3
5	2	3	2	2	2	2	5	4
6	2	2	3	2	3	4	3	4
7	2	1	5	2	2	2	5	2
8	2	3	3	1	2	2	3	3
9	2	3	3	3	4	2	4	3
10	2	5	2	2	2	3	5	4
11	2	2	3	3	2	2	5	2
12	2	5	3	2	2	2	4	4
13	2	3	3	3	2	2	5	2
14	2	2	4	3	2	2	2	4
15	3	3	2	2	2	2	4	3
16	2	3	3	2	3	2	4	3
17	2	4	3	1	3	2	2	4
18	2	3	2	2	2	3	3	3
19	2	2	3	3	3	2	3	3
20	2	4	5	5	2	2	2	3
21	2	3	3	3	4	3	3	3
22	2	2	3	2	2	3	4	4
23	3	4	3	2	2	3	4	4
24	2	2	3	2	2	3	2	4
25	2	2	3	2	3	3	5	3
26	2	4	2	3	2	3	3	3
27	2	2	2	5	3	2	2	4
28	2	3	3	3	2	2	5	4
29	2	2	2	3	2	3	3	4
30	2	3	3	2	3	3	4	4