



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
UNIDAD “ADOLFO LÓPEZ MATEOS”**

**SECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
PROGRAMA DE POSGRADO EN INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**INTEGRACIÓN SISTÉMICA DE CALIDAD Y
PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA DE CONECTORES
ELÉCTRICOS DE COMPRESIÓN**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRA EN
CIENCIAS EN INGENIERÍA DE SISTEMAS**

PRESENTA:

ING. REYNA DANIELA SÁNCHEZ PÉREZ

DIRECTOR DE TESIS:

DR. EDUARDO OLIVA LÓPEZ

CIUDAD DE MÉXICO, DICIEMBRE 2018.



INTEGRACIÓN SISTÉMICA DE CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA DE CONECTORES ELÉCTRICOS DE COMPRESIÓN.

R E S U M E N

El propósito principal de esta tesis, fue evaluar y mejorar la calidad y la productividad de pequeñas organizaciones dedicadas a productos o servicios mediante la aplicación de una metodología nueva basada en los paradigmas sistémico y cibernético.

Vista como un sistema social, una organización, está integrada por individuos y grupos de trabajo que responden a una determinada estructura y bajo controles establecidos, desarrollando actividades mediante la aplicación de recursos logrando metas comunes (George y Jones, 2012).

Una empresa es concebida como un sistema abierto, dinámico y complejo que de manera permanente debe adecuar su estructura a los cambios del entorno. Los elementos constitutivos de la metodología aplicada, comprenden las etapas generales de: planeación de fines (formulando la visión, misión, objetivos y metas), el modelado de la organización (descomponiendo funcionalmente al sistema, la identificación del subsistema controlador o de gestión y el subsistema de producción), la creación de manuales de funcionamiento y de procedimientos. La metodología se aplicó para evaluar la calidad y la productividad en una empresa de conectores eléctricos de compresión, ubicada en el municipio de Zumpango, Estado de México; habiéndose identificado sus subsistemas, los sistemas participantes del entorno de la empresa, así como las interacciones (relaciones) entre ellos.

Los principales resultados obtenidos muestran que se logró una mejoría sustancial en los niveles de calidad y de productividad en la empresa bajo análisis.

Palabras Clave: enfoque sistémico, enfoque cibernético, sistemas dinámicos, estructura organizacional, conectores eléctricos de compresión, gestión empresarial.

SYSTEMIC INTEGRATION OF QUALITY AND PRODUCTIVITY IN A COMPANY OF COMPRESSION ELECTRICAL CONNECTORS.

A B S T R A C T

The main purpose of this thesis was to evaluate and improve the quality and productivity of small organizations dedicated to products or services through the application of a new methodology based on the systemic and cybernetic paradigms.

Viewed as a social system, an organization, is composed of individuals and work groups that respond to a certain structure and under established controls, developing activities through the application of resources achieving common goals (George and Jones, 2012).

A company is conceived as an open, dynamic and complex system that must permanently adapt its structure to changes in the environment. The constitutive elements of the applied methodology, include the general stages of: planning of purposes (formulating the vision, mission, objectives and goals), the modeling of the organization (functionally decomposing the system, the identification of the controlling or management subsystem and the production subsystem), the creation of operating manuals and procedures. The methodology was applied to evaluate the quality and productivity in a company of electrical compression connectors, located in the municipality of Zumpango, State of Mexico; having identified their subsystems, the participating systems of the company environment, as well as the interactions (relationships) between them.

The main results obtained show that a substantial improvement was achieved in the levels of quality and productivity in the company under analysis.

Keywords: systemic approach, cybernetic approach, dynamic systems, organizational structure, electrical compression connectors, business management.

AGRADECIMIENTOS.

A Dios, por el hermoso regalo de la vida... Por permitirme realizar uno de mis más grandes sueños en compañía de seres maravillosos sin los cuales no habría sido posible lograrlo.

A mis padres y hermanos, sabiendo que no existirá forma de agradecer una vida llena de sacrificio y esfuerzo... Porque gracias a su cariño, ejemplo, guía y apoyo he desarrollado grandes aptitudes... Culminar mis estudios de maestría, representan una enorme satisfacción para mi vida personal y profesional.

A mi hijo, Iker Mateo, porque a pesar de ser tan pequeño, has venido a llenar de alegría mi vida... Porque tu presencia ha sido y será siempre el motivo más grande que me ha impulsado a lograr esta meta... Porque éste sólo es un escalón más de lo que podemos realizar juntos... Porque tu no lo sabes, pero tus besos y tus abrazos me hacen más feliz la vida.

A Andrés, quien con tanta paciencia ha sabido apoyarme en cada una de mis decisiones... Por la confianza que has demostrado tenerme en todo este tiempo para realizar diferentes proyectos a lo largo de nuestra vida y porque definitivamente, a ti te toca lidiar con la peor versión de mí.

A mis amigos, Manuel, Alexis y Adolfo por su apoyo incondicional en momentos de crisis... porque sus palabras siempre han sido reconfortantes para los nuevos retos.

A José, Darío y Julio, porque sin esperar nada a cambio compartieron sus conocimientos, alegrías y tristezas... porque cada aventura y ocurrencia las llevo marcadas en mi corazón.

Al Instituto Politécnico Nacional y a la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, por permitirme crecer en mi formación académica.

Al Dr. Eduardo Oliva López por darme la confianza y brindarme parte de sus conocimientos que me permiten trabajar y desarrollar este tema, ya que se ha convertido en un reto personal. Por fomentar en mí persona el método de aprendizaje en la investigación, y, sobre todo, por confiar en mí.

Ing. Reyna Daniela Sánchez Pérez

ÍNDICE

| | |
|--|-----|
| Resumen. | iii |
| Abstract | iv |
| Agradecimientos | v |
| Índice. | vi |
| Índice de figuras. | ix |
| Índice de tablas. | xi |
| Glosario. | xii |
| Acrónimos. | xiv |
| Introducción. | 1 |
| I.1. Presentación de la tesis. | 1 |
| I.2. Contenido de la tesis. | 3 |
| Capítulo I. Contexto y fundamento de la investigación. | 5 |
| 1.1.Contexto de la investigación. | 5 |
| 1.1.1.Contexto físico de la organización. | 5 |
| 1.2. Contexto sistémico en la historia. | 6 |
| 1.2.1.El enfoque sistémico. | 7 |
| 1.2.2.Orígenes del pensamiento sistémico. | 8 |
| 1.2.2.1. Ciencia griega. | 8 |
| 1.2.2.2. Pensamiento racional. | 10 |
| 1.2.2.3. Pensamiento sistémico. | 10 |
| 1.2.2.4. Contexto histórico de la sistémica. | 11 |
| 1.3.Contexto internacional del mercado eléctrico. | 16 |
| 1.3.1.Generación prospectiva mundial. | 17 |
| 1.3.2.Contexto nacional del sector eléctrico. | 19 |
| 1.3.3.Usuarios de energía eléctrica en México. | 22 |
| 1.3.4.Subestaciones de energía eléctrica. | 25 |
| 1.4. Contexto de los conectores eléctricos. | 27 |

| | |
|---|----|
| 1.4.1. Tipos de conectores eléctricos. | 29 |
| 1.4.2. Instalación de los conectores eléctricos de compresión. | 32 |
| 1.4.3. Contexto histórico de los conectores eléctricos de compresión. | 34 |
| 1.5. Contexto de la empresa caso de estudio. | 35 |
| 1.5.1. Contexto temporal. | 35 |
| 1.5.2. Estructura organizacional (Organigrama). | 36 |
| 1.5.3. Clientes. | 41 |
| 1.5.3.1. VOLTRAN. | 41 |
| 1.5.3.2. WEG Transformadores. | 41 |
| 1.5.4. Análisis FODA. | 43 |
| 1.5.5. Descripción de los productos. | 44 |
| 1.5.5.1. Familia de productos. | 44 |
| 1.6. Contexto histórico de la Calidad. | 45 |
| 1.6.1. Evolución de la Calidad. | 46 |
| 1.7. Justificación. | 49 |
| 1.8. Objetivos e Hipótesis. | 50 |
| 1.8.1. Objetivo General. | 50 |
| 1.8.2. Objetivos Específicos. | 50 |
| 1.8.3. Hipótesis. | 50 |
| Capítulo II. Marco Teórico y Marco Metodológico. | 51 |
| 2.1. Marco Teórico. | 51 |
| 2.1.1. Sistema. | 51 |
| 2.1.1.1. Elementos de un sistema. | 52 |
| 2.1.2. Clasificaciones básicas de los sistemas generales. | 52 |
| 2.1.3. Teoría General de Sistemas. | 53 |
| 2.1.4. El pensamiento de sistemas. | 54 |
| 2.1.5. Dos enfoques para el estudio de la T.G.S. | 54 |
| 2.1.6. La sistémica. | 56 |

| | |
|---|-----|
| 2.1.7. Transdisciplinariedad. | 56 |
| 2.1.8. Paradigma cibernético. | 57 |
| 2.1.8.1. Proceso de Gestión. | 59 |
| 2.1.8.2. Proceso de Planeación. | 61 |
| 2.1.9. Nuevo concepto de Calidad. | 62 |
| 2.1.9.1. Importancia de la Calidad. | 64 |
| 2.1.9.2. Planeación de la Calidad. | 64 |
| 2.1.9.3. Control de Calidad. | 66 |
| 2.1.10. Productividad. | 68 |
| 2.1.10.1. Factores de productividad. | 71 |
| 2.1.10.2. Medición de la productividad. | 72 |
| 2.2. Marco Metodológico. | 75 |
| 2.2.1. Proceso de la investigación. | 76 |
| Capítulo III. Estudio de caso: DHEG de México. | 79 |
| 3.1. Planeación de los fines de DHEG de México. | 80 |
| 3.2. Modelado de la empresa. | 80 |
| 3.2.1. Análisis FODA de la organización. | 80 |
| 3.3. Formulación cibernética de DHEG de México. | 83 |
| 3.4. Identificación de actividades y relaciones en el sistema Producción. | 85 |
| 3.5. Estructura organizacional. | 92 |
| 3.6. Identificación de manuales y relaciones. | 94 |
| 3.7. Control estadístico de producción. | 95 |
| Capítulo IV. Conclusiones. | 100 |
| Referencias Bibliográficas. | 101 |
| Anexo A. Hoja Viajera. | 106 |
| Anexo B. Procedimiento 1: Control Información Documentada. | 108 |
| Anexo C. Instrucción de trabajo: Corte. | 121 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|--------------|--|----|
| Figura 1.1. | Contexto físico de la investigación. | 6 |
| Figura 1.2. | Orígenes del pensamiento sistémico. | 8 |
| Figura 1.3. | Contexto histórico de la sistémica. | 12 |
| Figura 1.4. | Demanda de electricidad por región del mundo. | 17 |
| Figura 1.5. | Generación mundial de electricidad por fuente de escenario. | 18 |
| Figura 1.6. | Variable macroeconómica de México. | 21 |
| Figura 1.7. | Unidades económicas especializadas en el sector eléctrico. | 22 |
| Figura 1.8. | Mapa del Sistema Eléctrico Nacional. | 23 |
| Figura 1.9. | Participación de usuarios por sector, 2016. | 23 |
| Figura 1.10. | Participación de usuarios por área operativa de electricidad, 2016. | 24 |
| Figura 1.11. | Subestación de distribución. | 25 |
| Figura 1.12. | Conexión interna de un transformador de potencia. | 26 |
| Figura 1.13. | Derivación eléctrica. | 27 |
| Figura 1.14. | Terminal eléctrico. | 28 |
| Figura 1.15. | Empalme eléctrico. | 28 |
| Figura 1.16. | Conectores mecánicos. | 29 |
| Figura 1.17. | Conexión de fusión. | 30 |
| Figura 1.18. | Conectores de compresión. | 31 |
| Figura 1.19. | Contexto temporal de DHEG de México. | 36 |
| Figura 1.20. | Estructura organizacional DHEG de México. | 37 |
| Figura 1.21. | Representación holográfica de la estructura organizacional DHEG de México. | 39 |
| Figura 1.22. | Sociograma DHEG de México. | 40 |
| Figura 1.23. | Matriz análisis FODA DHEG de México. | 43 |
| Figura 1.24. | Clasificación por familia de productos DHEG de México. | 45 |
| Figura 1.25. | Orígenes del pensamiento sistémico. | 48 |
| Figura 2.1. | Sistema conceptualizado del control. | 58 |

| | | |
|--------------|---|----|
| Figura 2.2. | Cibernética, caja negra. | 58 |
| Figura 2.3. | Paradigma cibernético. | 59 |
| Figura 2.4. | Modalidades de gestión. | 59 |
| Figura 2.5. | Modalidades de gestión. | 60 |
| Figura 2.6. | Estructura funcional del proceso de planeación. | 61 |
| Figura 2.7. | Estructura funcional del subsistema de control. | 62 |
| Figura 2.8. | Discrepancias de calidad y sus componentes. | 65 |
| Figura 2.9. | Diagrama de la trilogía de Juran. | 66 |
| Figura 2.10. | Diagrama de entradas y salidas para el proceso de control de calidad. | 67 |
| Figura 2.11. | Reacción en cadena de Deming. | 69 |
| Figura 2.12. | Metodología ciber-sistémica para incrementar calidad y productividad en una organización. | 78 |
| Figura 3.1. | Matriz análisis FODA DHEG de México. | 81 |
| Figura 3.2. | Representación sistémica de DHEG de México. | 82 |
| Figura 3.3. | Representación cibernética (Producción) de DHEG de México. | 84 |
| Figura 3.4. | Mapa de Procesos DHEG de México. | 85 |
| Figura 3.5. | Cursograma sinóptico del proceso correspondiente a productos de la Familia A. | 88 |
| Figura 3.6. | Cursograma sinóptico del proceso correspondiente a productos de la Familia B. | 91 |
| Figura 3.7. | La organización como sistema. | 92 |
| Figura 3.8. | Datos de las muestras obtenidas. | 96 |
| Figura 3.9. | Gráfico de Medias y Rangos. | 97 |
| Figura 3.10 | Interpretación ANOVA. | 98 |
| Figura 3.11. | Interpretación R&R. | 98 |
| Figura 3.12 | Gráfico interacción Partes VS Operadores. | 99 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|------------|---|----|
| Tabla 1.1. | Principales pensadores y sus aportaciones en el pensamiento de sistemas de la cultura griega. | 9 |
| Tabla 2.1. | Orden jerárquico de los campos empíricos. | 4 |
| Tabla 2.2. | Factores que explican la productividad. | 72 |
| Tabla 3.1. | Descripción de las relaciones de DHEG de México y los sistemas participantes a su entorno. | 82 |

G L O S A R I O

- **Calidad.** Conjunto de características de un producto que hacen que éste cumpla las necesidades de los consumidores, creando satisfacción en los mismos mediante la ausencia de deficiencias (Juran, 1999).
- **Cibernética:** Es la interacción entre el hombre y la máquina, guiada principalmente por diferentes tipos de sistemas (Wiener, 1948).
- **Clasificación de sistemas:** Es una clasificación de sistemas, la jerarquía comprende de nueve niveles todos ellos distintos, ordenados de menor a mayor grado de diversidad o variabilidad de los elementos que conforman el sistema como la aparición de nuevas propiedades sistémicas (Boulding, 1956).
- **Competitividad.** Grado en el cual una nación u organización puede, bajo condiciones libres y justas de mercado, producir bienes y servicios que satisfacen los requerimientos de los mercados internacionales mientras que simultáneamente mantienen o expanden las utilidades netas de sus ciudadanos o empleados y propietarios (Ivancevich, 1997).
- **Conectores eléctricos.** conjuntan dos o más conductores de fase o cables de tierra en una trayectoria continua, eléctricamente conductora (SENER, 2016).
- **Dinámica de Sistema:** Metodología para el estudio, modelado y simulación de sistemas dinámicos, es decir, de sistemas que se interesan es su evolución con el tiempo (Willian, 2011).
- **Enfoque sistémico:** Es aquel que engloba la totalidad de los elementos del sistema estudiado y como estos interactúan entre sí, a diferencia del (Rosnay, 1977).
- **Misión.** Es la visualización que una organización tiene acerca de sí misma y de la manera en la que quiere desarrollarse dentro de su sector lo cual la hace diferente de sus competidores (Chiavenato, 2002).
- **Proceso de control de calidad.** Proceso de administración universal para conducir las operaciones con estabilidad y prevenir cambios adversos (Juran, 1999).

- **Productividad.** Mayor volumen de producto y servicio más vendible y de buena calidad por unidad de insumo (Chiavenato, 2002).
- **Sector eléctrico.** Conjunto de participantes, públicos y privados, que intervienen en los procesos de generación, transmisión, y distribución de la energía eléctrica (SENER, 2016).
- **Sistema Eléctrico Nacional.** Integrado por los participantes públicos y privados, conectados a la red eléctrica nacional, y que intervienen en la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica (SENER, 2016).
- **Subestación.** Conjunto de equipos eléctricos, localizados en un mismo lugar y edificaciones necesarias para la conversión o transformación de energía eléctrica a un nivel diferente de tensión, y para el enlace entre dos o más circuitos (SENER, 2016).
- **Teoría General de Sistemas:** el poder encontrar caminos o medio para alcanzarlo, para considerar soluciones con máxima eficiencia y optimización y mínimo costo (Bertalanffy, 1968).
- **Transdiscipliniedad:** Una etapa más alta en la epistemología de las relaciones interdisciplinarias, es un pensamiento a través de los distintos campos para poder llevar a una teoría general de sistemas o estructuras (Rodríguez, 2004).
- **Transformador.** Dispositivo eléctrico que convierte la Energía eléctrica alterna de un cierto nivel de tensión, en energía alterna de otro nivel de tensión, por medio de la acción de un campo magnético (VOLTRAN, 2017).
- **Visión transdisciplinaria:** consiste en eliminar homogeneización, y reemplaza la reducción con un nuevo principio de realidad que emerge de la coexistencia de una pluralidad compleja y una unidad abierta (Kim, 1998).
- **Voltaje.** Potencial electromotriz entre dos puntos medido en voltios (SENER, 2016).

ACRÓNIMOS

| | |
|-----------------|--|
| a.C. | Antes de Cristo. |
| AIE | Agencia Internacional de Energía. |
| AIU | Atlantic International University. |
| ASQC | American Society for Quality Control. |
| AWG | American Wire Gauge. |
| CENACE | Centro Nacional de Control de Energía. |
| CEPAL | Comisión Económica Para América Latina y el Caribe. |
| CFE | Comisión Federal de Electricidad. |
| d.C. | Después de Cristo. |
| ENAPROCE | Encuesta Nacional sobre Productividad y Competitividad de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas. |
| ESIME | Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. |
| FIEL | Fundación de Investigaciones Económicas Latinoamericanas. |
| FODA | Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas. |
| FODA | Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas. |
| GW | GigaWatts |
| INEGI | Instituto Nacional de Estadística y Geografía. |
| INPC | Índice Nacional de Precios al Consumidor. |
| IPN | Instituto Politécnico Nacional. |
| ISSS | Sociedad Internacional para las Ciencias de los Sistemas. |
| Kcmil | Mil Circular Mil. |
| KV | Kilovoltio. |
| MCM | Mil Circular Mil. |
| MIPYMES | Micro, pequeñas y medianas empresas. |
| MIT | Instituto Tecnológico de Massachusetts. |
| MOF | Manual de Funciones. |
| MOP | Manual de Procedimientos. |

| | |
|-----------------|---|
| NPS | Net Promoter Score |
| OCDE | Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. |
| ONU | Organización de las Naciones Unidas. |
| ORSA | Sociedad de Investigación de Operaciones de América. |
| PEMEX | Petróleos Mexicanos. |
| PIB | Producto Interno Bruto. |
| PRODESEN | Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional. |
| PYME | Pequeña y mediana empresa. |
| S.H.C.P. | Secretaría de Hacienda y Crédito Público. |
| SEN | Sistema Eléctrico Nacional. |
| SENER | Secretaría de Energía. |
| SEPI | Sección de Estudios de Posgrado e Investigación. |
| SIN | Sistema Interconectado Nacional. |
| SSM | Metodología de Sistemas Suaves. |
| TFP | Total Factor Productivity. |
| TGS | Teoría General de Sistemas. |
| TMCA | Tasa Media de Crecimiento Anual. |
| TWh | TeraWatts/hora |
| UNAM | Universidad Nacional Autónoma de México. |
| UNCTAD | Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo. |
| WEO | Pronóstico Económico Mundial. |

INTRODUCCIÓN

I.1. Presentación de la tesis.

El sistema eléctrico de una empresa está generalmente dividido en tres segmentos, que en ocasiones se pueden manejar como empresas independientes, y que son: generación, transmisión y distribución.

El sistema de distribución transporta la potencia eléctrica de las subestaciones de distribución a los clientes individuales, en voltajes que quedan en el rango de 34.5, 23, 13.8, 6.6 o 4.2 KV. Las subestaciones de distribución se ubican generalmente en o cerca del centro del área de distribución, ya sea en el interior o el exterior (expuesto), y operados manual o automáticamente; éstas contienen muchos componentes, entre los que se incluyen transformadores de potencia, interruptores y reguladores de tensión.

Los transformadores de potencia son el corazón de la subestación de distribución, pues ejecutan la tarea principal de reducir las tensiones de subtransmisión a los niveles de distribución. Existen diferentes tipos de transformadores (de poste, de bóveda, montado en pad, sumergible, etcétera); sin embargo, los métodos de conexión generalmente son similares. Dentro de la construcción general de los transformadores de potencia, se encuentran los conectores eléctricos.

El reto para los diseñadores de conectores eléctricos de subestaciones y transformadores es cumplir las restricciones dimensionales y eléctricas. Los conectores eléctricos, en su forma más simple, conjuntan dos o más conductores de fase o cables de tierra en una trayectoria continua, eléctricamente conductora. Se pueden distinguir los conectores mecánicos y de compresión, siendo los primeros mayormente empleados para las conexiones de las subestaciones y transformadores debido a su adaptabilidad. Generalmente los accesorios de fijación en los conectores mecánicos se ubican cerca y en lados opuestos del conductor para brindar fuerzas de apriete uniformes; sin embargo, los conectores de compresión han incursionado rápidamente en el mercado, debido a su práctica instalación.

En México, existen pocas empresas dedicadas a la fabricación de conectores eléctricos de compresión, entre las que destacan: Burndy Products México y Delta Conectores; no

obstante, se pueden encontrar MIPYMES destinadas a este giro de producción, como lo es DHEG de México, ubicada en Zumpango, Estado de México.

Existen estadísticas mundiales en las que se evidencia que el fracaso de las PYME es abrumador en cualquier país. El perfil es muy similar y sus características son la informalidad, la alta ruralidad, ser el principal empleador de la nación con un enorme aporte al PIB nacional, al igual que sus problemáticas, retos, peligros y factores de éxito. Entonces, a partir de esto, podemos acogernos a las estadísticas estandarizadas de la CEPAL (Comisión Económica Para América Latina y el Caribe, organismo dependiente de la Organización de las Naciones Unidas) que nos refieren que durante el primer año mueren aproximadamente el 50% de las PYME, durante el segundo año otro 25%, y antes del quinto año se muere otro 15%, sólo sobreviviendo y madurando como pequeña empresa el 10% de la población inicial. Estas cifras nos confirman que el principal problema lo tenemos durante el nacimiento de las pequeñas empresas hasta su primer aniversario; entonces, es importante clarificar cuáles son las causas, comprenderlas y estructurar estrategias para soportarlas, minimizarlas, eliminarlas o evitarlas, y lograr el objetivo de crecimiento, desarrollo y maduración (CEPAL, 2017).

Vista como un sistema social, una organización, está integrada por individuos y grupos de trabajo que responden a una determinada estructura y bajo un cierto control, desarrollando actividades mediante la aplicación de recursos logrando metas y valores comunes (George y Jones, 2012). En una organización importa cómo las personas y los grupos de personas sienten, piensan, actúan y responden a las tareas y responsabilidades y cómo la organización responde a sus entornos, cómo las personas trabajan juntas y coordinan sus acciones para alcanzar una amplia variedad de metas individuales y organizacionales.

El diseño de las instalaciones de manufactura y manejo de materiales afecta casi siempre a la productividad y a la rentabilidad de una compañía, más que cualquiera otra decisión corporativa importante. La calidad y el costo del producto y, por tanto, la proporción de suministro/demanda se ve afectada directamente por el diseño de la instalación. El proyecto de distribución de la planta (diseño de la instalación) es uno de los más desafiantes y gratificantes que un ingeniero industrial o de manufactura pueda enfrentar (Chase *et al.*, 2009).

La metodología que integra el enfoque sistémico, introducido por Bertalanffy y el enfoque cibernético de Wiener, se han convertido en paradigmas metodológicos con gran éxito.

En el enfoque sistémico, el objeto de estudio es conceptualizado y diseñado como un sistema. Se define como sistema a cualquier cosa compuesta de partes o elementos que se relacionan e interactúan entre sí, tales como un átomo, una máquina, un organismo, una empresa (Bertalanffy, 1972, Gelman, 1996; Lara, 2009; Rojas, 2010). La palabra sistema es fundamentalmente un término para designar a partes que muestran conectividad entre sí (Meadows, 2009). Todo sistema es parte de un sistema mayor. El sistema, a su vez, está compuesto de sistemas menores llamados subsistemas.

De acuerdo con la teoría cibernética (Wiener, 1948; Foerster, 1949, 1964; Ashby, 1962; Gelman, 1996; Heylighen, 2001), todo sistema se puede conceptualizar como un sistema en el que se distinguen dos subsistemas principales: el subsistema controlador (regulador o de control gestor) y el subsistema controlado (o conducido).

La cibernética se focaliza en cómo el sistema usa la información disponible y las acciones de control para direccionar al sistema hacia su meta. Adicionalmente a una meta primaria, el sistema puede tener diversas metas subsidiarias que indirectamente contribuyen a su supervivencia.

El propósito de esta tesis es aplicar y evaluar una metodología basada en la teoría de sistemas y la teoría cibernética. La metodología se implementó a una MIPYME de conectores eléctricos de compresión, DHEG de México para evaluar la calidad y la productividad en el sistema de producción, cabe destacar que no todos los procedimientos ni datos se encuentran en este documento, ya que la organización los reserva para uso interno como confidenciales.

I.2. Contenido de la tesis.

El trabajo de investigación se desarrolló en la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación (SEPI) de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME) campus Zacatenco, del Instituto Politécnico Nacional (IPN) de México, con el apoyo de la empresa de conectores eléctricos, DHEG de México.

El contenido de esta tesis está estructurado como sigue: introducción cuatro capítulos, bibliografía y anexos.

En el Capítulo 1 se presenta un panorama general del contexto que abarca esta investigación, incluyendo el contexto histórico, el contexto cultural, ubicación del tema de estudio, características generales y específicas del caso de estudio como son la organización administrativa, los procesos, procedimientos, etcétera. Se plantea la justificación, objetivos e hipótesis que guían la investigación.

En el Capítulo 2 se describe la metodología empleada para el desarrollo del proyecto, así como el marco teórico. A partir de la transdisciplinariedad, se estudiaron diversos temas y conceptos que aportan explicación y solución al problema en estudio, como son: sistemas, cibernética, administración de operaciones, calidad, productividad, entre otras. Por otra parte, en el marco metodológico, se propone una metodología ciber-sistémica, la cual involucra las siguientes fases: A. Planeación de fines. B. Modelado de la empresa. C. Identificación de actividades y relaciones. D. Estructura organizacional. E. Construcción de manuales, y, por último, F. Control.

En el Capítulo 3 se realiza la aplicación de la metodología ciber-sistémica, la cual fue planteada y descrita en el capítulo anterior; realizando la investigación a través de un enfoque sistémico-transdisciplinario, se recolectaron los datos, para generar conocimiento sobre las operaciones en la empresa de conectores eléctricos de compresión DHEG de México, además, se emplearon datos estadísticos de calidad y productividad para fundamentar los procesos de esta.

Las conclusiones del proyecto de tesis con base en los objetivos planteados, así como las estrategias para la mejora del sistema se incluyen en el Capítulo 4. Finalmente, se muestran las referencias bibliográficas y anexos empleados durante la investigación.

CAPÍTULO I.**CONTEXTO Y FUNDAMENTO DE LA INVESTIGACIÓN.**

Este capítulo está enfocado al contexto de la investigación considerando el contexto físico y temporal de la sistémica, desarrollo de PYMES en México, además de la generación, transformación y distribución de energía eléctrica. Así mismo, se establece el fundamento y justificación de la investigación del trabajo de tesis, la cual conduce al planteamiento del objetivo general, objetivos específicos e hipótesis.

1.1. Contexto de la investigación.

El presente trabajo de investigación surge de observar las condiciones y oportunidades actuales en la que se desarrolla una MIPYME dedicada a la fabricación de conectores eléctricos de compresión, ubicada en el Estado de México, dicha situación se aborda con un enfoque transdisciplinario. A continuación, se describe el lugar y las condiciones bajo las cuales se llevó a cabo la investigación.

1.1.1. Contexto físico de la organización.

A partir de una visión holística para comprender el objeto de estudio, se obtiene el contexto físico para el desarrollo de la investigación. En la Figura 1.1, se ilustra a nivel macro el Planeta Tierra, posteriormente, se enfoca el Continente Americano, seguido de los Estados Unidos Mexicanos donde, se hace una ubicación puntual en la Ciudad de México, colonia Lindavista perteneciente a la Delegación Gustavo A. Madero se localiza la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Zacatenco del Instituto Politécnico Nacional (SEPI – ESIME Zacatenco) donde se elaboró la investigación teórica del presente trabajo de tesis. Finalmente, en el Estado de México, municipio de Zumpango de Ocampo, calle Santa Cruz S/N; se encuentra la localización actual de DHEG de México, donde se aplicó y analizó la metodología ciber-sistémica.

Con el paso del tiempo, la infraestructura de las instalaciones en DHEG de México ha sufrido algunos cambios favorables para el crecimiento de la misma, ésta comenzó a fabricar sus productos artesanalmente con herramental poco funcional en un pequeño local,

posteriormente (debido al incremento de ventas) fue adquiriendo maquinaria más sofisticada que demandó espacio, por lo cual, las instalaciones sufrieron cambios de volumen. Actualmente se tiene un taller amplio donde todas las máquinas cuentan con la herramental y refacciones necesarias para su mantenimiento.

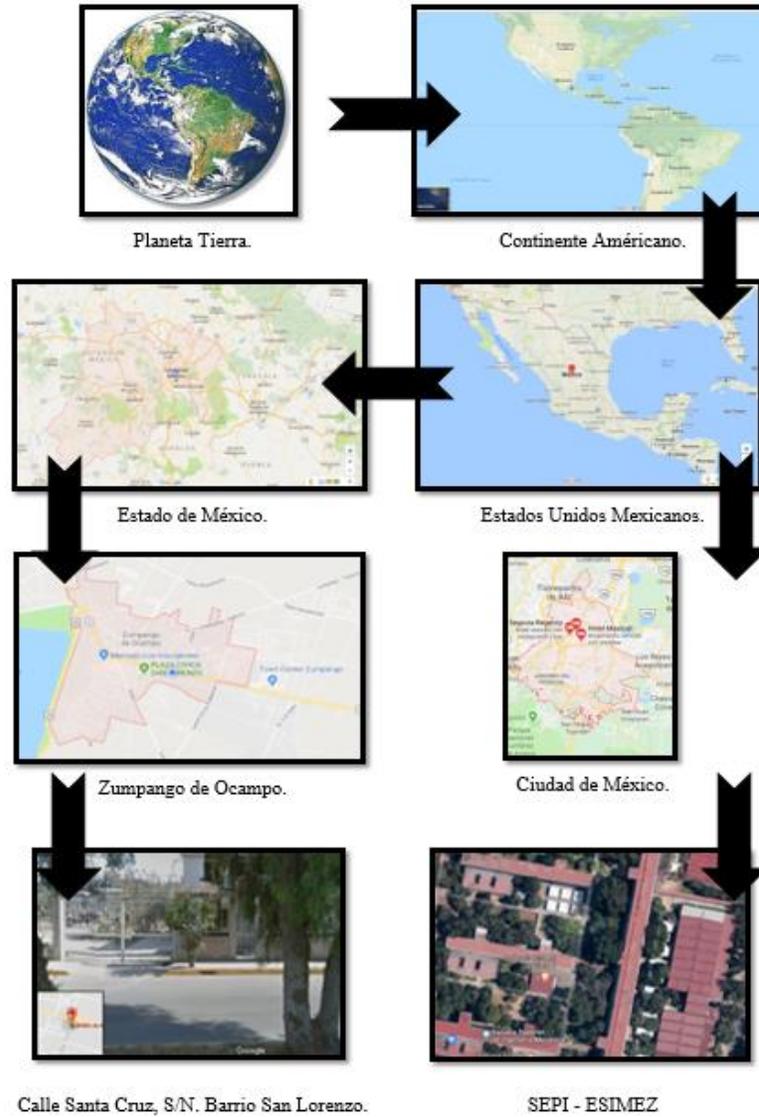


Figura 1.1. Contexto físico de la investigación (Elaboración propia, 2018).

1.2. Contexto sistémico en la historia.

La forma más apropiada de presentar el enfoque sistémico es estudiar sus orígenes y evolución, así como algunos personajes de la sistémica a través de su historia.

El enfoque sistémico es una aproximación multidisciplinar a una serie de problemas que se han querido o creído distinguir en muy diversos campos del saber humano. Este objeto común recibe el nombre genérico de "sistema" y alrededor de él se desarrollan diferentes formas de enfoque sistémico. La aparición de esta corriente de pensamiento, si se le puede llamar así, coincide en el tiempo y en el espacio con otros muchos eventos de primordial importancia para entender el desarrollo de la ciencia y la tecnología que conocemos hoy en día y esto se debe tener muy en cuenta pues es la clave para entender los fundamentos y objetivos de los expertos en sistemas (Cathalifaud & Osorio, 1998).

1.2.1. El enfoque sistémico.

El enfoque sistémico trata de comprender el funcionamiento de la sociedad desde una perspectiva holística e integradora, en donde lo importante son las relaciones entre los componentes (Lilienfeld, 1991). Se llama holismo al punto de vista que se interesa más por el todo que por las partes. El enfoque sistémico no concibe la posibilidad de explicar un elemento si no es precisamente en su relación con el todo. Metodológicamente, por tanto, el enfoque sistémico es lo opuesto al individualismo metodológico, aunque esto no implique necesariamente que estén en contradicción (Rosnay, 1975).

El enfoque sistémico se apoya sobre cuatro conceptos fundamentales (Mapama, 2013):

- a) La interacción entre los elementos del sistema. La interacción recíproca modifica la naturaleza o el funcionamiento de estos elementos.
- b) La totalidad. Un sistema está compuesto por todos sus elementos; sin embargo, esto no quiere decir que sea la adición de todos los elementos.
- c) La organización. Es considerada como el concepto central del enfoque sistémico. La organización implica una cierta permanencia o estabilidad, sin la cual, no podría ser definida.
- d) La complejidad. Resume los tres conceptos anteriores, apoyándose sobre dos nociones fundamentales: la variedad de elementos y la interacción de elementos. La complejidad se puede ilustrar a través de los siguientes puntos:
 - Un sistema es complejo cuando está constituido por una gran variedad de elementos que tienen funciones especiales.
 - Los elementos están organizados en niveles jerárquicos internos.

- Los diferentes niveles y elementos individuales se hallan ligados por una gran variedad de relaciones.
- Las interacciones entre los elementos son de tipo no lineal.

Asimismo, el enfoque sistémico debe definir los límites del sistema a modelizar, e identificar los elementos importantes y las interacciones entre ellos (Lilienfeld, 1991).

1.2.2. Orígenes del pensamiento sistémico.

Al analizar los antecedentes del pensamiento sistémico, se debe considerar que antes de existir la idea de qué es un sistema, se contempló el racionalismo y la ciencia griega como la madre del pensamiento racional, tal como se ilustra en la Figura 1.2 (Rodríguez, 1994). Currás (1998) señala como ya en el año 2,500 a.C. en el ámbito de la cultura China se dieron ciertos principios que entrañaban nociones relacionadas con el tema, como es el caso del principio de que “el todo es mayor que cada una de las partes que lo componen”; como es lógico este principio lleva al estudio de cada una de esas partes que constituyen el todo.

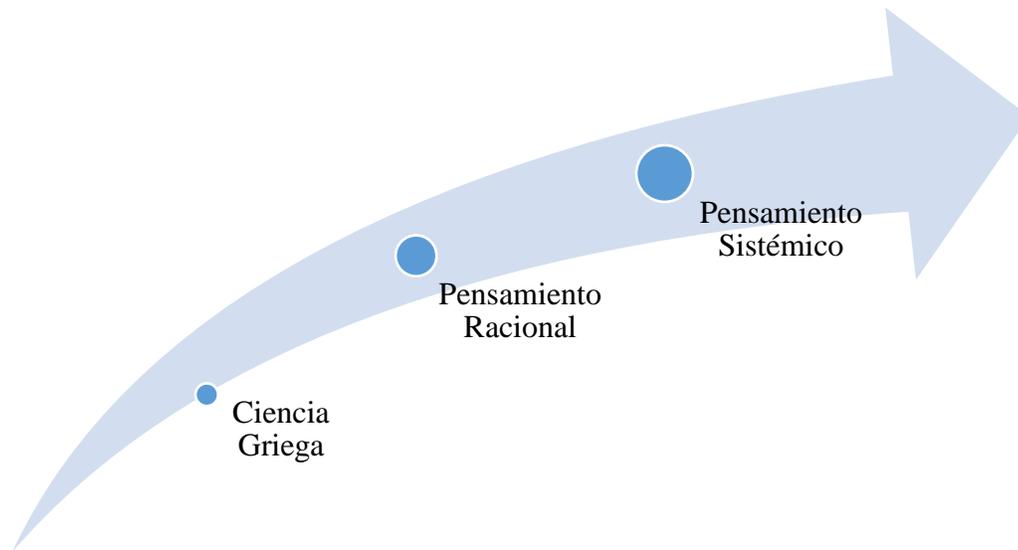


Figura 1.2. Orígenes del pensamiento sistémico (Elaboración propia, 2017).

1.2.2.1. Ciencia Griega.

En la cultura griega son conocidos varios pensadores, la Tabla 1.1 menciona los que son considerados los más importantes en la historia del pensamiento sistémico (González, 2007).

Tabla 1.1. Principales pensadores y sus aportaciones en el pensamiento de sistemas de la cultura griega (Elaboración propia, 2017).

| Periodo | Pensador | Aportación |
|--|-----------------|---|
| 600 – 400 a.C. Periodo Presocrático | Tales de Mileto | Encontró mitos griegos racionales atribuibles al hombre que reemplazaron aquellos referentes a los dioses, argumentando racionalidad para el hombre. Es decir, que no fue un dios el que apaga el fuego, sino es el viento (González, 2007). |
| | Heráclito | Introduce el concepto de “flujo y dinamismo”, con la frase “nadie se baña en el mismo río dos veces” puesto que el río está en constante flujo (Rodríguez, 1994). |
| | Parménides | Contrario a Heráclito consideraba que “nada cambia... nada puede ser dicho sin tener su contradicción” y para él la observación es inferior al argumento (Rodríguez, 1994). |
| | Pitágoras | Trataba de expresar la realidad en función a los números y se conoce a sus métodos como “argumentos deductivos demostrables” (Rodríguez, 1994). |
| | Hipócrates | Recurre al “...método inductivo para hacer de la medicina una ciencia”. Se le conoce como el padre de la Medicina (Rodríguez, 1994). |
| 400 – 300 a.C. Escuela Socrática | Sócrates | Desarrolla el método de razonamiento dialéctico, reconocido tanto a él como a Platón y Aristóteles. Su mayor legado fue el término de la “Mayéutica”, referente a la conclusión de su método socrático y “se considera el padre de la Filosofía Moral” (González, 2007). |
| | Platón | Alumno de Sócrates, continúa con su tradición y funda la “Academia de Atenas” (Rodríguez, 1994). El mundo observable para él era un mundo de apariencias y la realidad era el mundo de la inteligencia y de las ideas. Se le acredita por su “mundo de las ideas”. Afirma que el hombre está dentro de una caverna y el conocimiento se asemejaba a salir de la caverna (González, 2007). |
| | Aristóteles | Alumno de Platón, estableció la estrecha relación entre las ideas y un cuerpo que las contenga, por lo que atrajo al “concepto del ser”. Creó el “silogismo”, una forma de argumentar deductivamente con énfasis en una pregunta (González, 2007). |
| | Euclides | Autor de “elementos de Geometría” pues “... presentó, de modo sistemático y riguroso, todos los descubrimientos la Geometría helenística...” (Rodríguez, 1994). |
| | Arquímedes | Trabajos en mecánica de fluidos y su famosa “Ley de Arquímedes” y “se ocupó de la hidrostática (descubrió las leyes de la palanca) ...” (González, 2007). |
| | Galeno | Trabajos de “Fisiología y experiencias en la disección de animales” (Rodríguez, 1994). |

En general estos pensadores integraban un pensamiento sistémico que se considera informal desde entonces, porque comprendían en sus textos y su filosofía, una “visión integradora”. Además, se caracterizaban por tener un “amor a la sabiduría” considerando las consecuencias de lo que se genera de nuestro comportamiento (Povedar, 2009).

1.2.2.2.Pensamiento Racional.

Luego del periodo comprendido por los filósofos griegos (donde los mitos eran el resultado de la confianza en la imaginación y en el valor de la tradición), se le conoce como "periodo negro" y quedó únicamente lo aportado por los griegos como “filosofía de la ciencia”. A este término también se le conoce como “epistemología”.

A partir del siglo VI, algunos hombres solo confiaron en la razón, y los resultados de esta nueva confianza fueron la filosofía y la ciencia (González, 2007). Las siguientes generaciones que proponen una fuente de información más para los eruditos del área de sistemas son aquel que refiere al pensamiento como racional. Es decir, ven al hombre como un ser pensante y buscan respuestas lógicas a sus planteamientos. El más referido puede decirse que es la figura de René Descartes.

Razonar es sacar conclusiones de unos datos, o bien a partir de unos datos más reducidos, menos generales que la conclusión que se infiere de ellos (razonamiento inductivo), o bien a partir de unos datos más amplios, más generales que la conclusión que se saca de ellos (razonamiento deductivo) (Rodríguez, 1994).

1.2.2.3.Pensamiento Sistémico.

La visión sistémica, o lo que es lo mismo, relacional, procesual, no lineal o circular (recursividad) unida a los nuevos principios científicos que explican la emergencia de estructuras nuevas o más complejas (orden) a partir de lo imprevisible o aparentemente aleatorio (caos), permiten explicar y comprender aquellos fenómenos dinámicos (sistemas dinámicos) que ocurren en el mundo real natural o social.

Teoría del Caos y el Paradigma de la Complejidad constituyen los actuales modelos científicos transdisciplinarios de los que se nutren teóricos de diversas áreas científicas, desde la

física, la química, la neurofisiología, la biología y la medicina hasta el derecho, la sociología, la economía y la pedagogía para aproximarse a sus respectivos objetos de estudio (Hurtado, 2011).

La vocación multidimensional e integradora del Paradigma de la Complejidad localiza y establece puentes entre los distintos niveles de organización del sistema (ley sistémica de la totalidad) generando enfoques integrados del conocimiento. Esta nueva forma de pensar y hacer ciencia desde la Complejidad y el Caos implica, entre otras, las siguientes características definitorias (Núñez *et al.*, 2003):

- Analizar la complejidad o lo que es igual, indagar las relaciones dinámicas del todo con las partes y las relaciones dinámicas entre azar (indeterminado) y necesidad (determinado, probabilístico). El “todo” o “sistema”, como nos enseñó la sistémica. Esta estructura o sistema estaría compuesta por elementos interrelacionados que actúan y retro actúan en el interior del sistema en un flujo dinámico haciendo funcionar al sistema, transformándolo por los intercambios con el medio (entorno del sistema).
- Analizar lo caótico, es decir, el comportamiento impredecible del sistema pero que responde, no obstante, a un orden subyacente. Los sistemas caóticos implican una dependencia sensible a las condiciones iniciales y son aperiódicos, por lo que resulta difícil predecir su trayectoria o evolución. Descubrir el comportamiento caótico es el objetivo de la Teoría del Caos (Escohotado, 2000).

Frente a una ciencia dualista, el Paradigma de la Complejidad se estructura sobre presupuestos no dualistas que reconoce diferencias de procesos de naturaleza diferente: bio-físicos, psicosociales y socioculturales; integrados en un sistema o todo organizado en funcionamiento. Frente a una ciencia reduccionista y monolingüe, el Paradigma de la Complejidad nos exhorta a construir una ciencia integradora, políglota y, por tanto, inter y transdisciplinar (Ferrer, 1998).

1.2.2.4.Contexto histórico de la sistémica.

Los orígenes del pensamiento sistémico se le atribuyen al biólogo alemán Ludwin von Bertalanffy en el año 1925 cuando publicó sus teorías sobre el sistema abierto. Pero fue hasta 1945 cuando el concepto de la Teoría General de Sistemas (TGS) fue reconocido (Johansen,

2004). La Figura 1.3 ilustra los principales los principales personajes que se reconocen de la época:

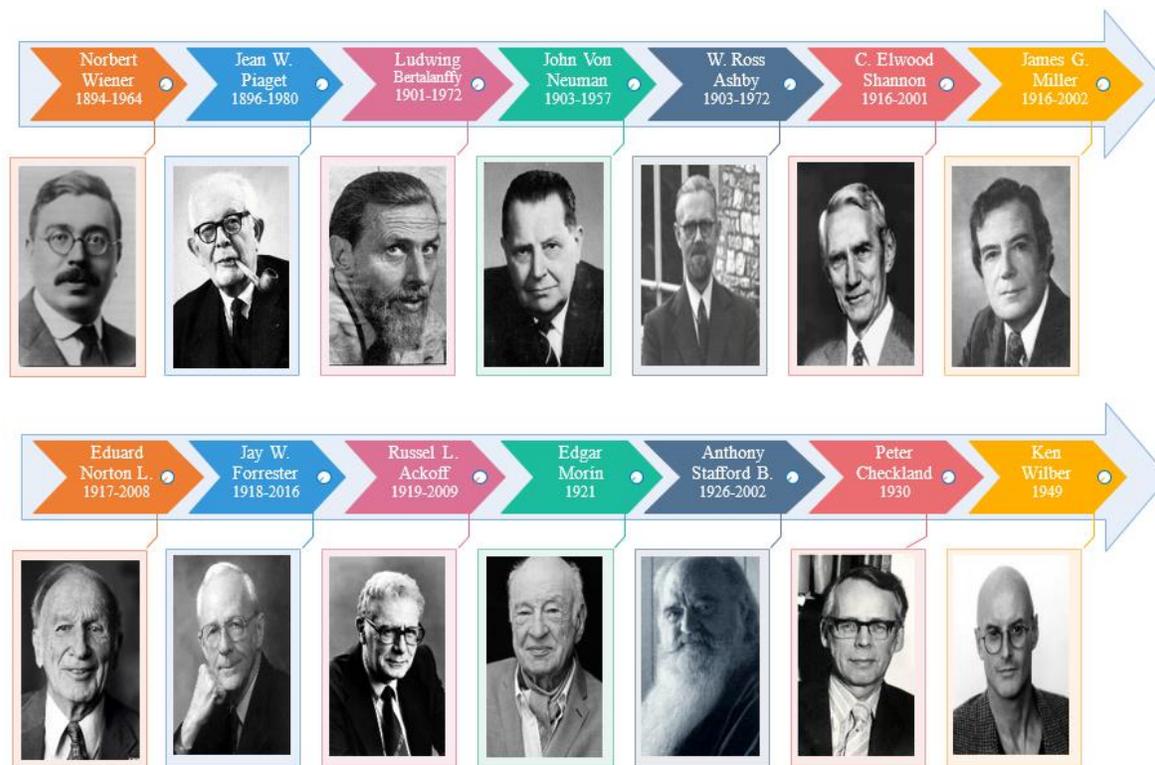


Figura 1.3. Contexto histórico de la sistémica (Elaboración propia, 2018).

Norbert Wiener. Mecánico estadounidense del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT). Científico de múltiples intereses, en la década de 1920 participó, junto con Banach, Helly y Von Neuman, en el desarrollo de la teoría de los espacios vectoriales; más tarde orientaría su atención hacia las series y las transformadas de Fourier y la teoría de números. En los años cuarenta elaboró los principios de la cibernética, teoría interdisciplinar centrada en el estudio de las interrelaciones entre máquina y ser humano y que en la actualidad se encuadra dentro del ámbito más general de la teoría de control, el automatismo y programación de computadoras. Se interesó por la filosofía y por la neurología como áreas del saber fundamentales para la cibernética (Ezra, 1992).

Jean William Fritz Piaget. Epistemólogo, psicólogo y biólogo suizo, creador de la epistemología genética, famoso por sus estudios sobre la infancia y por su teoría del desarrollo cognitivo (Cathalifaud, 1998). En 1947 Bertalanffy afirmaba: "existen modelos, principios y leyes aplicables a sistemas generalizados o a subclases suyas independientemente de su

naturaleza, del carácter de los elementos componentes y de las relaciones o "fuerzas" existentes entre ellos. Postulamos una nueva disciplina llamada Teoría General de Sistemas" (Bertalanffy, 1979). Esta Teoría General de Sistemas surge, según Bertalanffy, de las siguientes consideraciones (Aracil, 1979): a) Existe una tendencia general hacia la integración en todas las ciencias, tanto naturales como sociales; b) Esta integración puede centrarse en una teoría general de sistemas; c) Esta teoría puede ser un medio importante para conseguir una teoría exacta en los campos no físicos de la ciencia; d) Esta teoría conduce a la unidad de la ciencia, al desarrollar principios unificadores que integran, verticalmente, el universo de las ciencias individuales; e) Todo ello puede conducir a una integración, ampliamente necesitada, en la educación científica.

Ludwig Von Bertalanffy. Biólogo austriaco, en 1947 afirmaba: "existen modelos, principios y leyes aplicables a sistemas generalizados o a subclases suyas independientemente de su naturaleza, del carácter de los elementos componentes y de las relaciones o "fuerzas" existentes entre ellos. Postulamos una nueva disciplina llamada Teoría General de Sistemas" (Bertalanffy, 1979). Esta Teoría General de Sistemas surge, según Bertalanffy, de las siguientes consideraciones (Aracil, 1979): a) Existe una tendencia general hacia la integración en todas las ciencias, tanto naturales como sociales; b) Esta integración puede centrarse en una teoría general de sistemas; c) Esta teoría puede ser un medio importante para conseguir una teoría exacta en los campos no físicos de la ciencia; d) Esta teoría conduce a la unidad de la ciencia, al desarrollar principios unificadores que integran, verticalmente, el universo de las ciencias individuales; e) Todo ello puede conducir a una integración, ampliamente necesitada, en la educación científica.

John Von Neuman. Matemático húngaro-estadounidense. Realizó contribuciones fundamentales en física cuántica, análisis funcional, teoría de conjuntos, ciencias de la computación, economía, análisis numérico, cibernética, hidrodinámica, estadística y muchos otros campos. Desde la década de 1920 estuvo trabajando en la estructura matemática del póker y otros juegos, pero enseguida vio que sus teoremas podían ser aplicados a economía, política, relaciones internacionales, etc. No fue hasta 1944, cuando Von Neumann y Morgensten publicaron su libro Teoría de Juegos y Comportamiento Económico, que incide en el desarrollo de la programación lineal y la teoría de la decisión estadística de Wald (Povedor, 2009).

W. Ross Ashby. Médico y neurólogo inglés. Contribuyó decisivamente a la consolidación de la cibernética moderna y creó el primer homeostato (1951), dispositivo electrónico

autorregulado por retroalimentación. Desde las especialidades de la neurología y la psiquiatría, ofreció la reproducción de la estructura y mecanismos de funcionamiento del cerebro humano en sus obras Proyecto para un cerebro (1952) e Introducción a la cibernética (1956).

En su libro Introducción a la cibernética, Ashby realiza un acucioso análisis matemático-lógico, con muchos ejercicios resueltos, en los cuales muestra las estructuras básicas de control y retroalimentación. Para ello desarrolla conceptos como matrices de representación de estados, retroalimentación, transiciones de estado, entre otros (Dougglas, 2011).

Claude Elwood Shannon. Ingeniero electrónico y matemático estadounidense. Recordado como “el padre de la teoría de la información”. Al lado de Warren Weaver y Sherry proporcionó un lenguaje matemático para el manejo de la información y una base formal muy sólida para el estudio de problemas lingüísticos, matemáticos y teóricos relacionados con la transmisión de mensajes (Aracil, 1979).

James Grier Miller. Biólogo estadounidense. Pionero de la ciencia de sistemas, originó el uso del término de “ciencia de comportamiento”, fundó y dirigió el multidisciplinar Instituto de investigación de salud Mental en la Universidad de Michigan y originó la teoría de los sistemas vivos (Povedor, 2009).

Jay Wright Forrester. Ingeniero Eléctrico americano. Fue pionero del desarrollo de la informática, es considerado el padre de la Dinámica de sistemas, una disciplina que representa una extensión a toda clase de sistemas complejos aplicados originalmente en ingeniería y en el campo de las ciencias sociales. Forrester junto con otras personalidades fundó Club de Roma, organización internacional cuyo objetivo es la conciliación de que el actual sistema es insostenible y está abocado al colapso (Johansen, 1994).

Russel L. Ackoff. Arquitecto estadounidense. Fue pionero en el campo de la investigación de operaciones, el pensamiento sistémico y la ciencia de la administración. Fue presidente de la Sociedad de Investigación de Operaciones de América (ORSA) en 1956-1957 y presidente de la Sociedad Internacional para las Ciencias de los Sistemas (ISSS) en 1987. En 1976 pasó un año sabático en México auspiciado por la UNAM donde realizó aportaciones importantes (Dougglas, 2011).

Edgar Morin. Filósofo y político francés. Fundador del pensamiento complejo. En Pouhan, desarrolla una investigación de carácter experimental que culmina con la tesis de la transdisciplinariedad (Hurtado,2011). Morin ve el mundo como un todo insociable, donde nuestro espíritu individual posee conocimientos ambiguos, desordenados, que necesita acciones retroalimentadoras y propone un abordaje de manera multidisciplinar y multi referenciada para lograr la construcción del pensamiento que se desarrolla con un análisis profundo de elementos de certeza. Estos elementos se basan en la complejidad que se caracteriza por tener partes que forman un conjunto intrincado y difícil de conocer (Povedor, 2009).

Antony Stanford Beer. Teórico británico, académico y consultor, conocido por su trabajo en los campos de investigación operacional y cibernética organizacional. Comenzó un grado en filosofía en la University College of London, pero lo dejó en 1944 para unirse al ejército. En 1949 alcanzó el rango de capitán. Beer se introdujo en el campo de la investigación operacional cuando estuvo en el ejército, e identifico inmediatamente las ventajas que podría traer al mundo de los negocios. Cuando volvió a Inglaterra se unió a UNITED STEEL (empresa de aceros) convenciendo a la gerencia de esta empresa para crear el Grupo de Investigación Operacional y el Departamento de Investigación de Operaciones y Cibernética, los cuales él dirigió (Hurtado, 2011).

Peter Checkland. Científico británico. Realizó una investigación sobre la aplicación del pensamiento de sistemas duros a sistemas de tipo administrativo y social, surgió la Metodología de Sistemas Suaves (conocida también como S.S.M. por sus siglas en inglés: Soft System Methodology). Esta metodología está basada en el paradigma del aprendizaje y asume la realidad como constantemente reconstruida en un proceso social de negociación, puede ser aplicada a cualquier situación compleja, de organizaciones, donde hay un alto componente social, político y humano, es decir en psicología, economía, educación, administración, entre otras (Checkland, 1992).

Ken Wilber. Es un escritor estadounidense. Sus intereses versan principalmente sobre filosofía, psicología, religiones comparadas, historia, ecología y misticismo. Describe sus logros académicos como "una licenciatura en bioquímica y un doctorado (sin tesis) en bioquímica y biofísica, con una especialización en el mecanismo de los procesos ópticos", pero pronto se decantaría por el abordaje filosófico. Practicante de distintas técnicas budistas de meditación.

Su trabajo se centra en distintos estudios sobre la evolución del ser humano y en su interés por promover una integración de la ciencia y la religión, según experiencias de meditadores y místicos, analizando los elementos comunes a las tradiciones místicas de oriente y occidente (Cardoso, 2013).

1.3. Contexto internacional del mercado eléctrico.

Los escenarios mundiales están cambiando rápidamente, trazándose un nuevo horizonte en el mercado energético. El crecimiento constante de la producción de la implementación de tecnologías menos contaminantes cada vez más eficientes como la solar y la eólica, reconfiguran el panorama de la producción de electricidad. La tendencia mundial hacia la disminución de combustibles fósiles se ve reflejada en la capacidad de generación eléctrica, donde la participación de otras fuentes primarias va en crecimiento. Esto se muestra en los pronósticos hacia el año 2040 realizadas por de la Agencia Internacional de Energía (AIE) en su reporte anual World Energy Outlook en la versión 2017.

El desarrollo económico y competitividad de un país está altamente incidido por la infraestructura necesaria para la generación-transformación-distribución de energía eléctrica; esta relación es evidente en el mundo contemporáneo y es uno de los rasgos que distinguen a las naciones desarrolladas de otras.

A lo largo de los años se ha demostrado que el crecimiento económico está estrechamente relacionado con una creciente demanda de electricidad, pero el alcance de la vinculación depende del nivel de desarrollo económico de cada país. Sin embargo, en los últimos años, estas variables han empezado a distanciarse o desacoplarse, derivado de las mejoras de eficiencia energética y el declive de la industria de alto consumo energético que han disminuido la intensidad del uso de energía eléctrica. Según cifras publicadas en el WEO (World Economic Outlook), se espera que la demanda de electricidad a nivel mundial se incremente en más del 71.1% entre 2016 y 2040, lo que representa una tasa media de crecimiento anual de 2%. Este fuerte incremento de la demanda de electricidad se deriva del crecimiento acelerado de la demanda del sureste de Asia (No miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, por sus siglas OCDE), con una demanda que crece al doble del ritmo de China de cerca de 133% para el mismo período (Figura 1.4). En general, los países en

desarrollo de Asia representan dos tercios del crecimiento de la energía mundial, y el resto proviene principalmente de Oriente Medio, África y América Latina.

La mayor contribución al crecimiento de la demanda, casi el 30%, proviene de India, cuya participación en el uso de la energía mundial se eleva al 11% para 2040 (aún muy por debajo de su participación del 18% en la población mundial prevista).

La capacidad de generación eléctrica instalada a nivel mundial en 2040 se ubicará en los 10,569.6 GW, lo que equivale a un aumento de 4,685.6 GW con respecto al nivel de 2016. Este ritmo de crecimiento se encuentra vinculado al incremento de la capacidad instalada de países como China (que se duplica) y la India (donde la capacidad se cuadruplica) (WEO, 2017).

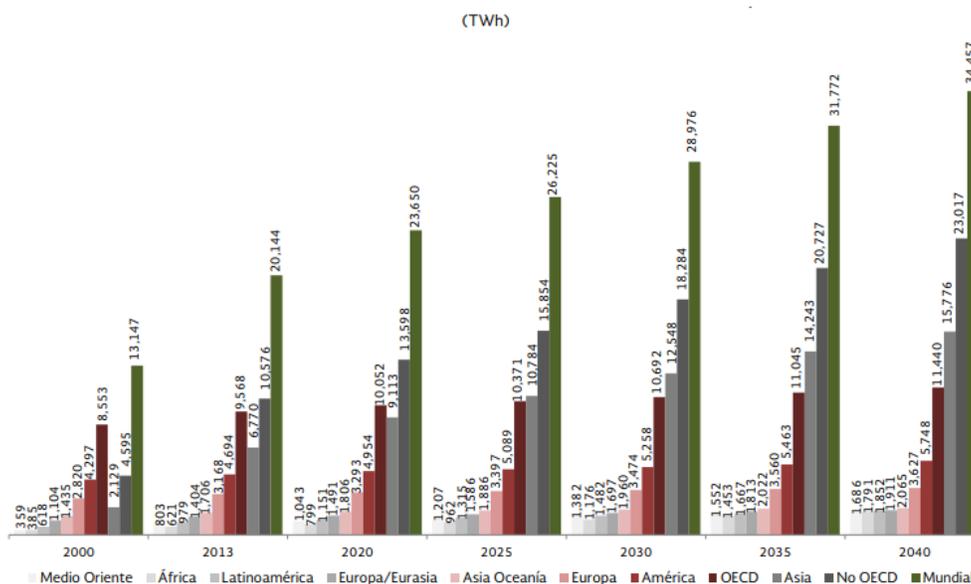


Figura 1.4. Demanda de electricidad por región del mundo. (World Energy Outlook, 2017).

1.3.1. Generación prospectiva mundial.

En 2040, la generación de electricidad a nivel mundial en el escenario NPS (Net Promoter Score, por sus siglas en inglés), aumenta en casi un 69.1%, para ubicarse en 39,444.4 TWh, a un ritmo de crecimiento de 2% anual. La generación proveniente de derivados del petróleo presenta una tendencia negativa con un decrecimiento de -2.5%, mientras que el carbón presenta una tasa media de crecimiento de 0.8% en el período 2016-2040, la segunda más baja de todos los combustibles, y que pasará de una participación de 41% en 2016 a 30% al final del

período. La generación con energías renovables aumenta más de dos y media veces, para llegar alrededor de 18,035.1 TWh en 2040. Así, más de la mitad de la generación adicional total a partir de 2016 a 2040 viene de tecnologías de energía renovable, ya que sus costos se reducen y el apoyo de los gobiernos continúa.

La generación por energía solar fotovoltaica presenta el mayor crecimiento entre 2016 y 2040, con 9.3% anual. El despliegue rápido de la energía solar fotovoltaica, liderada por China e India, ayuda a que la energía solar se convierta en la mayor fuente de baja capacidad de carbono para 2040, momento en el que la proporción de todas las energías renovables en la generación total llega al 40%. Sin embargo, la generación hidroeléctrica mantiene el mayor nivel de participación mundial con el 16% del total generación anual (WEO, 2017).

La generación por energía nuclear, pese a que no presenta un aumento considerable en su tasa de crecimiento, si presenta una diferencia positiva entre los escenarios, lo que representa que cada vez más países están recurriendo a dicha tecnología. En la Figura 1.5, se observa a mayor detalle las diferencias entre los escenarios futuros con nuevas y sin políticas energéticas.

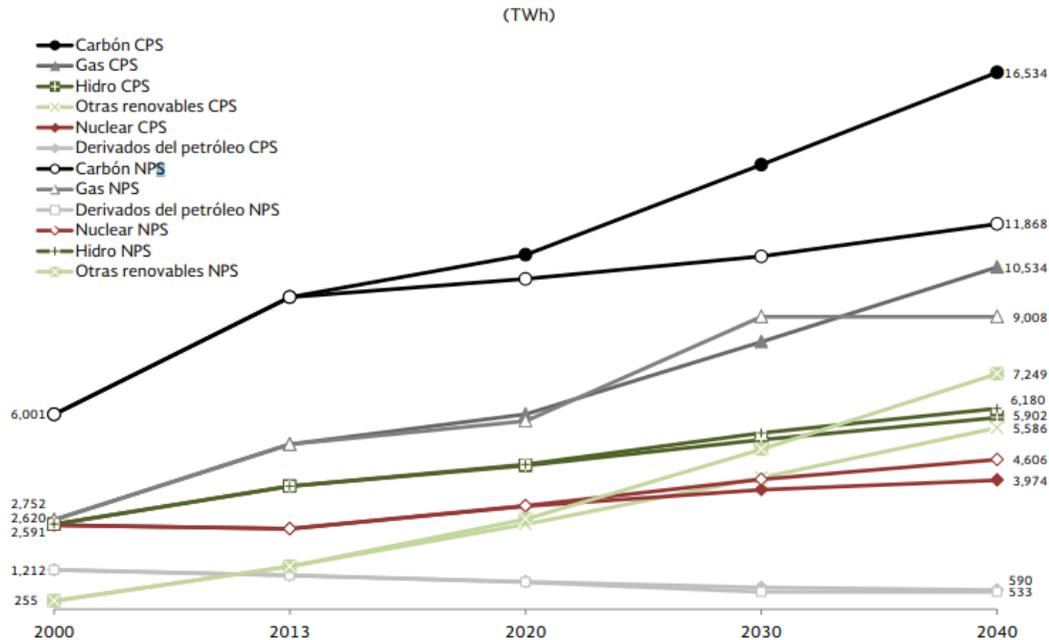


Figura 1.5. Generación mundial de electricidad por fuente y escenario. (World Energy Outlook, 2017).

En la Unión Europea, las energías renovables representan el 80% de la nueva capacidad y la energía eólica se convierte en la principal fuente de electricidad poco después de 2030,

debido al fuerte crecimiento tanto en tierra como en alta mar. Las políticas continúan respaldando la electricidad renovable en todo el mundo, cada vez más a través de subastas competitivas en lugar de tarifas de alimentación, y la transformación del sector energético se ve amplificada por millones de hogares, comunidades y empresas que invierten directamente en energía solar fotovoltaica distribuida.

El crecimiento de las energías renovables no se limita al sector de la energía. El uso directo de fuentes renovables para proporcionar calor y movilidad en todo el mundo también se duplica, aunque desde una base baja. En Brasil, la participación del uso renovable directo e indirecto en el consumo final de energía aumenta del 39% actual al 45% en 2040, en comparación con una progresión global del 9% al 16% durante el mismo período (WEO, 2017).

La Agencia Internacional de Energía (2016) estima que el consumo de electricidad continuará aumentando, principalmente en países no-miembros de la OCDE. Para abastecer el constante incremento en la demanda de energía eléctrica, se han buscado energías alternativas, como las fuentes renovables, con costos cada vez menores, con un menor impacto ambiental negativo y disponible para todos los consumidores, sin importar la zona geográfica. Dado que el desempeño de la economía está estrechamente relacionado con el consumo de energía eléctrica en los siguientes años, el ritmo de recuperación de cada país y región será determinante en la evolución del sector eléctrico.

1.3.2. Contexto nacional del sector eléctrico.

México se ubica como el principal productor del sector eléctrico en Latinoamérica, teniendo como principal competidor en la región a Brasil, con un monto de producción muy parecido al de nuestro país (SENER, 2017).

En la actualidad el sector eléctrico se encuentra dividido en tres segmentos:

- a) Motores eléctricos y generadores. Conformado por generadores de corriente alterna y directa, motores universales, transformadores eléctricos, convertidores rotativos, entre otros.
- b) Equipo de distribución y control de electricidad. Conformado por aparatos eléctricos para la conexión o protección de circuitos eléctricos, aparatos para corte, seccionamiento, tomas de corriente, cortacircuitos, entre otros.

c) Alambre, cables y baterías. Compuesto por hilos y cables aislados, incluye manufactura de acumuladores, pilas y baterías de pilas fabricación de lámparas eléctricas, aparatos de iluminación y otros equipos eléctricos.

Según datos obtenidos por Global Insight, la Unidad de Inteligencia de Negocios de ProMéxico (2016), se estima que hacia el año 2020 el crecimiento anual en la producción mundial del sector eléctrico presente una media de crecimiento anual de 10.5 %. Para el sector de motores eléctricos y generadores se estima un crecimiento promedio anual de 12.1 %, el de equipo de distribución y control de electricidad 10.4 %, mientras que el de alambre, cable y baterías será de 9.9 %.

En México, se espera que en total el sector eléctrico crezca una media anual de 7.9 % en el periodo comprendido hacia el año 2020. En tanto para la producción de equipo de distribución y control de electricidad se estima un crecimiento promedio anual de 8.8% (SENER, 2017).

Lograr un crecimiento sostenido de la economía mexicana, requiere de un sector eléctrico robusto y confiable, que permita llevar a cabo todas las actividades productivas necesarias para el desarrollo del país. De tal modo que, para identificar cuanta energía requirió la población en un determinado período, se debe comprender el comportamiento de las principales variables macroeconómicas que están asociadas al sector eléctrico y con ello poder analizar las expectativas de crecimiento futuro. En particular, la reforma energética introdujo modificaciones importantes en la estructura y operación del sector energético en México, pues se permitió la participación del sector privado en la exploración, desarrollo, producción, transformación y comercialización de hidrocarburos; así como en la generación, transmisión, distribución y comercialización, en el caso de la industria eléctrica (SENER, 2015).

Por su parte, el crecimiento de la actividad económica medido a través del Producto Interno Bruto (PIB), registró una tasa media de crecimiento anual (TMCA) de 2.4% en el período 2006-2016. El crecimiento económico en los últimos años fue impulsado casi exclusivamente por el consumo privado, apoyado por la baja inflación, las remesas de los trabajadores, la expansión del crédito, los salarios reales más altos y la creación de empleo en el sector formal. En 2015, el PIB creció 2.5%, muy por debajo de las expectativas planeadas por el Gobierno en los Criterios Generales de Política Económica. En 2016, la economía continuó

con desempeños por debajo de los objetivos y sólo creció 2.3%. El sector eléctrico representó alrededor de 2% del PIB de México y 6.1% de la actividad industrial. El Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC), es un instrumento estadístico para medir la inflación y está estrechamente relacionado con los precios de la electricidad. Un incremento en los precios de la energía eléctrica tiene efectos en los diversos sectores de la producción, incrementando los costos de los bienes y servicios. Como se muestra en la Figura 1.6, entre el período 2006-2016 este índice fue decreciente.

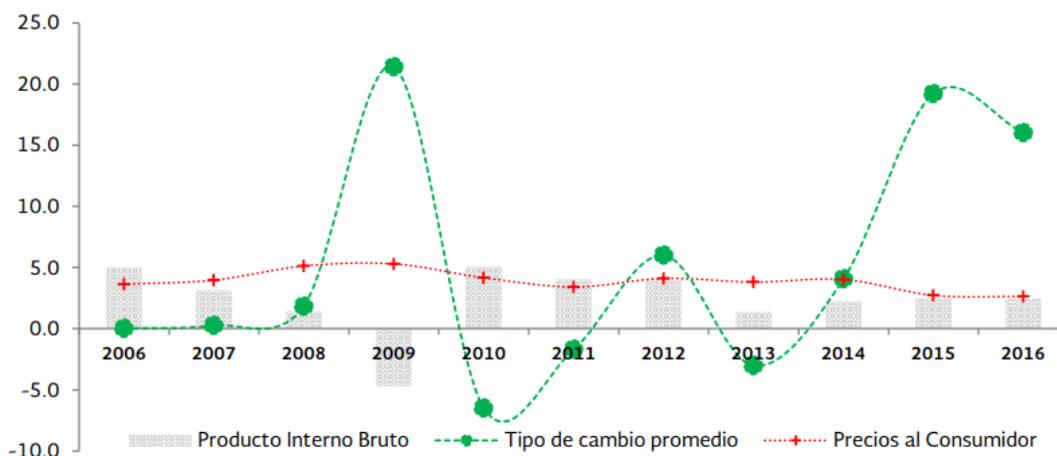


Figura 1.6. Variables macroeconómicas de México. (SENER, 2017).

Estos números han posicionado a México como uno de los destinos más atractivos para la inversión en el sector, permitiendo que algunas de las principales empresas globales establezcan sus centros manufactureros en el país. Adicionalmente podemos considerar que el país es el principal proveedor en el mercado estadounidense en equipos de generación y distribución de energía eléctrica, y el segundo proveedor en accesorios de iluminación, así como de otros equipos y accesorios eléctricos (SENER, 2017).

Actualmente en México existen alrededor de 1,060 unidades económicas especializadas en el sector eléctrico. Estas empresas se encuentran ubicadas principalmente la Ciudad de México, Estado de México, Nuevo León, Jalisco y Baja California. Algunas de estas firmas son por mencionar algunas: ABB, Eaton, Furakawa, General Electric, Schneider, Siemens, Mitsubishi, WEG, General Electric, entre otras como se ilustra en la Figura 1.7 (INEGI, 2017).

No cabe la menor duda de que México cuenta con un sector eléctrico sólido, sin embargo,

el sector aún puede madurar, para esto es necesario reforzar e incrementar los procesos e insumos de la cadena de proveeduría que pueden desarrollarse en el país, para que no haya necesidad de importarlos.



Figura 1.7. Unidades económicas especializadas en el sector eléctrico. (SENER, 2017).

Parte fundamental para el crecimiento y maduración del sector es el cumplimiento con las diferentes regulaciones y normativas que dan la certeza que los productos que se están fabricando o importando cumplen con los estándares de calidad y de seguridad para los usuarios finales.

1.3.3. Usuarios de energía eléctrica en México.

El Sistema Eléctrico Nacional (SEN) se organiza en nueve regiones que son el Sistema Interconectado Nacional (SIN), y los sistemas aislados de Baja California y Baja California Sur. Además, se considera a los pequeños sistemas aislados. La operación de estas nueve regiones está bajo la responsabilidad de ocho centros de control ubicados en las ciudades de México, Puebla, Guadalajara, Hermosillo, Gómez Palacio, Monterrey y Mérida; las dos regiones de Baja California se administran desde Mexicali, como se muestra en la Figura 1.8 (PRODESEN, 2017).

En 2016, el 98.5% de la población contaba con el servicio de energía eléctrica. La CFE proporcionó este servicio a cerca de 40.8 millones de clientes, los cuales han tenido una tasa de crecimiento medio anual de más de 5.8%, durante los últimos diez años. Al cierre de 2016, el

sector Residencial concentra el 88.6%, seguido del Comercial con el 9.8%; Industrial con el 0.8%; Servicios con el 0.5% y el Agrícola con el 0.3% del total (véase Figura 1.9).



Figura 1.8. Mapa del Sistema Eléctrico Nacional. (PRODESEN, 2017).

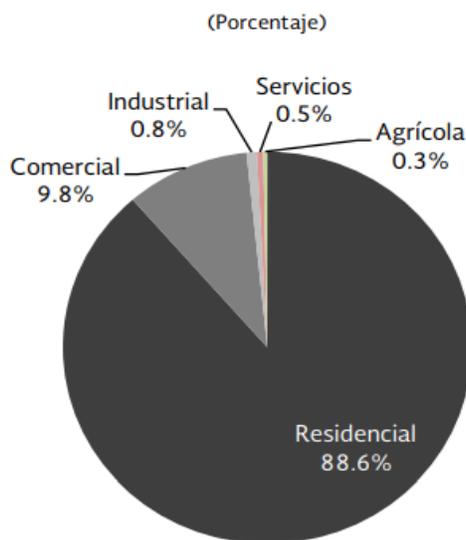


Figura 1.9. Participación de usuarios por sector, 2016. (PRODESEN, 2017).

Los usuarios de electricidad del SEN se han incrementado a una tasa media anual del 2.6% desde el año 2006, pasando de 31.9 millones a 40.8 millones de usuarios, es decir 8.9 millones de nuevos usuarios a lo largo de diez años. La región Noreste ha presentado el mayor ritmo de crecimiento en la década con el 8.1% y al cierre del 2016, registró un incremento de 1.9 millones de usuarios, para alcanzar los 4 millones de usuarios, incremento que se relaciona

a un creciente desarrollo económico impulsado por la actividad comercial e industrial de la región (SENER, 2017).

Entre 2006 y 2016, las regiones Peninsular y Baja California Sur, crecieron 4.3% y 4% respectivamente, cubriendo un total de 3.1 millones de usuarios de energía eléctrica. Por su parte, las regiones Oriental y Norte, presentaron un crecimiento anual de 3.3% cada una, mientras que Baja California fue de 2.8% y Central de 2.4%, de modo que en el 2016 sumaron 22.9 millones de usuarios. A diferencia de las otras regiones, Noroeste tuvo una reducción de 2 millones de usuarios entre 2015 y 2016, además de presentar una tasa de decrecimiento de 3.5% en la década. De los 40.8 millones de usuarios registrados en el 2016, la región Oriental tuvo la mayor participación con 10.4 millones de usuarios, equivalente al 25.4%; seguido de la región Occidental con 24.2% y 21.4% la región Central, como se muestra en la Figura 1.10 (CENACE, 2017).

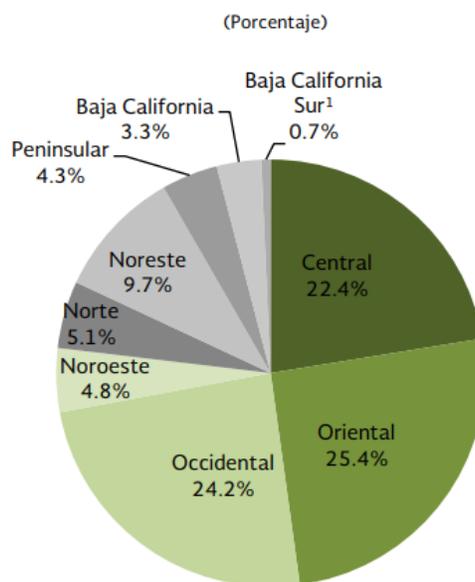


Figura 1.10. Participación de usuarios por área operativa de electricidad, 2016. (CENACE, 2017).

Por entidades federativas, el Estado de México y la Ciudad de México concentraron el 19.1% del total de usuarios de energía eléctrica, esto se explica por la alta densidad poblacional¹⁵ que existe en el Valle de México y que está también relacionada con una importante actividad económica en la zona. Las entidades con menos usuarios son Baja California Sur y Colima con una participación del 0.7% respectivamente, del total nacional (CENACE, 2017).

1.3.4. Subestaciones de energía eléctrica.

Las subestaciones eléctricas son la fuente de suministro de energía para la distribución a escala local, para seleccionar los sitios de usuarios o para un cliente específico. La función principal de la subestación es reducir la tensión del nivel de transmisión o de subtransmisión al nivel de distribución.

Para alcanzar esta directiva, las subestaciones emplean varios dispositivos de seguridad, de conmutación y de regulación de tensión, y de medida. Las subestaciones se ubican generalmente en o cerca del centro del área de distribución, ya sea en el interior o el exterior (expuesto), y operado manual o automáticamente (IEEE, 1986).

Las subestaciones de distribución contienen muchos componentes (Figura 1.11), entre los que se incluyen transformadores de potencia, interruptores y reguladores de tensión. Los transformadores de potencia son el corazón de la subestación de distribución, pues ejecutan la tarea principal de reducir las tensiones de subtransmisión a los niveles de distribución (Energy Management, 2012). Los interruptores se colocan entre los circuitos de distribución y la barra de baja tensión para la protección de la subestación durante las condiciones de falla o de picos de tensión. Los reguladores de tensión se instalan en serie en cada circuito de distribución si los transformadores de potencia no están equipados con la capacidad de cambiar los taps que permiten la regulación de la tensión de barra (IEEE, 1986).



Figura 1.11. Subestación de distribución. (Energy Management, 2012).

El reto para los diseñadores de conectores de subestaciones es cumplir las restricciones dimensionales y eléctricas. Los conectores de compresión se usan a menudo para las conexiones

de las subestaciones debido a su adaptabilidad al dimensionamiento. Estos conectores, brindan fuerza de apriete uniforme al conductor.

Los transformadores son las piezas principales del equipo dentro de un sistema de distribución. Existen muchos tipos de transformadores (de poste, de bóveda, montado en pad, sumergible, etcétera); sin embargo, los métodos de conexión generalmente son similares (Chapman, 2005).

La selección adecuada del conector es crucial para suministrar un rendimiento eficiente, de larga duración de la conexión del equipo/conductor. Como se observa en la Figura 1.12, todas las conexiones hechas al transformador de distribución deben ser capaces de soportar los rigores de su entorno (Fraile, 2008). Los equipos de distribución para uso a la intemperie se exponen a vientos, la lluvia, variaciones extremas de temperatura y al hielo. Los equipos para uso interior (edificios sin calefacción, registros de accesos y bóvedas) están sujetos a la humedad, inundación, temperaturas extremas, espacios reducidos y a la corrosión (Chapman, 2005).

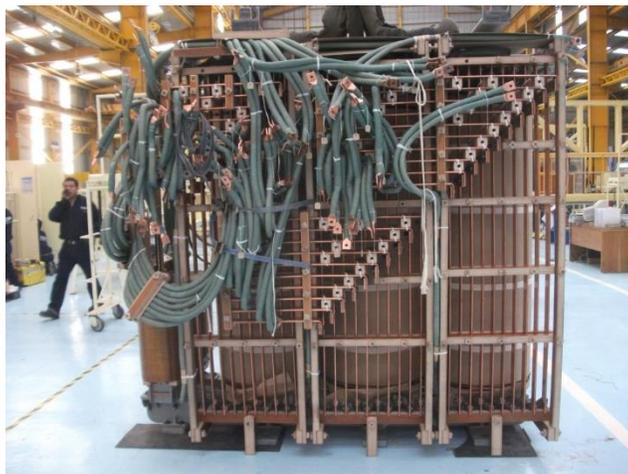


Figura 1. 12. Conexión interna de un transformador de potencia (Voltran, S.A., 2015).

Hoy en día existen un gran número de empresas que se dedican a fabricar transformadores; sin embargo, no todas las empresas tienen la capacidad de hacerlo de forma correcta. Existen muchas compañías que utilizan materiales de muy mala calidad, mientras que otras industrias no supervisan de manera meticulosa la producción de sus transformadores, permitiendo que éstos estén sujetos a fallas constantes. Por ello, es muy importante que antes de

adquirir un transformador se realice una investigación para conocer cuáles son las mejores empresas que hoy en día existen en el ramo.

1.4. Contexto de los conectores eléctricos.

Los conectores eléctricos, en su forma más sencilla, unen dos o más conductores con la función primordial de mantener la continuidad del fluido eléctrico. Existen diversos tipos de aplicaciones con conectores y condiciones por tener en cuenta al seleccionar un medio apropiado de conexión eléctrica (Manual Eléctrico Viakon, 2011).

Las tres funciones fundamentales de un conector son: la derivación (tap), el terminal y el empalme. Para categorizar a los conectores basándose en su función, es necesario entender cada uno de estos términos. Las definiciones y ejemplos que siguen empezarán a diferenciar las tres funciones principales (Manual de conectores e interconexiones, 1977).

- Derivación eléctrica: Una conexión eléctrica a un conductor principal de recorrido continuo para suministrar la energía eléctrica a una aplicación de una ramificación de la carga principal del recorrido. La Figura 1.13 ilustra la configuración de derivación.

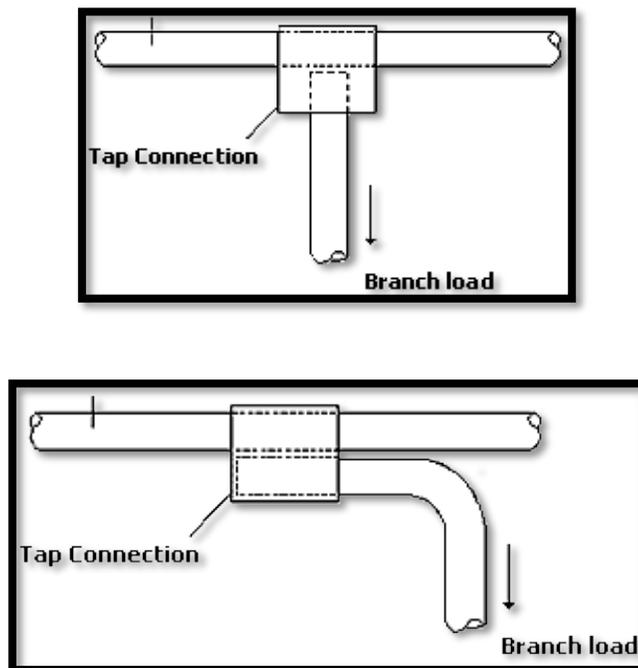


Figura 1.13. Derivación eléctrica (Manual de conectores e interconexiones, 1977).

- Terminal eléctrico: Una conexión usada para unir dos conductores de diferente forma, incorporando a menudo más de un medio de metodología de conexión como se muestra en la Figura 1.14.

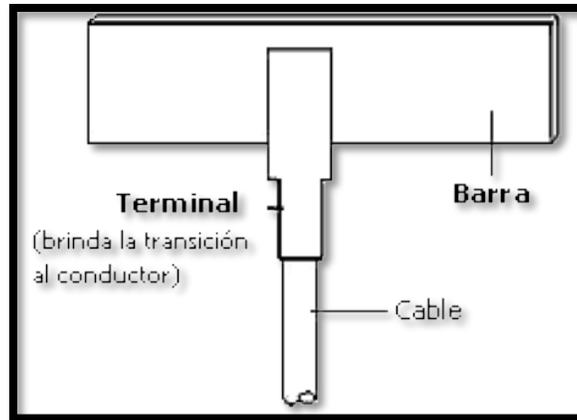


Figura 1.14. Terminal eléctrico (Manual de conectores e interconexiones, 1977).

- Empalme eléctrico: Una conexión que une dos (o más) conductores similares, pero no continuos en un solo recorrido continuo; o que une dos recorridos continuos que no tienen conexión entre ellos. La Figura 1.15 muestra varias configuraciones de empalmes.

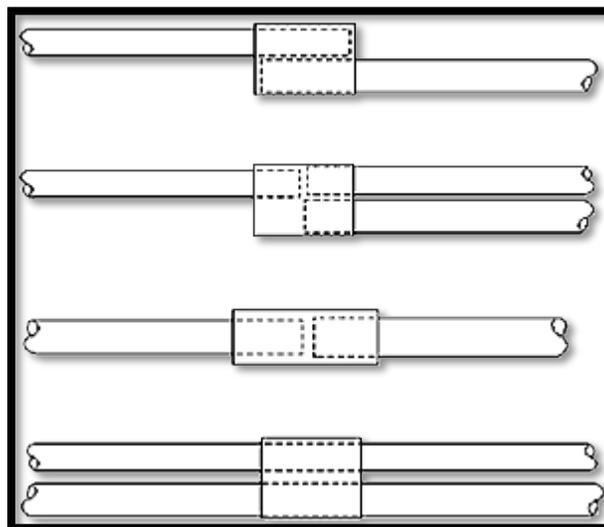


Figura 1. 15. Empalme eléctrico (Manual de conectores e interconexiones, 1977).

Todos los conectores, están diseñados para conectar un rango específico de tamaños de alambre. Algunos aceptan una amplia gama de tamaños de conductores, mientras que otros tienen un rango limitado. La importancia de seleccionar el tamaño adecuado del conector no

puede ser exagerada. Además, los conectores de compresión están disponibles para conductores de aluminio, de cobre y de acero, además de combinaciones de éstos (Energy Management, 2012).

1.4.1. Tipos de conectores eléctricos.

Los tipos de conectores desarrollados a lo largo de los años caen generalmente dentro de tres categorías: mecánicos, de fusión y compresión (Fraile, 2008).

- Conectores mecánicos. Emplean ferretería o medios mecánicos similares para crear puntos de contacto y para mantener la integridad de la conexión, ilustrados en la Figura 1.16 (Matthysee, 1965).



Figura 1. 16. Conectores mecánicos (Matthysee, 1965).

La teoría básica de los contactos describe cómo se establece el contacto eléctrico entre los conductores por medio de la aplicación de la fuerza mecánica. Aun cuando la fuerza aplicada sea pequeña, la resistencia en un punto de contacto es, en teoría, cero (en la práctica la resistencia es muy pequeña, típicamente en el orden de los micro ohmios o menor). Sin embargo, hay otros factores aparte de la resistencia de contacto que deben tomarse en cuenta (Matthysee, 1965).

Para la aplicación de este tipo de conectores, se deben seguir requerimientos de torque específicos para brindar la necesaria fuerza de engrampe para una conexión eléctrica perfecta. Los instaladores rara vez usan llaves de torque calibradas para asegurar las tuercas y los pernos de los conectores mecánicos. Por lo tanto, no se puede repetir la consistencia de las fuerzas aplicadas en otras instalaciones mecánicas (Manual de conectores e interconexiones, 1977).

La naturaleza general de una conexión mecánica no permite un elevado esfuerzo de

retención. Por lo tanto, los conectores mecánicos no se usan como conectores a plena tensión mecánica. De forma similar, el uso de conectores mecánicos en áreas de alta vibración puede requerir de mayor mantenimiento y de una inspección periódica. Finalmente, si se requiere una conexión aislada, los conectores mecánicos son usualmente difíciles y toscos para cubrir adecuadamente debido a su geometría (Matthysee, 1965).

- Conexiones de fusión. Se hacen principalmente por soldadura. Una unión soldada adecuadamente puede crear un conductor continuo que es muy confiable como el que se muestra en la Figura 1.17. Al permitir la conductividad del material de relleno, la unión esencialmente homogénea creado por una soldadura brinda una relación de resistencia menor a la unidad. Sin embargo, se requiere un mayor nivel de habilidad para producir una soldadura confiable.



Figura 1. 17. Conexión de fusión (DHEG de México, 2015).

El proceso de soldado requiere que se unan los materiales de tal forma que sean libres de contaminantes. Cualquier impureza de la superficie, tales como la grasa o la suciedad, contaminará la unión y ocasionará una baja conductividad eléctrica y/o insuficiente esfuerzo mecánico. Los contaminantes también pueden causar la corrosión prematura de la conexión soldada. Se debe limpiar adecuadamente las superficies con solventes, pero también son necesarios métodos de limpieza mecánica. Como consecuencia, los costos de instalación se incrementarán teniendo en cuenta el aumento en el tiempo requeridos para preparar adecuadamente el conductor y debido al alto nivel de habilidad requerido para realizar las operaciones de soldado (Matthysee, 1965).

- Conexiones por compresión. Usan herramientas especialmente creadas para engrapar o

sujetar el conector al conductor con una gran fuerza, creando una unión eléctrica permanente (Figura 1.18).

El bajo costo de un conector de compresión comparado con los otros métodos no puede pasarse por alto, particularmente cuando se refiere a la distribución. Por experiencia se conoce que los conectores de compresión operarán mejor que los conectores mecánicos, y en el peor caso, con igual performance. La naturaleza de su construcción permite un mejor grado de envoltura del conductor que retiene el compuesto inhibidor de óxido y protege el área de contacto de la atmósfera, brindando una conexión libre de mantenimiento (Chapman, 2005).

Las fuerzas enfocadas y consistentes impartidas al conector de compresión por la herramienta de instalación logran una conexión eléctrica y mecánica adecuada. Las altas fuerzas de ruptura rompen los óxidos y establecen los puntos de contacto para una menor resistencia de contacto. El propio conector de compresión está hecho de un material que es suave con relación al conductor de modo no rebote y ocasione la separación del contacto.



Figura 1.18. Conectores de compresión (DHEG de México, 2015).

Los requerimientos para las aplicaciones de plena tensión se indican en la norma ANSI C119.4, y para la mayor parte, se acomodan por conectores de compresión. Los conectores de compresión son más adecuados en áreas con acumulación de viento, vibración, nieve y otros esfuerzos asociados con las aplicaciones de tensión. Las conexiones de compresión también se han probado en aplicaciones rigurosas de puesta a tierra por encima y por debajo de sus condiciones nominales. También hay disponibles conectores de compresión de puesta a tierra que soportan los rigores de las pruebas UL-467 y IEEE Std 837.

Una ventaja muy importante para los conectores de compresión es la eliminación del elemento humano durante la instalación con el uso de las herramientas y/o dados recomendados. Se imparten fuerzas consistentes y repetibles con cada pliegue. El sistema de compresión puede tener dados codificados por color que son iguales a la codificación del conductor. Si no existe tal codificación, se usa un índice numerado con marcas estampadas en el conector, y debería ser igual al índice numerado del dado (Chapman, 2005). Algunos dados también resaltarán su índice numerado en el “crimp” completo, lo que lo convierte en una combinación casi a prueba de tontos para su inspección. Para simplificar aún más el proceso de compresión, las herramientas de instalación sin dados no requieren de seleccionar e insertar los dados (Matthysee, 1965).

Debido a su geometría, los conectores de compresión son considerablemente más fáciles de aislar o de encintar que los conectores mecánicos. De igual importancia es la selección de la herramienta de compresión adecuada. Por regla general, la herramienta de compresión y el conector deben ser del mismo fabricante. Están disponibles herramientas mecánicas e hidráulicas. Algunas manufactureras utilizan un sistema de código de colores con dados intercambiables. Por ejemplo, un conector con un punto rojo requiere que un dado con una marca roja correspondiente se coloque en la herramienta de compresión (Energy Management, 2012).

Debido a la necesidad de herramientas específicas y de dados para instalar una conexión de compresión, los instaladores deben ser entrenados en las técnicas y en el mantenimiento adecuado de estas herramientas. La precisa selección del dado y de la herramienta es una necesidad para una adecuada instalación de una conexión de compresión. Además, hay tantos diferentes tipos de herramientas de compresión para elegir que vuelve las decisiones iniciales difíciles y costosas si se hacen cambios más adelante. Las herramientas de instalación de compresión se han desarrollado por varios años para acomodarse a diferentes requerimientos del cliente (por ejemplo, tamaños de conductores o facilidad de uso). Por lo tanto, un conector típico de empalme de compresión puede tener potencialmente una multitud de herramientas y de dados recomendados para la instalación (Matthysee, 1965).

1.4.2. Instalación de los conectores eléctricos de compresión.

Las juntas del conductor y las interconexiones son parte de cada circuito eléctrico. Allí

es de suma importancia que las conexiones eléctricas sean hechas apropiadamente. El requisito básico de cualquier conexión eléctrica es que mantenga su integridad estructural y eléctrica a lo largo del lapso esperado de su vida. Materiales de alta calidad y el modo de trabajo (en el conector y durante la instalación) son esenciales para asegurar que los requisitos básicos del conector se alcancen.

La preparación de la superficie de contacto es esencial asegurar el contacto apropiado entre el conector y conductor. Los contaminantes de la superficie interferirán grandemente con el establecimiento de una conexión eléctrica perfecta. Los pasos siguientes deben tomarse en cuenta para preparar la superficie de contacto para la conexión:

- a. Quitar toda la corrosión y óxidos de la superficie a lo largo de las áreas de contacto. Los óxidos se forman naturalmente en las superficies metálicas con exposición al aire, y en el caso de algunos metales como aluminio, la formación es relativamente rápida y transparente al ojo. Remover los óxidos en el conector y conductor, esto se realiza previo a la instalación y puede lograrse adecuadamente con un cepillo de alambre. Las superficies enchapadas no deben ser cepilladas con alambre.
- b. Si un conector o la superficie del conductor es enchapada, la remoción de contaminantes debe hacerse con un solvente de limpieza apropiado o compuesto similar, que no perjudique la integridad del enchape.
- c. La preparación de la superficie también incluye la remoción de otros contaminantes de las superficies de contacto. Los tipos de contaminantes que pueden estar presentes en una superficie del conductor son partículas de aislamiento, adhesivos, aceites, suciedad, y humedad. Sin tener en cuenta el contaminante, la remoción es esencial para el apropiado contacto eléctrico. Una vez más, la remoción del contaminante debe realizarse sin perturbar las superficies enchapadas.
- d. El aislamiento debe quitarse para una longitud sólo mayor que la longitud del contacto del conector a ser instalado. En el caso de conexiones de compresión, la longitud desnuda debe incluir longitud adicional para compensar a la expulsión del conector durante el engrapado.
- e. Introducir cable en el conector correspondiente, cubriendo el área total del mismo.
- f. Seguir las instrucciones del fabricante para determinar la ubicación del prensado de la pieza.
- g. En ocasiones, a los conectores se les colocan bandas con franjas de colores para indicar el

número y la ubicación de cada prensado.

- h. Los conectores también pueden marcarse con el número de código con dado en cada lugar de compresión.

1.4.3. Contexto histórico de los conectores eléctricos de compresión.

Thomas & Betts (T&B) - Cable Management Products Ltd en sus instalaciones localizadas en Birmingham, diseña, fabrica y vende una gama de conductos eléctricos, accesorios asociados y accesorios de cableado eléctrico. La compañía reconoce que sus productos, actividades y servicios pueden tener un impacto sobre el medio ambiente, ya sea adverso o beneficioso.

En la década de 1930, T&B adoptó el eslogan publicitario: "Dondequiera que vaya la electricidad, nosotros también", lo que significa la amplitud de la línea de productos de la empresa y su compromiso con la industria eléctrica.

Alrededor de este tiempo, T&B introdujo terminales sin soldadura. Precursores de los conectores Sta-Kon®, este producto innovador eliminó la necesidad de soldar conexiones, ahorrando tiempo y aumentando la seguridad en proyectos de alta visibilidad, como la expansión del metro de Nueva York y la construcción del Empire State Building. Después de la Segunda Guerra Mundial, las construcciones en los Estados Unidos se dispararon y T&B nuevamente hizo historia al introducir un nuevo e innovador sistema de conectores codificados por colores y herramientas de compresión llamadas Color-Keyed. El sistema Color-Keyed aseguró que se usarían procedimientos de instalación adecuados con cada conector. Los sistemas codificados por colores pronto se convirtieron en el estándar de la industria.

En la década de 1960, T&B entró en el mercado europeo con conectores Sta-Kon. La compañía también se expandió a México y otros mercados internacionales. Los terminales sin soldadura Sta-Kon se adaptaron fácilmente al sistema métrico y resultaron ser un artículo popular para electricistas y contratistas fuera de Estados Unidos de América (Thomas & Betts, 2018).

Actualmente, existen diferentes empresas dedicadas a la manufactura de conectores

eléctricos de compresión a nivel mundial, entre los que destacan PANDUIT y BURNDY como principales proveedores, para efectos de investigación, en este trabajo de tesis se tomó como caso de estudio a la empresa DHEG de México.

1.5. Contexto de la empresa caso de estudio.

Igual que a los clientes a los que brinda servicio, el éxito de DHEG está vinculado a su capacidad para resolver desafíos de negocio y satisfacer las necesidades del cliente rápida y eficientemente.

Naciendo de la innovación y el compromiso con el cliente, DHEG de México se caracteriza por el diseño, fabricación y comercialización de conectores eléctricos enfocados a la industria de mediana y alta potencia. Hoy en día, es una microempresa sólida en la fabricación de conectores eléctricos de compresión con su amplia gama de productos, ajustándose a los requerimientos del cliente, los cuales, reconocen la alta confiabilidad de esta. Actualmente, se cuenta con la colaboración de diez personas encargadas de la elaboración, logística y embarque de la producción solicitada por sus clientes.

Crear productos de calidad es el compromiso de DHEG de México, por ello, la inversión en innovación y trabajo en equipo es continua.

Su Sistema de Gestión de la Calidad, basado en la norma ISO 9001:2015, les permite el aseguramiento de la conformidad de los productos, una adecuada gestión de riesgos y mejora continua de sus procesos, así como lograr mayor eficiencia y eficacia en la organización.

1.5.1. Contexto temporal.

Desde su fundación en mayo del 2016 en el municipio de Zumpango, Estado de México, donde actualmente se ubican su planta y oficinas generales, DHEG de México ha sufrido diversos acontecimientos, anteriores y posteriores a esa fecha, los cuales, han marcado el rumbo de la empresa, en la Figura 1.19 se muestran los más trascendentales, los cuales comienzan en 2015, ya que antes de ser consolidada, DHEG de México perteneció a una asociación con el mismo propósito.

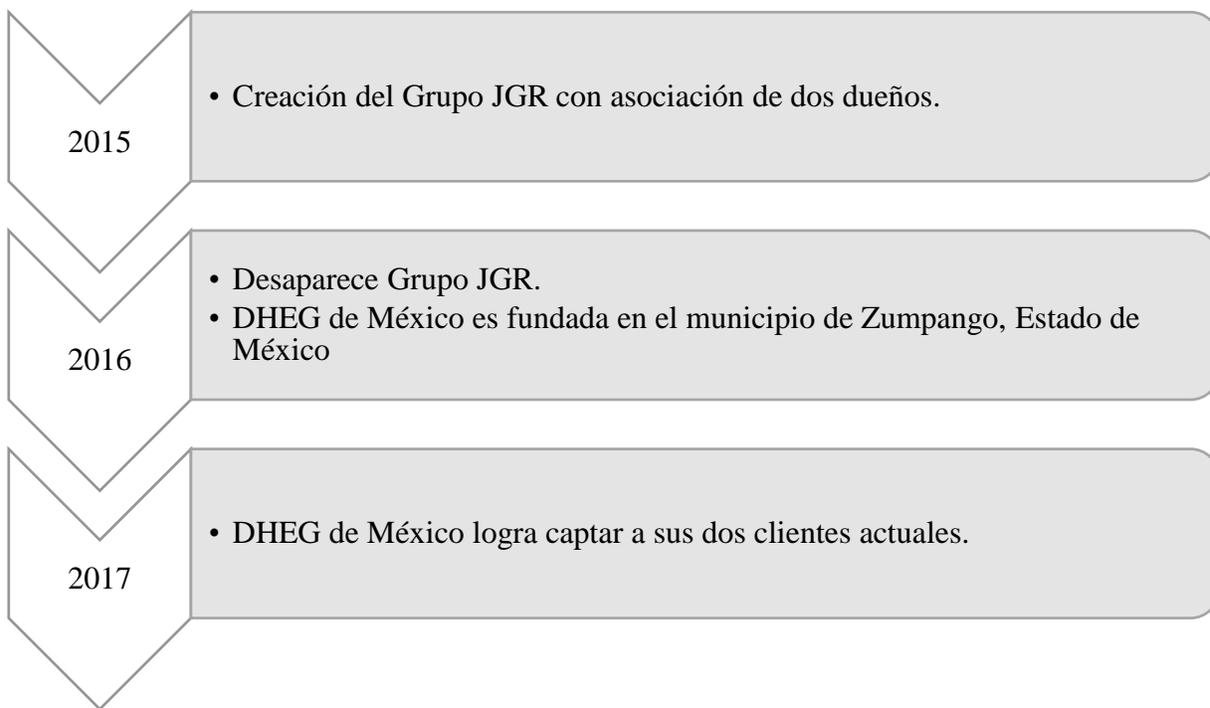


Figura 1.19. Contexto temporal de DHEG de México (Elaboración propia, 2017).

1.5.2. Estructura Organizacional (Organigrama).

En la Figura 1.20 se muestra la estructura organizacional de la empresa a partir de un organigrama, este ilustra su jerarquización con la que actualmente labora y la cual fue diseñada por el dueño de esta. Su diseño, está basado en la cantidad de personal cubriendo las necesidades básicas de una organización, partiendo del Director General como dueño de la empresa, después se dividen cuatro gerencias, pilares de la organización: Gerencia de Ventas, Finanzas, Ingeniería y Producción.

Al mismo tiempo, estas gerencias tienen a su cargo diversas actividades por el pequeño grupo de personas que participan dentro de la organización. Por ejemplo, la Gerencia de Ventas, además de ser encargada de conseguir clientes y realizar ventas oportunas, también debe llevar a cabo los procesos relacionados con el área de Almacén y Logística y Embarque; por otro lado, la Gerencia de Finanzas maneja toda la parte financiera de la empresa, incluyendo las actividades relacionadas con el área de Contabilidad, Compras y Recursos Humanos. Finalmente, la Gerencia de Ingeniería controla los procesos de Mantenimiento y Calidad. La organización total de la organización es encabezada por la Dirección General.

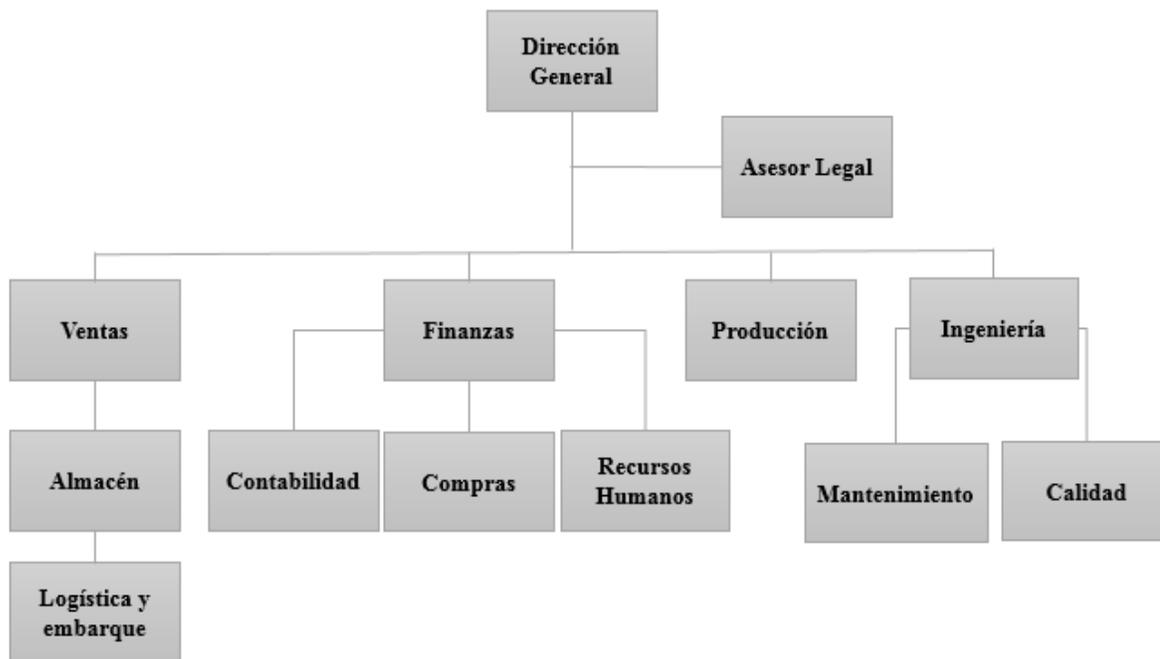


Figura 1.20. Estructura organizacional DHEG de México (DHEG, 2018).

Dirección General. Encabezada por el dueño de la empresa y en conjunto con el Asesor Legal, es la responsable de llevar a cabo la parte legal y jurídica como la elaboración de nuevos contratos de servicios y/o clientes. Además, cuenta con la última palabra dentro de las decisiones más importantes de la empresa, atendiendo la mayor parte de los conflictos presentados y/u observados por las gerencias; cabe destacar su participación dentro del sistema de calidad ISO 9001:2015.

Ventas. Departamento encargado de las relaciones comerciales (de acuerdo con su estudio de mercado y mercadotecnia), tiene el trato directo con los clientes, recibe toda la información de los de pedidos de compra, así como las nuevas requisiciones en los productos, de la misma manera, elabora planes para captación de nuevos clientes.

Almacén. Realiza el control de materia prima, producto terminado y herramientas para la elaboración de los productos, además, tiene el registro de todo el equipo de maquinaria y sus refracciones, que incluye los manuales de operación.

Logística y embarque. Tiene el propósito de realizar el correcto empaque de los pedidos (trabaja en conjunto con el departamento de Calidad) para ser entregados en tiempo y forma a los clientes.

Finanzas. Elabora los estados financieros de la empresa (incluyendo el balance general), teniendo el control de todas las operaciones.

Contabilidad. Cumple el objetivo de llevar las cuentas por cobrar de los clientes, cuentas a pagar de los proveedores, nómina de pago y préstamos.

Compras. Analiza los proveedores de materia prima y maquinaria, elabora los pedidos de compra de acuerdo con los requerimientos de los demás departamentos.

Recursos Humanos. Responsable de la contratación y capacitación continua del personal, realiza juntas mensuales de integración para mejorar el ambiente de trabajo y lograr buena comunicación en el equipo.

Producción. Siendo la columna vertebral del sistema, elabora los productos diseñados por el departamento de Ingeniería y recogidos por Ventas. En este proceso, se ha buscado la Certificación Internacional de Calidad ISO 9001:2015, ya que ha sido solicitada por los clientes para asegurar sus propios sistemas de calidad en los productos que ofrecen y en los cuales son empleados los conectores eléctricos.

Ingeniería. Realiza el diseño de los productos respetando las normas mexicanas y a las solicitudes realizadas por los clientes.

Mantenimiento. Encargado del buen funcionamiento de toda la maquinaria para elaborar productos, así como del equipo de cómputo y posibles trabajos manuales que se presenten dentro de la empresa.

Calidad. Trabaja con todas las demás áreas involucradas en la empresa, es encargada de la mejora continua basada en la norma ISO 9001:2015, elabora diferentes manuales y estrategias de calidad, las cuales ha ido desarrollando e implementando desde febrero de 2017.

El organigrama hace referencia a una representación lineal y limitada del sistema social, por eso, sistémicamente, se puede representar el organigrama como un modelo holográfico a fin de conocer sus relaciones entre los subsistemas como un holos ilustrado en la Figura 1.21.

La visión holista rompe con el paradigma científico mecanicista al basarse en nuevos principios de comprensión de la realidad: unidad, totalidad, desarrollo cualitativo, transdisciplinariedad, aprendizaje [Bertalanffy, 1972].

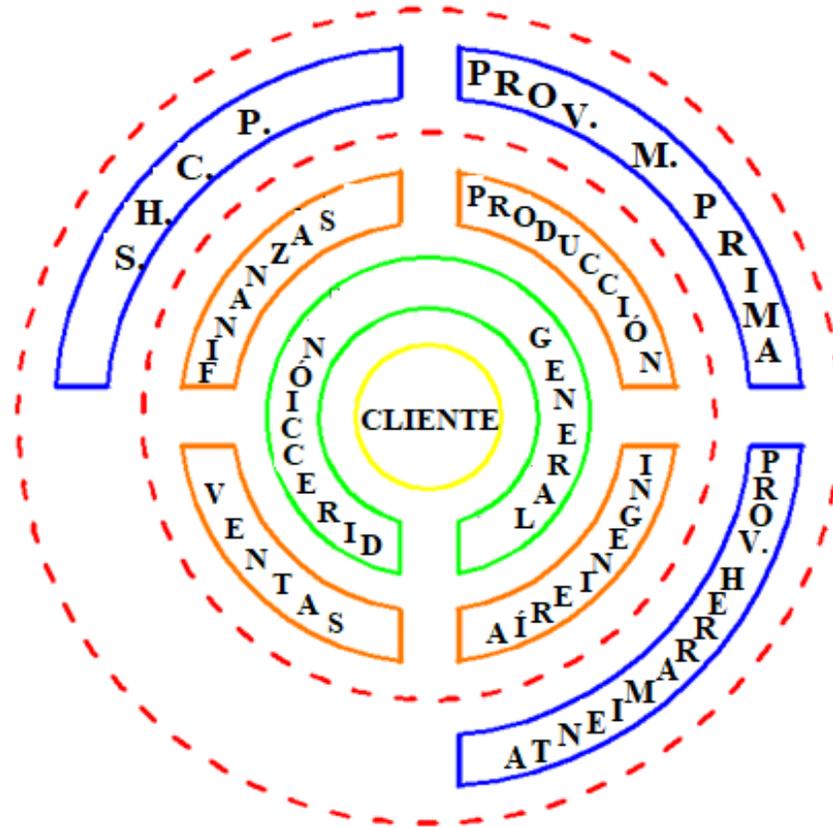


Figura 1.21. Representación holográfica de la estructura organizacional DHEG de México (Elaboración propia, 2017).

Es indispensable estudiar conjuntamente los sistemas que integran la empresa, comprendiendo así, la fuerza mediadora entre el entorno social y el sistema dinámico comenzando por el objetivo principal de DHEG de México, siendo ésta la satisfacción de sus clientes, por lo que son el centro del holos, el segundo nivel está asignado por la Dirección General, ya que es la cabeza de la empresa y la que está a cargo de cubrir las necesidades y expectativas de los clientes y la sociedad.

Los siguientes niveles son los estratégicos a cargo de las gerencias de la empresa, éstas deben desarrollar competencias, es decir, la capacidad intelectual u holística que les permita tener una mejor toma de decisiones para responder a las necesidades (internas y externas).

Finalmente, el último nivel del holos está compuesto por Secretaría de Hacienda y Crédito Público (S.H.C.P.) y los proveedores (materia prima y herramientas) siendo éstos parte fundamental del sistema para lograr una ventaja competitiva.

Concebida como una orientación dinámica con el objeto de estudiar las relaciones humanas dentro de los grupos pequeños, se emplea el sociograma como una técnica de análisis de datos que muestran una realidad objetiva para focalizar los puntos de influencia y de preferencia entre las partes involucradas del sistema (Nuño, 2012).

La Figura 1.22, representa el sociograma correspondiente a DHEG de México, éste centra su atención de forma particular en el modo que implican los criterios de elecciones basadas en los principales papeles funcionales (Dirección General y Gerencias) de los otros miembros de la organización (Colaboradores).

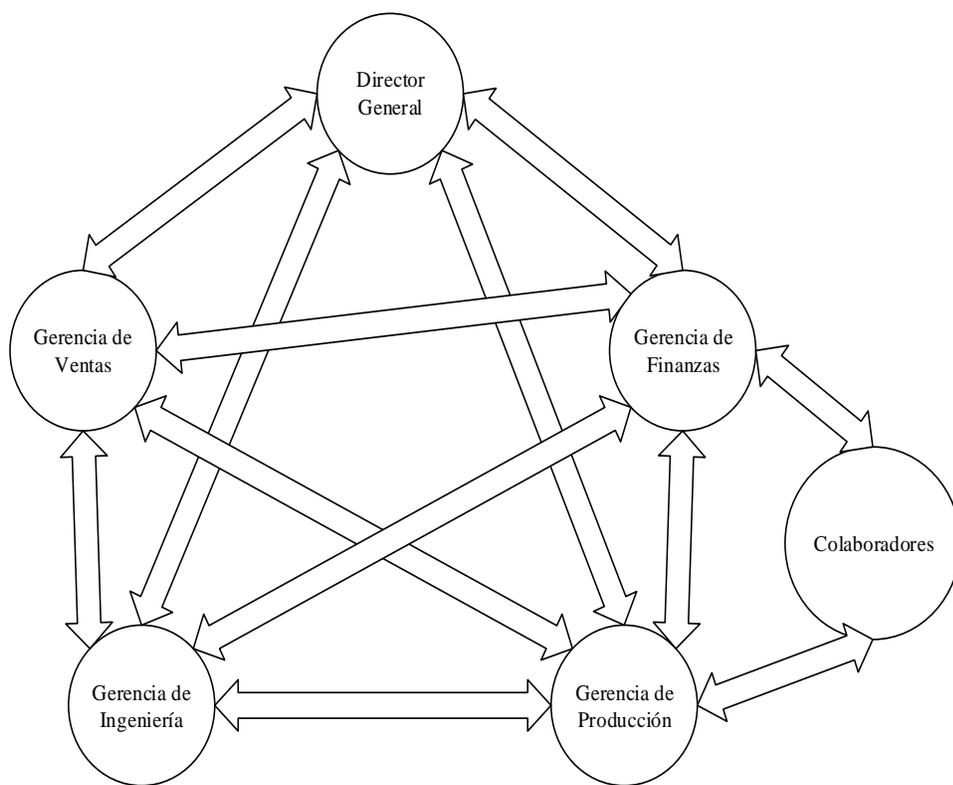


Figura 1.22. Sociograma DHEG de México (Elaboración propia, 2018).

Los colaboradores tienen estrecha relación con la gerencia de Finanzas y de Producción por la participación que emplean dentro de estos departamentos y viceversa.

Es notable el número de relaciones que reciben cada uno de los integrantes, y es igualmente destacable el hecho de que estas elecciones son recíprocas, su integración en una red de relaciones dentro de la organización sitúa a los participantes en un lugar especialmente relevante dentro del mismo.

1.5.3. Clientes.

La aplicación principal de los conectores eléctricos fabricados por DHEG de México, se localiza en los transformadores sumergidos en aceite de mediana y alta potencia. Desde su creación, cuenta con únicamente dos clientes, a pesar de pertenecer al mismo grupo, han sido muy importantes para la empresa ya que se han recibido grandes proyectos de estos que han ayudado para lograr su estabilización económica con la que ahora cuenta. A continuación, se hace una breve descripción de ellos.

1.5.3.1. VOLTRAN.

El nombre de VOLTRAN es una abreviación de TRANSFORMACIÓN DEL VOLTAJE, esta importante empresa inició sus operaciones en 1980 con un enfoque en la disciplina del manejo de recursos y la apuesta al desarrollo de tecnología propia, desde su creación, sus instalaciones están ubicadas en el municipio de Tizayuca, Estado de Hidalgo. Rápidamente VOLTRAN se colocó entre los fabricantes de transformadores de distribución y es reconocido por grandes firmas de ingeniería de proyectos eléctricos.

En una segunda etapa VOLTRAN incursionó en la fabricación de transformadores de potencia ampliando instalaciones incluyendo un laboratorio de pruebas, logrando la aceptación de grandes usuarios de energía como Comisión Federal de Electricidad (CFE) y Petróleos Mexicanos (PEMEX) que reconocieron su calidad y competitividad, desde entonces los transformadores VOLTRAN acompañan sus proyectos eléctricos.

En 1998 VOLTRAN realiza las primeras exportaciones de transformadores de potencia lo cual abre la puerta para otros clientes y mercados, desde entonces, VOLTRAN exporta Transformadores a Norteamérica, Canadá, Centroamérica y el caribe (VOLTRAN, 2018).

1.5.3.2. WEG Transformadores.

Nacida en Jaraguá, Brasil y con el coraje de emprendedores visionarios, tras un tiempo, la empresa pasó a llamarse WEG, en alusión a las iniciales de los fundadores. Nombre que hoy es reconocido como uno de los mayores fabricantes de equipos eléctricos del mundo.

Produciendo inicialmente motores eléctricos, WEG amplió sus actividades a partir de la década de 1980 con la producción de componentes electro-electrónicos, productos para

automatización industrial, transformadores de fuerza y distribución, pinturas líquidas y en polvo, así como barnices electro aislantes. La empresa se consolidó, no sólo como fabricante de motores, sino como proveedora de sistemas eléctricos industriales completos.

La trayectoria de la organización, idealizada por Werner, Eggon y Geraldo, es marcada por el éxito. El conjunto de valores, creencias e ideales sustentados por los fundadores, están enraizados en la organización y dictan los caminos victoriosos por los cuales la empresa transita su historia. La esencia valiente, dinámica y grandiosa es la fuente que mantiene a WEG funcionando en dirección al éxito.

En el año 2000, Grupo WEG adquiere sus dos primeras fábricas en el exterior, la primera ubicada en Argentina y la segunda en México donde, además de iniciar sus propias instalaciones en Huehuetoca, Estado de México, absorbe las acciones que constituye la firma VOLTRAN (VOLTRAN, 2018).

1.5.4. Análisis FODA.

El análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas) es una herramienta que permite conformar un cuadro de la situación actual del objeto de estudio (persona, empresa u organización, etc.) permitiendo de esta manera obtener un diagnóstico preciso que permite, en función de ello, tomar decisiones acordes con los objetivos y políticas formulados (Nuño, 2012).

Las fortalezas pertenecen al análisis interno sobre el producto o servicio con el que se emprende un negocio. Aquí entran en juego cuestiones como la capacidad de trabajo, los estudios al respecto o cuánto quieres hacer crecer tu emprendimiento. Las Oportunidades pertenecen al ámbito de las condiciones externas existentes para lograr el objetivo planteado. Analiza cuáles son las oportunidades reales que existen en este momento y a futuro. Las Debilidades también son parte del aspecto interno del producto/servicio/emprendedor que minimizan las posibilidades de éxito. Las Amenazas al emprendimiento tienen que ver, al igual que las oportunidades, con lo externo a la empresa; es decir con el contexto (Chiavenato, 2002).

En busca del desarrollo de una estrategia de negocio que sea sólida a futuro, es posible emplear la matriz de análisis FODA, de esta manera, la organización puede enfocarse a los

factores que tienen mayor impacto para la toma de eficientes decisiones y acciones pertinentes. En la Figura 1.23 se presenta el resultado de dicho análisis realizado durante la investigación.



Figura 1.23. Matriz análisis FODA DHEG de México (Elaboración propia, 2017).

Los hallazgos encontrados a partir del estudio han ilustrado la importancia de crear una estrategia de negocio que mejore la innovación, capacitación, productividad y competitividad de la organización.

1.5.5. Descripción de los productos.

Todos los conectores de compresión fabricados en DHEG de México, están diseñados para conectar un rango específico de calibres de alambre y/o cable. Algunos aceptan una amplia gama de tamaños de conductores, mientras que otros tienen un rango limitado.

El producto con mayor producción en la empresa es el conector empalme lineal seguido del conector empalme tipo “T”, quedando en última posición la fabricación de las terminales zapatas de uno y dos barrenos; todos están disponibles en distintas medidas de acuerdo con la sección del conductor que los vaya a ocupar.

Al ser empleados para mediana y alta potencia, la sección del conductor va desde 1/0, 2/0, 3/0 y 4/0 AWG (American Wire Gauge) hasta 250, 350, 500, 600, 750 y 1000 MCM (Mil Circular Mil, también conocido como Kcmil).

Para la elaboración de los productos, la materia prima está basada principalmente en tubo de cobre electrolítico con conductividad aproximada de 99% (DHEG de México, 2017). Antes de ingresar a producción para la elaboración de productos, la materia prima debe pasar por un tratamiento térmico para mejorar la maleabilidad del conductor.

1.5.5.1. Familia de productos.

La clasificación por familia de los productos se realiza a través del conjunto de modelos del mismo tipo de producto, que presentan características comunes y cuyas variantes entre ellos, cumplen con las especificaciones establecidas bajo normatividad.

En la Figura 1.24 se muestra la clasificación de las tres familias de productos que conforma DHEG de México, las cuales son conformadas como a continuación se indica:

- Familia A: Conector empalme lineal.
- Familia B: Conector empalme lineal tipo “T”.
- Familia C: Terminal zapata 1 y 2 barrenos.

Cabe mencionar, que cada familia está conformada por los diferentes tamaños existentes conector anteriormente mencionados, además, estos productos pueden presentar un recubrimiento en estaño o plata, de acuerdo con los requerimientos del cliente.

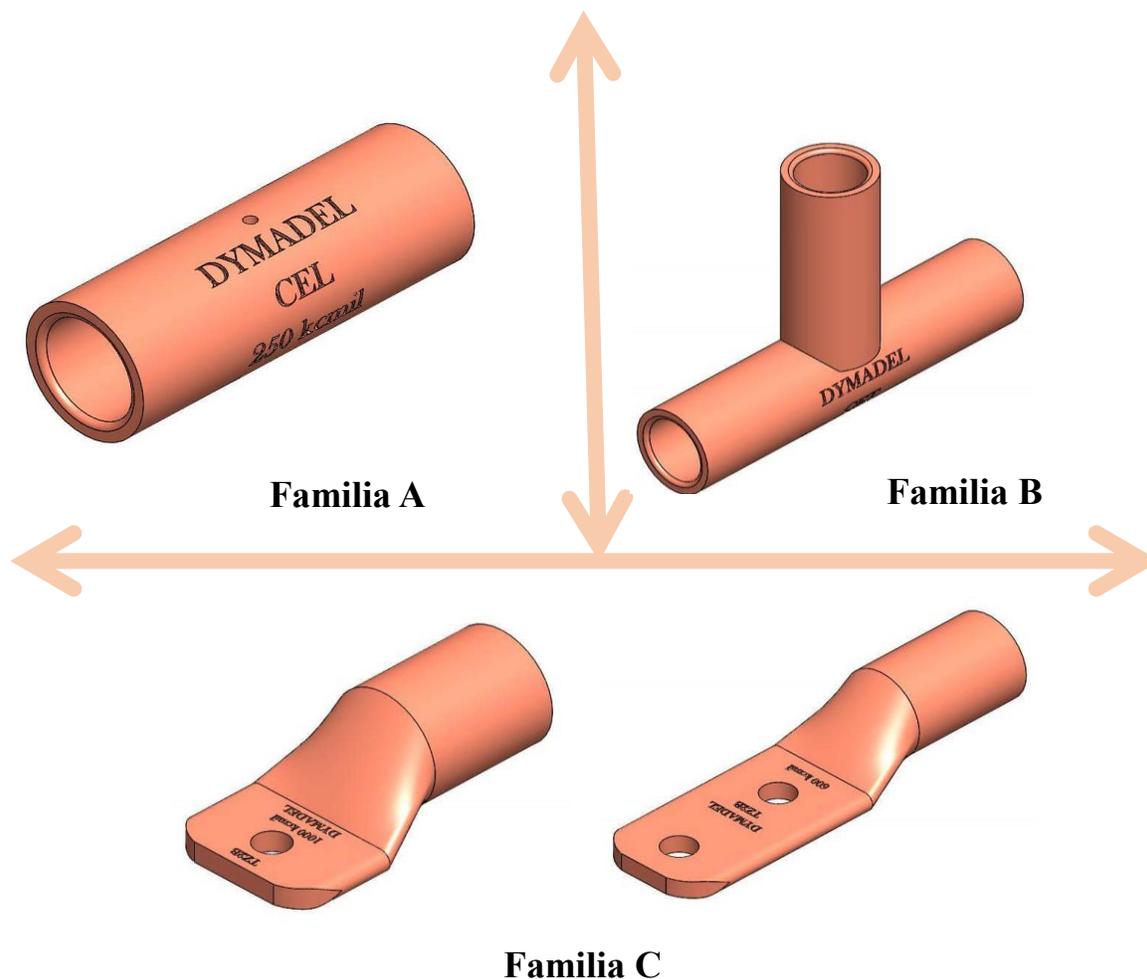


Figura 1.24. Clasificación por familia de productos DHEG de México (2017).

1.6. Contexto histórico de Calidad.

Calidad, se puede definir como el grado de satisfacción que ofrecen las características del producto/servicio, en relación con las exigencias del consumidor al que se destina, es decir, un producto o servicio es de calidad, cuando satisface las necesidades y expectativas del cliente o usuario, en función de determinados parámetros, tales como seguridad, confiabilidad y servicio prestado.

Se puede decir que el concepto de la Calidad ha venido caracterizado por la eficacia en la fabricación del producto o en la prestación del servicio, y de ahí es que el aporte de los maestros de la Calidad han venido introduciendo paulatinamente aspectos relacionados con el sentir del cliente y con la eficiencia del negocio (Berry, 2002).

A lo largo de la historia encontramos múltiples manifestaciones que demuestran que el hombre ha conseguido satisfacer sus necesidades adquiriendo aquello que le reportaba mayor utilidad. Así, de una forma u otra, se preocupaba y se preocupa por la calidad de lo que adquiere. Como consecuencia, para comprender el significado actual del término resulta conveniente analizar el proceso histórico que lo ha desarrollado hasta alcanzar el actual enfoque integral o “sistémico” (Atlantic International University, 2016).

Los japoneses fueron los pioneros en la aplicación de la técnica de la Calidad Total. Cuando la Segunda Guerra Mundial dejó una situación catastrófica en la economía japonesa, con unos productos pocos competitivos que no tenían cabida en los mercados internacionales, los japoneses reaccionaron de forma rápida y adoptando los sistemas de calidad, se lanzaron al mercado obteniendo como resultado un crecimiento espectacular. Esta iniciativa pronto se transmitió a otras zonas del planeta. Los europeos que tardaron más tiempo en adoptar este sistema fueron quienes lo impulsaron de una manera definitiva durante los años 80. La implantación de la Calidad Total es un proceso largo y complicado, que supone cambiar la filosofía de la empresa y los modos de gestión de sus responsables (Guilló, 2000).

1.6.1. Evolución de la Calidad.

Este término ha cambiado durante la historia, por lo que es importante señalar sus diferentes etapas ilustradas en la Figura 1.25.

Etapa Artesanal. Ocurrida durante la época de la Edad Media, esta etapa implica hacer bien las cosas independientemente de coste o esfuerzo necesario para ello (Guilló, 2000).

Revolución Industrial. Sólo se pensaba hacer muchas cosas sin importar que sean de calidad, con el fin de satisfacer gran demanda de bienes (Atlantic International University, 2016). Con la Revolución Industrial, los artesanos siguieron caminos diferentes. Algunos de ellos continuaron como hasta entonces, otros se transformaron en empresarios, mientras el resto se convirtió en operario de las nuevas fábricas (Nuño, 2012).

Asimismo, desde finales del siglo XVIII a finales del siglo. XIX se produce la incorporación de la máquina a los talleres donde se concentraban los nuevos operarios (antiguos artesanos), produciéndose una reestructuración interna en las fábricas como forma de adaptarse a los requerimientos de las nuevas tecnologías y a los mayores volúmenes de producción (Guilló, 2000).

Segunda Guerra Mundial. A finales del siglo XIX, en los Estados Unidos desaparece totalmente esa comunicabilidad que existía entre fabricante y cliente y se inicia un proceso de división y estandarización de las condiciones y métodos de trabajo. Aparece la visión de Frederick Winslow Taylor, implicando la separación entre la planificación y la ejecución del trabajo con la finalidad de aumentar la productividad. Este trascendental cambio provocó inicialmente un perjuicio en la calidad del producto o servicio (Berry, 2002).

De la misma manera, con la producción en serie, siguiendo los principios clásicos de organización científica del trabajo de Taylor, era fácil que se produjera un error humano, que se olvidara colocar una pieza, o se entregara un artículo defectuoso. De esta forma, surgieron los primeros problemas relacionados con la calidad en la industria. Como solución, se adoptó la creación de la función de inspección en la fábrica, encargando ésta a una persona responsable de determinar qué productos eran buenos y cuáles malos, eliminando a medida que este periodo iba avanzando la preocupación o responsabilidad de los operarios por la calidad y traspasándola al inspector. En esta etapa se aseguraba la eficacia de sus armamentos sin importar el costo, con mayor y más rapidez en la producción (Chiavenato, 2002).

Postguerra, en Japón. Aquí se comienzan a hacer bien las cosas a primera con la finalidad de minimizar los costes mediante la calidad. Hasta este momento, el control de calidad tenía un límite ya que se centraba en la planta productiva. Sin embargo, las lecciones del Dr. Juran sobre el arte del Quality Management y el significado de la calidad ampliaron el enfoque más allá de la simple inspección de productos (Berry, 2002).

Postguerra, en el resto del mundo. Con la finalidad de satisfacer la gran demanda de bien causada por la guerra, sólo se pensaba producir la mayor cantidad posible (Harrington, 1995).

Control de calidad. Técnica de inspección en producción para evitar la salida de bienes defectuosos. para desarrollar un producto de calidad era preciso que todas las divisiones de la

empresa y todos sus empleados participaran en el control de la calidad. Esto significaba que quienes intervenían en la planificación, diseño e investigación de nuevos productos, así como quienes estaban en la división de fabricación y en las divisiones de contabilidad y personal entre otras, tenían que participar sin excepción (Atlantic International University, 2016).

Aseguramiento de la calidad. Es un sistema de procedimiento de la organización para evitar que se produzcan bienes defectuosos (Chiavenato, 2002).

Calidad Total. Nace con la finalidad de satisfacer tanto al cliente externo como al interno, ser altamente competitivo y tener una mejora continua.

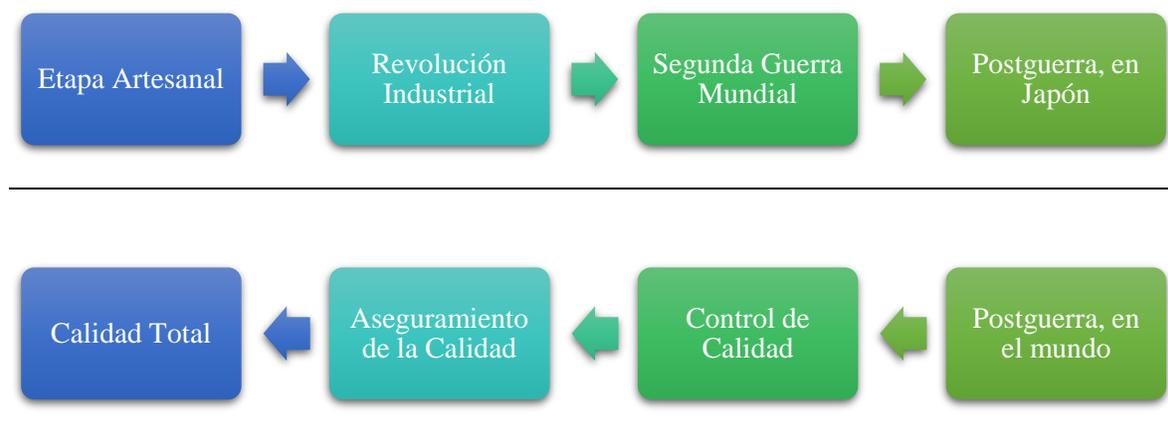


Figura 1.25. Orígenes del pensamiento sistémico (Guilló, 2000).

Esta evolución supone una ampliación del concepto tradicional de calidad. En la actualidad ya no podemos hablar sólo de calidad del producto o servicio, sino que la nueva visión ha evolucionado hacia el concepto de la calidad total. La calidad del producto o servicio se convierte en objetivo fundamental de la empresa; pero si bien con la visión tradicional se trataba de conseguir a través de una función de inspección en el área de producción, en el enfoque moderno la perspectiva se amplía, considerando que va a ser toda la empresa la que va a permitir alcanzar esta meta, fundamentalmente a través de la prevención. Según esta nueva visión, podrá mejorar la calidad del producto o servicio si mejora la calidad global de la empresa, es decir, si ésta se convierte en una organización de calidad, refiriéndose a una empresa avanzada en calidad porque ha implantado la dirección de la calidad (Guilló, 2000).

1.7. Justificación.

México es uno de los destinos de inversión extranjera más atractivos a nivel global. De hecho, de acuerdo con la encuesta de negocios 2016-2018 de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD), que identifica a los países más atractivos para invertir en el mundo en los siguientes tres años, el país es la octava nación más atractiva para la inversión y emprendimiento.

El mercado interno supera los 120 millones de habitantes, lo que lo ubica en la undécima posición a nivel global. Éstas y otras fortalezas del país conforman un entorno óptimo para el desarrollo de los negocios. Lograr un crecimiento sostenido de la economía mexicana, requiere de un sector eléctrico robusto y confiable, que permita llevar a cabo todas las actividades productivas necesarias para el desarrollo del país. Así, en la década 2006-2016, el PIB creció 2.4% en promedio anual y la población 1.2%, mientras que el consumo de electricidad creció al 2.6% (SENER, 2017).

La pequeña empresa adquiere una especial importancia para la estructura económica y social del país al estar inmersa en un nuevo contexto globalizador, se enfrenta a nuevas problemáticas, a nuevos retos, lo que las obliga a adoptar o desarrollar nuevas alternativas de acción para poder permanecer e incorporarse a mercados competitivos. La administración efectiva de las pequeñas empresas, que según Alejandro Durán representan en México el 99.8%, detonaría el potencial de bienestar social, económico y de desarrollo de la nación (Durán, 2015).

Las pequeñas y medianas empresas normalmente carecen de una estructura formal en todas sus áreas; el trabajo que realiza se asemeja al de un hombre orquesta y se atribuye el mismo su especialidad (Chiavenato, 2002). En algunos casos recurre a la asesoría financiera externa, lo que hace que el manejo contable financiero lo realice un contador externo y se encarga de los aspectos legales, personales, financieros y tributarios.

Las áreas de ventas y producción son las más fuertes, este tipo de empresas, encuentran su satisfacción al competir en el mercado y la necesidad de satisfacer nuevas exigencias de este y la premura por tomar decisiones rápidamente, hace que las acciones se realicen de forma fácil, dando lugar a la adaptación del producto al mercado rápidamente. Sin embargo, incentivar el conocimiento de la administración de una micro o pequeña empresa ayuda a fortalecer la

organización para ser más competitivos; para ello se debe considerar y aplicar las funciones del proceso administrativo, esto quiere decir: planificar, organizar, dirigir y control las actividades de la micro y pequeña empresa (Chiavenato, 2002).

Es indispensable que la empresa bajo análisis cuente con un sistema de calidad y productividad ya que el crecimiento ambas, refleja el uso eficiente de los recursos con que se cuenta para desarrollar un producto y/o servicio de hacerlo de modo inadecuado conlleva problemas serios que pueden conducir a la desaparición de la organización.

1.8. Objetivos e Hipótesis.

1.8.1. Objetivo General.

Evaluar la calidad y la productividad en una organización, empleando una metodología ciber-sistémica (basado en Rojas & Aguilar, 2013).

1.8.2. Objetivos Específicos.

1. Definir el marco contextual y fundamento de la investigación.
2. Analizar el contexto actual de la empresa caso de estudio.
3. Desarrollar el marco teórico de la investigación mediante la idea transdisciplinaria.
4. Establecer el marco metodológico de la investigación bajo la perspectiva ciber-sistémica.
5. Aplicar la metodología en una empresa de conectores eléctricos de compresión como caso de estudio: DHEG de México.

1.8.3. Hipótesis.

Mediante el empleo de una metodología ciber-sistémica en una empresa de conectores eléctricos como caso de estudio, es posible evaluar los niveles en calidad y productividad en busca de la excelencia y mejorarlos mediante la aplicación de dicha metodología.

CAPÍTULO II.

MARCO TEÓRICO Y MARCO METODOLÓGICO.

Una vez establecido el contexto y fundamentos de la investigación en el capítulo anterior, este apartado, aborda el marco metodológico y el marco teórico formado por el conjunto de disciplinas que dan soporte a la investigación iniciando con el pensamiento de sistemas y el enfoque de sistemas, ya que se considera necesario contar con una visión holística que permita comprender la naturaleza compleja de los problemas que se presentan cuando se pone en marcha los planes estratégicos en una organización. Asimismo, se describe el Paradigma Cibernético, contemplado de punto de vista del enfoque sistémico.

2.1. Marco Teórico.

La investigación necesita tener una visión sistémica-transdisciplinaria que permita integrar los conocimientos de las diferentes áreas; de esta manera se integra el marco teórico de las distintas disciplinas que se relacionan con el proyecto de tesis, cuya aportación consiste en implementar un sistema ciber-sistémico que permita el incremento de la calidad y productividad en una organización.

2.1.1. Sistema.

Siempre que se habla de sistemas se tiene en vista una totalidad cuyas propiedades no son atribuibles a la simple adición de las propiedades de sus partes o componentes. En las definiciones más corrientes se identifican los sistemas como conjuntos de elementos que guardan estrechas relaciones entre sí, que mantienen al sistema directo o indirectamente unido de modo más o menos estable y cuyo comportamiento global persigue, normalmente, algún tipo de objetivo (teleología). Esas definiciones que nos concentran fuertemente en procesos sistémicos internos deben, necesariamente, ser complementadas con una concepción de sistemas abiertos, en donde queda establecida como condición para la continuidad sistémica el establecimiento de un flujo de relaciones con el ambiente (Povedar, 2009).

Por otro lado, un fenómeno cualquiera es considerado como sistema cuando sus partes constituyentes interactúan entre sí y cada una de ellas son también sistemas (Hurtado, 2011).

2.1.1.1. Elementos de un sistema.

Los elementos de un Sistema son todas aquellas características relevantes que ayudan a realizar un mejor análisis a un sistema de estudio. Los elementos más importantes del sistema son (Hurtado, 2011):

- Objetivos.
- Sinergia.
- Recursividad.
- Las corrientes de entrada.
- El proceso de conversión
- Las corrientes de salida.
- La comunicación de retroalimentación (Elemento de control).
- Fronteras.
- Entorno.

2.1.2. Clasificaciones básicas de los sistemas generales.

Es conveniente advertir que no obstante su papel renovador para la ciencia clásica, la T.G.S. no se despega (en lo fundamental) del modo cartesiano (separación sujeto/objeto). Así forman parte de sus problemas tanto la definición del estatus de realidad de sus objetos, como el desarrollo de un instrumental analítico adecuado para el tratamiento lineal de los comportamientos sistémicos (esquema de causalidad). Bajo ese marco de referencia los sistemas pueden clasificarse de las siguientes maneras (Hurtado, 2011):

- a. Según su entitividad los sistemas pueden ser agrupados en reales, ideales y modelos. Mientras los primeros presumen una existencia independiente del observador (quien los puede descubrir), los segundos son construcciones simbólicas, como el caso de la lógica y las matemáticas, mientras que el tercer tipo corresponde a abstracciones de la realidad, en donde se combina lo conceptual con las características de los objetos (Rodríguez, 2015).
- b. Con relación a su origen los sistemas pueden ser naturales o artificiales, distinción que apunta a destacar la dependencia o no en su estructuración por parte de otros sistemas.

- c. Con relación al ambiente o grado de aislamiento los sistemas pueden ser cerrados o abiertos, según el tipo de intercambio que establecen con sus ambientes (Hurtado, 2011).

2.1.3. Teoría General de Sistemas.

La Teoría General de Sistemas describe un nivel de construcción teórico de modelos que se sitúa entre las construcciones altamente generalizadas de las matemáticas puras y las teorías específicas de las disciplinas especializadas y que en estos últimos años ha hecho sentir, cada vez más fuerte, la necesidad de un cuerpo sistemático de construcciones teóricas que pueda discutir, analizar y explicar las relaciones generales del mundo empírico. Según Boulding ese es el destino de la Teoría General de Sistemas (T.G.S.). Por supuesto que no se busca establecer una teoría general de prácticamente cualquier cosa, única y total, que reemplace todas las teorías especiales de cada disciplina en particular (Johansen, 2004).

La necesidad de una teoría general de sistemas se ve acentuada por la situación actual de las ciencias (Marín, 2008). El conocimiento no es algo que exista y crezca en abstracto. Es una función del organismo humano y de las organizaciones sociales. El conocimiento oculto no es conocimiento. El conocimiento crece a través de la recepción de información, es decir, de la obtención de mensajes capaces de reorganizar el conocimiento del receptor. Por lo tanto, el crecimiento del conocimiento en general depende directamente de este flujo de comunicaciones entre científicos. La situación crítica en que se encuentra la ciencia hoy día se ha debido a la dificultad, cada vez mayor, de tales comunicaciones entre los científicos como una totalidad (Johansen, 2004).

Mientras más se divide la ciencia en subgrupos y menor sea la comunicación entre las disciplinas, mayor es la probabilidad de que el crecimiento total del conocimiento sea reducido por la pérdida de comunicación relevante. El esparcimiento de la sordera especializada significa que una persona que debiera saber algo que otra conoce es incapaz de encontrarlo por la falta de un “*Oído Generalizado*” (Hurtado, 2011). Ahora bien, uno de los principales objetivos de la Teoría General de Sistemas es la multiplicación de estos oídos generalizados, desarrollando un marco de referencia que contenga un lenguaje común y permita a dos o más especialistas de disciplinas diferentes analizar conjuntamente un fenómeno. Es decir, estos oídos generalizados serán capaces de “defenderse” en una comunicación de trabajo en equipo.

Con esto, la T.G.S. crea un *Nuevo Sistema*, constituidos por oídos generalizados (Partes) que se comunican (Interactúan) entre sí, para analizar un fenómeno (Objetivo) (Hurtado, 2011).

2.1.4. El pensamiento de sistemas.

El pensamiento de sistemas hace uso consciente del concepto particular de integridad que se aprende en la palabra “sistema”, para ordenar nuestros pensamientos [Checkland, 1997].

Un sistema es más que la suma de sus partes; es un todo indivisible, que pierde sus propiedades esenciales cuando es separado en sus elementos. A su vez, los elementos de un sistema pueden ser ellos mismos sistemas y cada sistema puede ser elemento de un sistema mayor (Ackoff, 1973).

Cuando se usa el pensamiento de sistemas para analizar una determinada situación, un problema es enfocado de manera que se toma una amplia visión de él, tratando de tomar en cuenta todos los aspectos, concentrándose en las interacciones entre sus diferentes partes del problema; es cuando se aplica el enfoque de sistemas (Checkland, 1997).

2.1.5. Dos enfoques para el estudio de la T.G.S.

Existen dos enfoques para el desarrollo de la T.G.S., que la misma teoría sugiere. Estos enfoques, como se apreciará, deben tomarse más bien como complementarios que como competitivos o como dos caminos cuya exploración tiene valor (Ulloa, 1994).

El primer enfoque consiste en construir un modelo teórico que represente a fenómenos generales que se encuentren en diferentes disciplinas, partiendo de la observación de universo empírico. Este método, en vez de estudiar sistema tras sistema, considera un conjunto de todos los sistemas concebibles (en los que se manifiesta el fenómeno general en cuestión) y busca reducirlo a un conjunto de tamaño más razonable. Por ejemplo, en todas las áreas del saber humano se encuentran poblaciones de individuos, la idea es generar un modelo que sea aplicable y válido en las diferentes disciplinas que tengan que ver con poblaciones. Este primer marco de referencia presenta un objetivo de baja ambición, pero con alto grado de confianza, al descubrir similitudes en las construcciones teóricas de las diferentes disciplinas del saber y al desarrollar métodos teóricos aplicables por lo menos a dos áreas de estudio (Hurtado, 2011).

El segundo enfoque consiste en ordenar jerárquicamente las disciplinas del saber en relación con la complejidad organizacional de sus componentes en un nivel de abstracción apropiado (Rodríguez, 2015). Este es un enfoque más sistemático que el anterior y conduce a lo que se ha denominado “un sistema de sistemas”. Boulding presenta un ordenamiento jerárquico a los posibles niveles determinan un ordenamiento de los diferentes sistemas que nos rodean. En la tabla 2.1 se describe este ordenamiento (Ulloa, 1994).

Tabla 2.1. Orden jerárquico de los campos empíricos (Ulloa, 1994).

| Nivel | Descripción | Ejemplos |
|-------------------------------------|---|--|
| Sistemas Estáticos. | Corresponden a sistemas conceptuales o teóricos. | Los Modelos Conceptuales. Leyes de Newton. |
| Sistemas Dinámicos Simples. | Corresponden a sistemas no orgánicos que transforman algún tipo de energía. | Sistema Solar. Los Volcanes. Las Corrientes Marinas. |
| Sistemas Cibernéticos o de Control. | Son sistemas que ayudan a otros a cumplir sus objetivos. | El termostato. El Sistema Nervioso Humano. |
| Sistemas Dinámicos de 1er Orden. | Sistemas abiertos. | Células. Virus. |
| Sistemas Dinámicos de 2do Orden. | Genético Social. | La flora en general. |
| Sistemas Dinámicos de 3er Orden. | Animal. | La fauna en general. |
| Sistemas Dinámicos de 4to Orden. | Hombre. | El hombre. |
| Sistemas Dinámicos de 5to Orden. | Expresados por las estructuras sociales. | Una empresa. Una familia. |
| Sistemas Dinámicos de 6to Orden. | Son considerados como sistemas trascendentes. | Lo absoluto. |

Una ventaja que muestra esa jerarquía de sistemas es que nos da alguna idea sobre la presencia de vacíos presentes tanto en el conocimiento empírico como teórico (Bertalanffy, 1994).

2.1.6. La sistémica.

Tomando en cuenta la simplicidad o complejidad de los elementos que integran un sistema se puede afirmar la existencia de sistemas simples y complejos. Estos últimos están integrados por subsistemas, que a su vez pueden tener otros subsistemas y así hasta la unidad básica del sistema que constituye lo que denominamos sistema simple (Ackoff, 1973). Considerando la naturaleza de los sistemas, éstos se dividen en sistemas abstractos y concretos. Sistemas abstractos son aquellos que están compuestos totalmente por elementos que son conceptos y sistemas concretos son entidades específicas que existen en el espacio y en el tiempo.

Dentro de los sistemas concretos se encuentran los sistemas naturales, aquellos que la propia naturaleza ha construido. En estos sistemas naturales podemos distinguir entre sistemas físicos o inorgánicos y sistemas vivos u orgánicos. Todos estos sistemas son muy variados, pero con ciertas analogías (Bertalanffy, 1994).

Finalmente dependiendo de la relación con el medio que les rodea se tienen sistemas cerrados y abiertos. El sistema abierto es aquel sistema concreto cuyas fronteras permiten el intercambio de materia, energía o datos del entorno y desde el sistema al entorno. Por otro lado, el sistema cerrado es aquel que no intercambia materia con el medio ambiente.

Como es de entenderse el pensamiento sistémico, la sistemología, la teoría de sistemas, no sólo son nuevos planteamientos para observar y estudiar en forma importante nuestro mundo, en el sentido de que no podemos abstraernos de él para su estudio, sino que es una forma de pensamiento, una visión y una actitud (Villamil, 2004).

2.1.7. Transdisciplinarietàad.

La visión transdisciplinaria elimina la homogeneización, y reemplaza la reducción con un nuevo principio de realidad que emerge de la coexistencia de una pluralidad compleja y una unidad abierta. En lugar de una simple transferencia del modelo desde una rama del conocimiento a otra, esto toma en cuenta el flujo de información circulando entre varias ramas de conocimiento. La principal tarea es la elaboración de un nuevo lenguaje, de una nueva lógica, y de nuevos conceptos que permitan un dialogo genuino entre diferentes dominios. De igual forma, no es una nueva disciplina, sino una herramienta teórica o una super-disciplina; es la

ciencia y el arte de descubrir puentes entre diferentes objetos y áreas de conocimiento (Kim, 1998).

El concepto se atribuye a la primera conferencia Internacional en 1970. Se refería a “un sistema común de axiomas para un conjunto de disciplinas”. Jean Piaget, la veía como una etapa más alta en la epistemología de las relaciones interdisciplinarias. Él creía que el pensamiento a través de los distintos campos podría llevar a una teoría general de sistemas o estructuras; focalizó su mirada sobre las asimilaciones recíprocas, anticipando una relación transformativa entre el organismo viviente y las estructuras físico-químicas. Por su parte, Erich Jantsch propuso un modelo jerárquico para el sistema de la ciencia, la educación y la innovación. Este autor visualizaba todas las disciplinas e interdisciplinas como siendo coordinadas por una axiomática general, con un mutuo enriquecimiento de epistemologías (Balsiger, 2004).

2.1.8. Paradigma cibernético.

La palabra cibernética deriva de la palabra griega *kybernes*, que significa “el arte de gobernar una nave”, empleada por primera vez por Platón. En el siglo XIX, Ampere la utilizó para referirse a los modos de gobierno. Norbert Wiener propuso el nombre de Cibernética, aludiendo a “la ciencia del control y la comunicación, en el animal y en la máquina”. Por tanto, la palabra cibernética podría significar la “ciencia de mando o del control”. De hecho, la cibernética, se desarrolló como ciencia profundamente “transdisciplinaria” para estudiar el control y el autocontrol (Beer, 1963).

De acuerdo con la teoría cibernética (Wiener, 1948; Foerster, 1949, 1964; Ashby, 1962; Gelman, 1996; Heylighen, 2001), todo sistema se puede conceptualizar como un sistema de control en el que se distinguen dos subsistemas principales ilustradas en la Figura 2.1. el subsistema controlador (regulador o gestor) y el subsistema controlado (o conducido).

El controlador percibe al subsistema controlado. Esta percepción provee un flujo de información que, combinado con las metas que posee el sistema, le permite al controlador actuar sobre el conducido. Las acciones del controlador dependen de este flujo de información. Para que el controlador actúe, necesita percibir o conseguir información acerca de los acontecimientos que suceden en el mundo (que pueden llegar a ser perturbaciones para el sistema) y de los efectos de sus acciones (Wiener, 1948). El subsistema de gestión diseña,

elabora y controla la trayectoria de cambio del subsistema conducido (incluyendo el no cambio), por medio de la previsión y ejecución de un conjunto de actividades que garanticen este cambio, a través de un proceso, que se llama proceso de gestión (Ashby, 1962).

El subsistema conducido es el principal responsable por cumplir con el papel que tiene el sistema en el suprasistema, el cual consiste en proporcionar productos, tales como bienes o servicios.

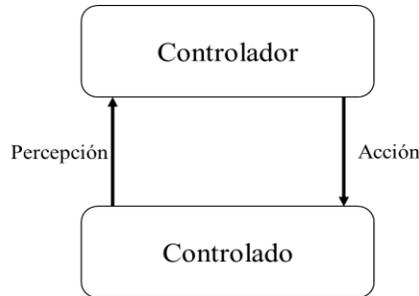


Figura 2.1. Sistema conceptualizado de control (Wiener, 1948).

La cibernética se focaliza en cómo el sistema usa la información disponible y las acciones de control para direccionar al sistema hacia su meta. Adicionalmente a una meta primaria, el sistema puede tener diversas metas subsidiarias que indirectamente contribuyen a su supervivencia.

Empleando el concepto de caja negra, en la Figura 2.2 se muestra un cambio. Se aprecia una entrada al sistema que proviene de su entorno (insumos, estímulos, perturbaciones) que se transforma en una salida (producto) que regresa al entorno.

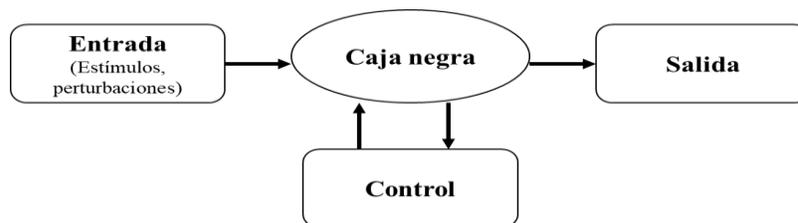


Figura 2.2. Cibernética, caja negra (Wiener, 1948).

Utilizando la formulación y terminología (paradigma cibernético) de Gelman representado en la Figura 2.3, las actividades de un sistema dinámico pueden asociarse al subsistema de gestión (o conducente) y al subsistema de producción (o conducido). A las actividades de gestión se las identifica como encargadas de la administración y a las de

producción como encargadas de la transformación directa de los insumos en productos terminados (Gelman, 1996).

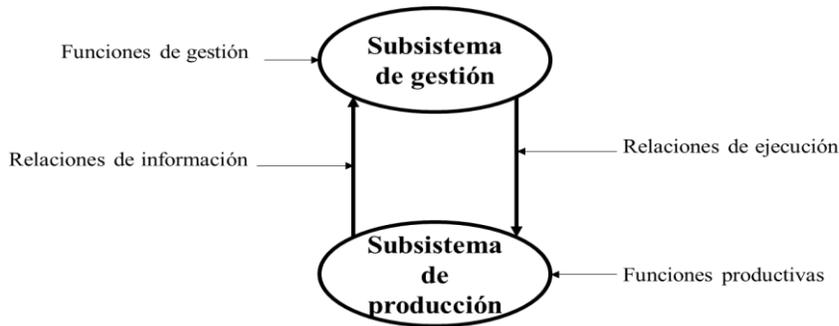


Figura 2.3. Paradigma cibernético (Gelman, 1996).

El paradigma cibernético da una pauta para definir los subsistemas que integran a un sistema (Gelman, 1996) y, además, permite determinar el fenómeno del control en sistemas y visualizar sus mecanismos. Esto se da a partir de la conceptualización, en cualquier sistema, de dos subsistemas principales: el de gestión, llamado de regulación o de control, y el conducido, junto con sus relaciones fundamentales, que son de información y de ejecución.

2.1.8.1. Proceso de Gestión.

En la Figura 2.4, se distinguen dos modalidades complementarias en el proceso de gestión: la gestión correctiva, que se dedica a mantener al sistema en un estado dado o a optimizar su operación; y la gestión planificada, que se dedica a definir los objetivos para el sistema, así como las actividades para determinar y realizar la trayectoria adecuada para lograrlos (Gelman, 1996).

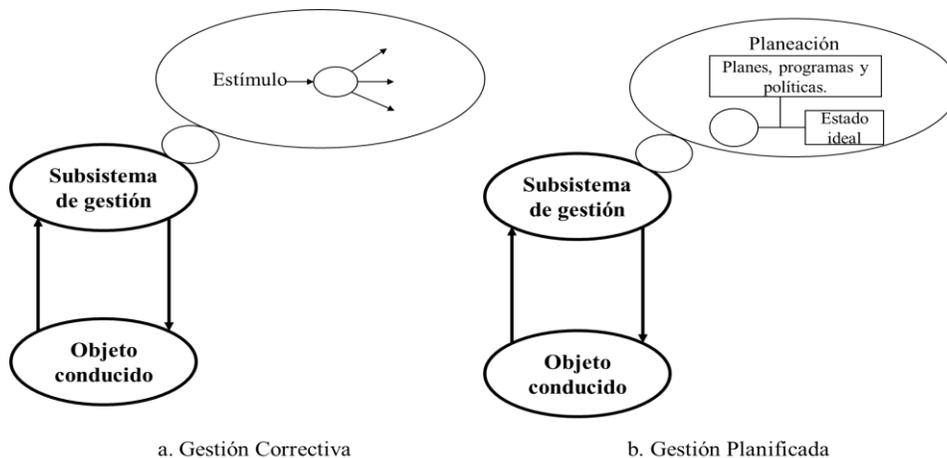


Figura 2.4. Modalidades de gestión (Gelman, 1996).

Cuando se aplica el enfoque de sistemas al proceso de gestión, éste puede ser visualizado como un Suprasistema, integrado por cuatro sistemas como se observa en la Figura 2.5. (Gelman, 1996):

- a. El de Planeación, que proporciona las políticas y estrategias, así como los programas de las secuencias de acciones tanto inmediatas, como a mediano y largo plazo.
- b. El de Toma de Decisiones, que tiene la responsabilidad de seleccionar de las posibles alternativas de acción, incluyendo la de inacción, la adecuada para asegurar el funcionamiento y desarrollo óptimo de la institución y/o empresa, a través del logro de los objetivos, estrategias y metas establecidas.
- c. El de Ejecución, cuya responsabilidad es transformar las decisiones del proceso de gestión en acciones implementadas.
- d. El de Información, que tiene el objetivo de proporcionar la información, por medio de Sistemas de Soporte Informático, sobre el estado actual y deseado de la institución y/o empresa, mediante los procedimientos específicos de medición, monitoreo y pronóstico, con el fin de facilitar los indicadores y parámetros necesarios para realizar la planeación, la toma de decisiones y la ejecución.

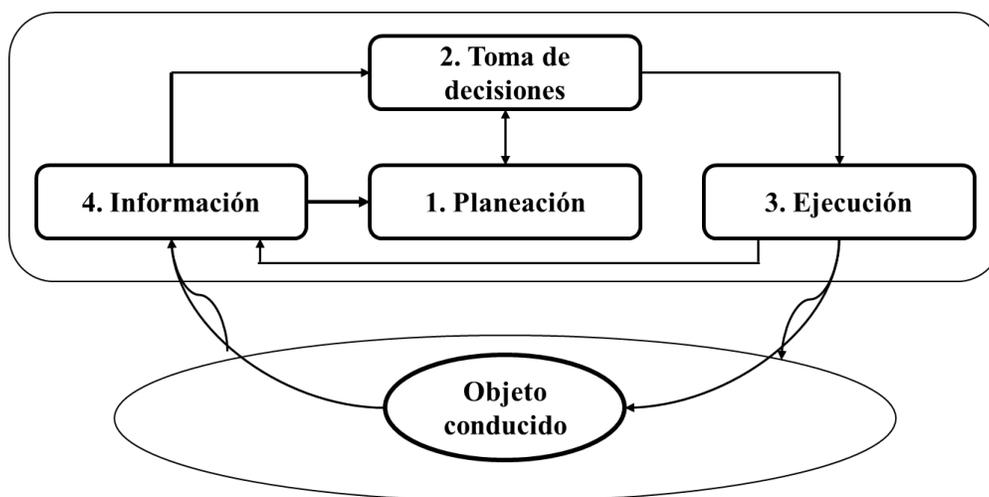


Figura 2.5. Modalidades de gestión (Gelman, 1996).

Se observa que la implementación constituye un componente importante del Sistema de Ejecución dentro del Suprasistema de Gestión. Sin embargo, como se muestra en el siguiente inciso, es, también, uno de los significativos componentes del Sistema de Planeación, lo que permitirá, consecuentemente, definir sus diversos papeles y funciones (Rodríguez, 1994).

2.1.8.2. Proceso de Planeación.

La aplicación del enfoque de sistemas en el proceso de planeación permite verlo como un sistema (Negroe, 1982), mediante la definición de sus componentes y del análisis de su estructura funcional, donde se distinguen cuatro subsistemas como se observa en la Figura 2.6, nombrados según sus funciones básicas:

- a. **Diagnóstico**, que determina el problema o los problemas.
- b. **Prescripción**, que elabora la solución del problema o los problemas.
- c. **Instrumentación**, que determina los objetivos, estrategias, políticas, programas y/o proyectos, así como otros componentes del plan, cuya ejecución y logros permiten resolver el o los problemas (Horovitz, 1995).
- d. **Control**, que es responsable tanto por la realización del plan como por su adaptación a las condiciones cambiantes del ambiente socio-político, económico y ecológico, que incluye la actualización del plan de acuerdo con los posibles errores en su elaboración detectados durante su ejecución, así como los cambios de las condiciones internas y externos.

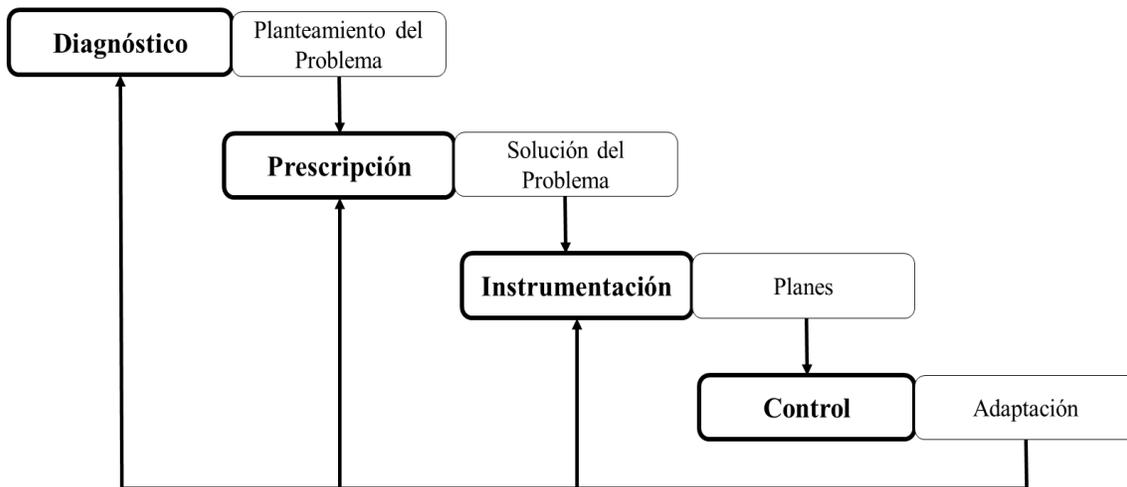


Figura 2.6. Estructura funcional del proceso de planeación (Gelman, 1996).

La adaptación y actualización del plan, realizado mediante las retroalimentaciones a cada uno de los subsistemas del proceso de Planeación (como las flechas que van a cada subsistema anterior), constituye una función sustancial, ya que permite llegar a los siguientes niveles de aproximación, mejorando la determinación de los problemas y sus soluciones, así como de sus realizaciones, por medio de los ciclos correspondientes de iteración (Negroe, 1982).

El Subsistema de Control, a su vez, lo integran tres componentes, como se observa en la Figura 2.7:

Implementación, que es responsable del monitoreo del proceso de la realización del plan, para asegurar la elaboración de la mencionada adaptación (Gelman, 1996).

Evaluación, que estima la eficacia y eficiencia de las actividades realizadas en relación con el logro de los objetivos y metas, así como la eficacia y eficiencia de ellos mismos.

Adaptación, que analiza la información obtenida del componente anterior con el fin de identificar las necesidades de actualización del plan, a través de la revisión de los resultados obtenidos en cada uno de los subsistemas anteriores.

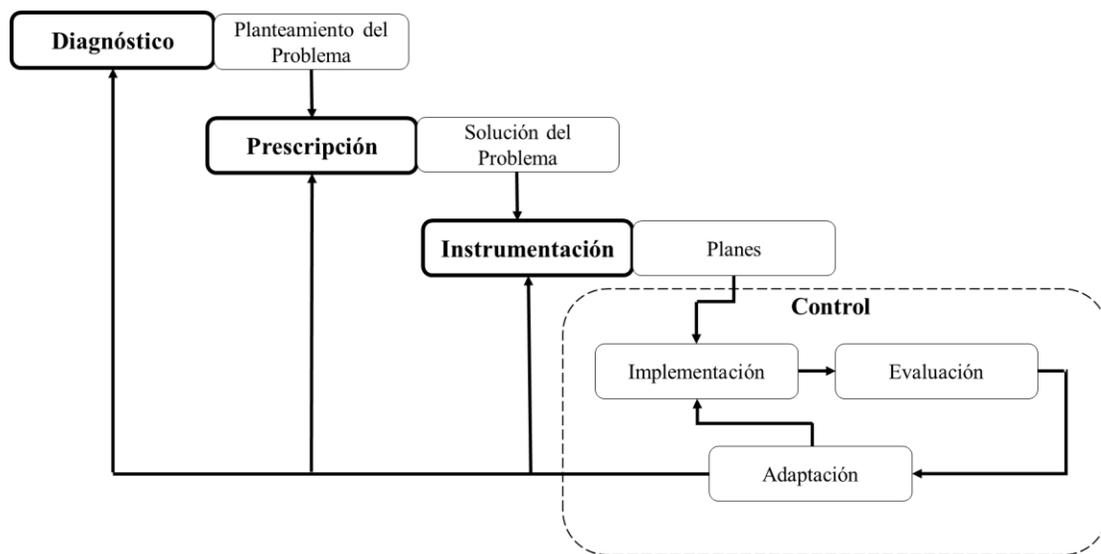


Figura 2.7. Estructura funcional del subsistema de control (Gelman, 1996).

Así, se determina otro de los papeles de la implementación, como componente del Subsistema de Control del Sistema de Planeación. Estos papeles, que tiene la implementación, tanto en el proceso de gestión como en el proceso de planeación, permiten conceptualizarla como un sistema (Gelman, 1996).

2.1.9. Nuevo concepto de calidad.

Aunque existen varias definiciones del concepto de calidad, que van desde las más tradicionales como la de Crosby que la resume simplemente “en el cumplimiento de especificaciones”. O la definición de la American Society for Quality Control (ASQC), que la

interpreta como “la totalidad de aspectos y características de un producto o servicio que permiten satisfacer necesidades implícita o explícitamente formuladas”. A un concepto más moderno como el de adecuación al uso de Juran, en el que se explica la calidad como “el conjunto de características de un producto que hacen que éste cumpla las necesidades de los consumidores, creando satisfacción en los mismos mediante la ausencia de deficiencias” (Bobbins, 1995).

En términos menos formales podemos decir que la calidad la define el cliente, es el juicio que éste tiene sobre un producto o servicio y resulta por lo general en la aprobación o rechazo del producto. Un cliente queda satisfecho si se le ofrece todo lo que él esperaba encontrar y más. Así, la calidad es ante todo satisfacción del cliente. La satisfacción está ligada a las expectativas que el cliente tiene sobre el producto o servicio, expectativas generadas de acuerdo con las necesidades, los antecedentes, el precio, la publicidad, la tecnología, etcétera. Se dice que hay satisfacción si el cliente percibió del producto o servicio al menos lo que esperaba (Bobbins, 1995).

Al estar determinada la satisfacción del cliente por aspectos subjetivos como las expectativas y la percepción, la calidad no siempre se puede cuantificar o definir en términos objetivos, por lo que se hace necesario que las empresas estén retroalimentándose en forma constante con la percepción el cliente respecto a su producto o servicio (Gutiérrez, 1997). Garvin (1987), conceptualiza a la calidad en las siguientes ocho dimensiones:

- a. *Desempeño*. Características primarias de operación de un bien o servicio.
- b. *Atributos*. Características adicionales o suplementarias.
- c. *Confiabilidad*. Probabilidad de no falla en un período de tiempo específico.
- d. *Conformidad*. Grado en el cual las características de operación y diseño de un producto, satisfacen los estándares establecidos.
- e. *Durabilidad*. Medida de la vida de un producto.
- f. *Serviciabilidad*. Velocidad y facilidad de reparación.
- g. *Estética*. Apariencia y textura de un producto.
- h. *Calidad percibida*. Calidad vista por el cliente.

La calidad en las organizaciones de hoy se resume a la entrega de bienes y servicios a los consumidores, que van más allá de sus expectativas (Nickels, 1999). En forma general la literatura sugiere que entre mayor sea el uso de prácticas de administración de los recursos

humanos, administración de los procesos de calidad y desempeño del diseño del producto; mayor será el nivel de satisfacción de los consumidores, lo que derivará en un incremento de la participación del mercado (Park, 2001).

2.1.9.1.Importancia de la Calidad.

Particularmente, la calidad afecta a una empresa de cuatro maneras:

- a. *Costos y participación del mercado:* las mejoras en calidad llevan a una mayor participación en el mercado y ahorros en los costos por disminución de fallas, reprocesos y garantías por devoluciones.
- b. *Prestigio de la Organización:* la calidad surgirá por las percepciones que los clientes tengan sobre los nuevos productos de la empresa y también por las prácticas de los empleados y relaciones con los proveedores.
- c. *Responsabilidad por los productos:* las organizaciones que diseñan y elaboran productos o servicios defectuosos pueden ser responsabilizadas por daños o lesiones que resulten de su uso. Esto lleva a grandes gastos legales, costosos arreglos o pérdidas y una publicidad que no evita el fracaso de la organización entera.
- d. *Implicaciones internacionales:* en este momento de globalización, la calidad es un asunto internacional. Tanto para una compañía como para un país. En la competencia efectiva dentro de la economía global, sus productos deben cumplir con las expectativas de calidad y precio.

La calidad plantea que este sistema no está limitado al área de producción/operación de una organización, como originalmente todas las técnicas de control enfatizaban, sino a toda la organización.

2.1.9.2.Planeación de Calidad.

Se define como “un proceso estructurado para el desarrollo de productos (bienes y servicios) que asegura el cumplimiento de las necesidades del cliente como resultado final” (Early, 1999). El proceso de planeación de calidad y sus métodos asociados, herramientas y técnicas han sido desarrolladas porque en la historia de las sociedades modernas, las organizaciones han demostrado cierta consistencia en fallas durante la producción de bienes y servicios, que aparecen con los consumidores una vez que éstos se encuentran en uso. Las

discrepancias de calidad que se presentan en los productos en uso generalmente son el resultado de las discrepancias parciales que se muestran en la Figura 2.8.

El primer componente es la discrepancia de entendimiento, que es la fuga de entendimiento de cuáles son las necesidades del cliente, situación que en algunas ocasiones sucede cuando las organizaciones desconocen quiénes son tanto sus clientes como las necesidades de estos.

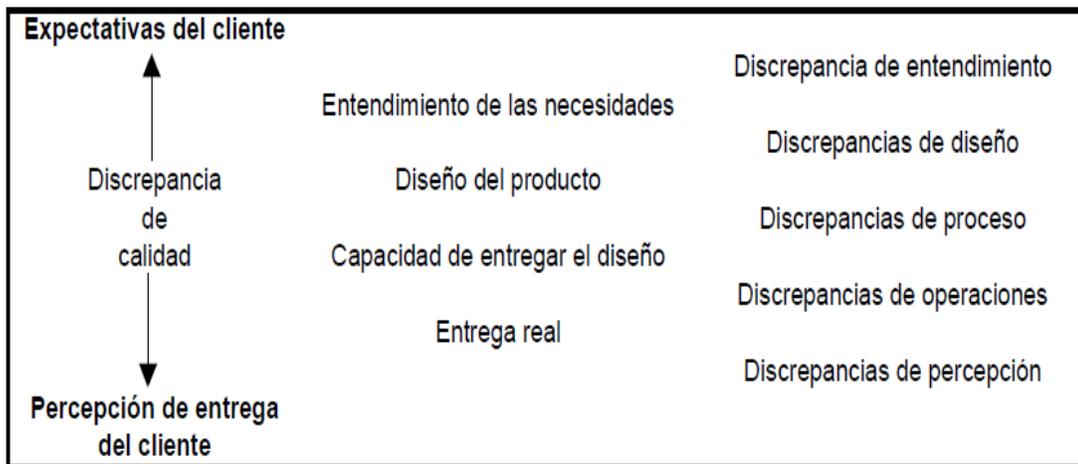


Figura 2.8. Discrepancias de calidad y sus componentes (Coletti, 1999).

El segundo elemento de tomar en consideración son las discrepancias de diseño, las cuales surgen a pesar de que la organización tenga un claro conocimiento de quiénes son sus clientes y las necesidades de estos (Sewell, 1995). Pero se hace una mala interpretación de estas, al reflejarlas en el diseño del producto y, por ende, éste no satisface a sus consumidores.

Las discrepancias de proceso aparecen cuando los sistemas de producción y/o entrega, no son consistentes y varían las características de los productos físicos de las especificadas en el diseño (Gigch, 1997).

El cuarto elemento lo constituyen las discrepancias de operaciones, en el cual se atribuye que la manera en la que se opera y controla el sistema global de la organización, puede agregar deficiencias durante la entrega del producto final a sus consumidores (Sewell, 1995).

A fin de que las diferencias de calidad se hagan cada vez menores, Juran propone las siguientes acciones a tomar por las organizaciones directamente relacionadas con el desarrollo de productos (Chiavenato, 2002):

- Establecimiento del proyecto.
- Identificación de los clientes.
- Descubrir las necesidades de los clientes.
- Desarrollo del producto.
- Desarrollo del proceso.
- Desarrollo de controles y su conversión a operaciones.

2.1.9.3. Control de calidad.

Juran lo define como: “un proceso de administración universal para conducir las operaciones con estabilidad y prevenir cambios adversos” (Horovitz, 1995). A fin de mantener que los procesos operen de una forma estable, el proceso de control evalúa el desempeño actual, lo compara contra las metas surgidas del proceso de planeación y finalmente toma acción en las diferencias encontradas.

El proceso de control constituye el segundo elemento a través del cual la calidad puede ser alcanzada, el primero lo constituye el proceso de planeación de la calidad y el tercero es el de mejora de la calidad (Juran, 1999). Mismos que se concentran en el diagrama de la trilogía de la calidad en la Figura 2.9.

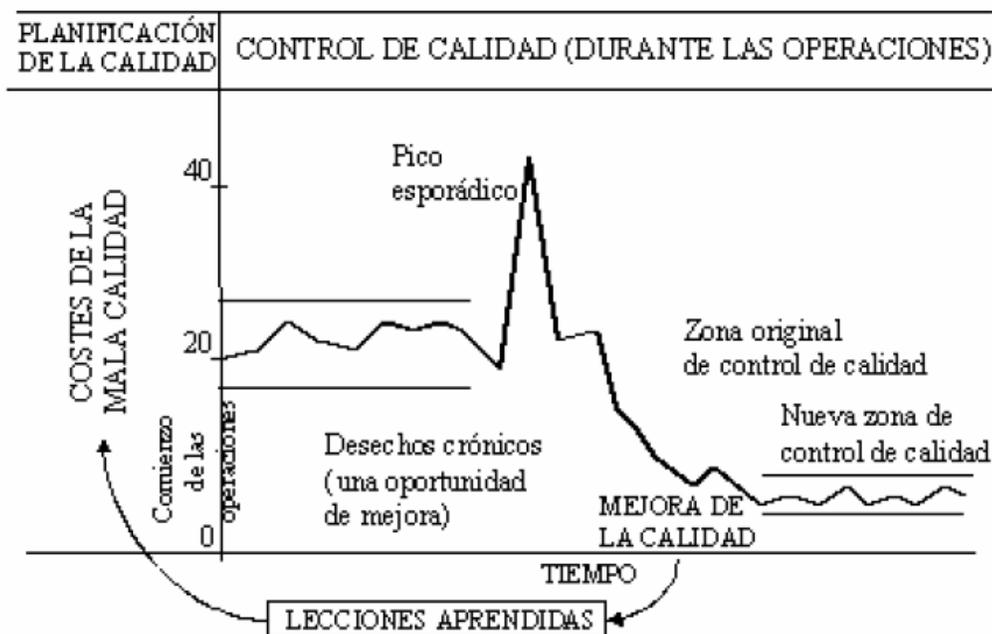


Figura 2.9. Diagrama de la trilogía de Juran (Juran, 1999).

En la Figura 2.10, se muestra como las entradas son constituidas por un sistema operativo que permite producir productos cuyas características cubren las necesidades de los clientes. La salida consiste en un sistema de productos y procesos de control los cuales pueden proveer estabilidad en la operación a lo largo del proceso (Juran, 1999).

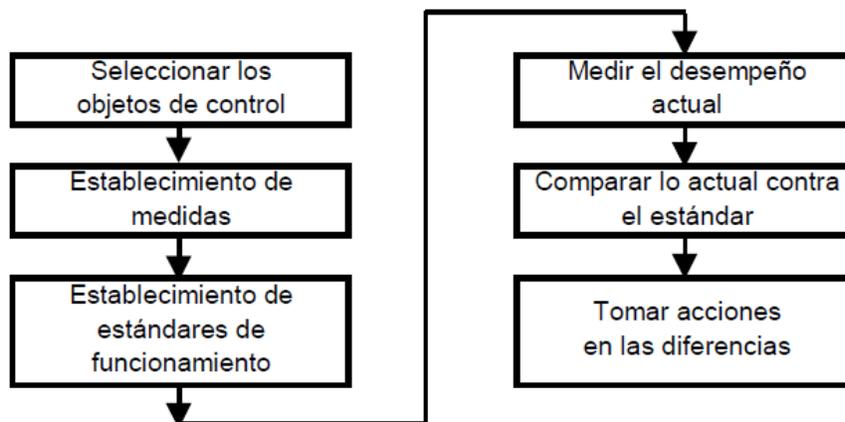


Figura 2.10. Diagrama de entradas y salidas para el proceso de control de calidad (Juran, 1999).

Una condición de mejora se alcanza cuando se genera un cambio benéfico que va ligado a un nivel de desempeño mayor, y una mejora de calidad es una forma de cambio benéfico (Juran, 1999). Haciendo referencia a un producto, una mejora de calidad se obtiene cuando se le adicionan características especiales al mismo o cuando se disminuyen las deficiencias ya sea durante el proceso de fabricación y/o durante el uso del citado producto (Horovitz, 1995).

En el diagrama de la trilogía de Juran, se tiene una fase de mejora de la calidad cuando se logra disminuir significativa y consistentemente, el costo derivado de una mala calidad al haber reducido el desperdicio (Berry, 1995). Nótese en el mismo diagrama que el proceso de mejoramiento de la calidad no termina, sino que es un proceso continuo, ya que, al alcanzar una nueva zona de control, las organizaciones deben mantenerla constante durante un tiempo, pero posteriormente tratar de disminuirla nuevamente, acercándose a una condición ideal de cero defectos. La reducción de desperdicio tanto dentro de la organización a manera de material en proceso como fuera en forma de productos inservibles, se traduce en optimización de recursos y por ende en un incremento de la productividad que se ve reflejado en un mayor volumen de ventas logrado y/o en un incremento de la utilidad por unidad comercializada.

Algunos elementos de considerar para manejar una situación de mejora son los siguientes (Harrington, 1995):

- El proceso de mejora es algo más que un simple control.
- Toda mejora aplica proyecto por proyecto.
- La mejora de calidad se extiende a todos los parámetros dentro de las operaciones de la organización.
- La reserva de mejoras de un proyecto es inmensa.
- Todo proceso de mejora implica una inversión inicial.

2.1.10. Productividad.

Tradicionalmente, el concepto de productividad se ha entendido como “la relación entre la producción de un bien y los insumos requeridos para su elaboración” (Rivas, 2003). Definición que durante décadas sirvió como marco de referencia para que se dieran las operaciones en las áreas principalmente de producción de las organizaciones, sin embargo, tal y como menciona Rivas un diferente enfoque, pero a la vez lo integran, tales como: eficiencia, eficacia, rentabilidad y competitividad (FIEL, 2002).

Eficiencia significa producir productos de alta calidad en un tiempo corto. Es importante preguntarse si los bienes producidos eficientemente son actualmente necesarios. Efectividad se refiere más a los resultados de la producción. En el sector privado, por ejemplo, efectividad podría significar generar utilidades y preservar la participación del mercado futuro. De acuerdo con Scott, la eficiencia y efectividad son actualmente medidas de desempeño al igual que productividad es igualmente una medida de desempeño (Oyeranti, 2003).

Hoy en día, el nuevo significado de la productividad rompe con la vieja interpretación de que productividad significa simplemente incrementar la producción, y de que este concepto solo es exclusivo de las áreas de producción; además de la errónea interpretación de que productividad (cantidad) y calidad (cualidad) son conceptos opuestos tanto en su origen como en la definición de su objetivo. Productividad no es solo incrementar la producción, una organización puede incrementar su producción sin que la productividad suba, si por ejemplo los costos se elevan desproporcionadamente (Sumanth, 1984). El fracaso por un lado y éxito por el

otro de diversas organizaciones, prueba que la relación entre calidad y productividad es directa, y que una mejora en la primera resulta en un beneficio en la segunda, por la simple premisa de que la calidad disminuye los costos por reproceso y/o garantías con lo cual se reduce el costo de producción y la productividad se incrementa, tal como se puede inferir de la Figura 2.11 (Pulido, 2009).

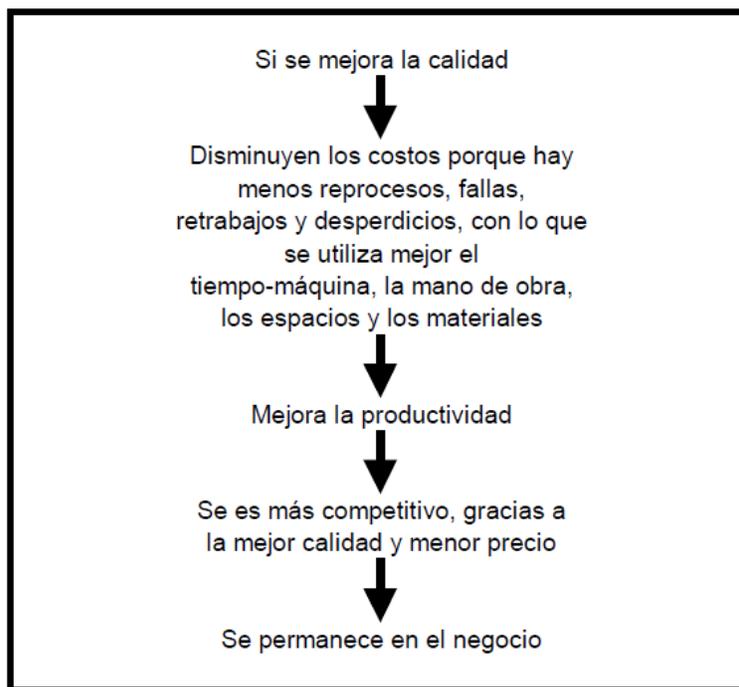


Figura 2.11. Reacción en cadena de Deming (Pulido, 2009).

En virtud de que la productividad está en relación directa con la calidad, también es importante señalar que no se limita al área de producción, sino que al igual que la calidad se extiende a todo lo largo de la organización. Ya en este contexto, Feigenbaum la define como el “mayor volumen de producto y servicio más vendible y de buena calidad por unidad de insumo” (Oyeranti, 2003).

Los beneficios obtenidos con el incremento en la productividad permiten obtener mayores márgenes de ganancia, y con ello la empresa puede estar en una mejor posición para competir en un mundo globalizado, al tiempo que estará en posibilidad de servir mejor a dueños, directivos, empleados, proveedores y finalmente a la sociedad en su conjunto. Con el incremento en la calidad y, en consecuencia, de la productividad, también se ven favorecidos los clientes, ya que se les puede ofrecer un mejor producto o servicio a un menor precio (Pulido, 1997).

Ninguna compañía tendrá utilidades hoy con un producto malo. El producto que no puede ser vendido porque no tiene el valor adecuado para el consumidor, o que debe ser retirado del mercado porque no es confiable o es inseguro, o que regresa con mucha frecuencia para servicio –ésta es salida improductiva del valor negativo del negocio para la compañía que los ofreció, no importa que tan “eficiente” productivamente pueda haber sido el proceso de fabricación en el sentido tradicional (Feigenbaum, 1994).

Existe una confusión semántica respecto a la palabra productividad. El diccionario de la lengua no provee la acepción técnica de las palabras productividad, eficiencia, aprovechamiento, rentabilidad y racionalización. Por ende, resulta importante precisar las definiciones respectivas (Womack & Roos, 1990).

Eficiencia, rendimiento y aprovechamiento miden, respectivamente, el grado de utilización de la mano de obra, del capital y de las materias primas. No son otra cosa que la relación entre la productividad parcial real de cada uno de esos recursos y la que se esperaba (estándar) (Krajewski & Ritzman, 1989).

Eficiencia: es una medida del grado de utilización de la mano de obra y puede expresarse como una relación de tiempos o de cantidades producidas (Krajewski & Ritzman, 1989).

$$Productividad\ Total = \frac{Producción\ Real}{Producción\ Estándar} = \frac{Tiempo\ Estándar}{Tiempo\ Real}$$

Rendimiento: es una medida del grado de utilización de un capital (una máquina, un edificio, etcétera) (Krajewski & Ritzman, 1989).

$$Productividad\ Total = \frac{Producción\ Real}{Producción\ Estándar} = \frac{Tiempo\ Estándar}{Tiempo\ Real}$$

Aprovechamiento: es una medida del grado de utilización de las materias primas y los materiales (Krajewski & Ritzman, 1989).

$$Productividad\ Total = \frac{Producción\ Real}{Producción\ Estándar} = \frac{Consumo\ Estándar}{Consumo\ Real}$$

Rentabilidad: el índice o tasa de rentabilidad es la relación entre la utilidad obtenida y el valor total de los activos empleados en generarla. Se obtiene tabulando el flujo de fondos (ingresos o egresos de dinero) de un proyecto o negocio, y encontrando la tasa de interés para

la cual el valor actual de las erogaciones futuras es igual al valor actual de los ingresos (el valor actual de una suma futura de dinero es la que, colocada hoy, a interés compuesto, se convierte en suma futura) (Krajewski & Ritzman, 1989).

2.1.10.1. Factores de productividad.

Olayoe observó que la productividad como concepto asume dos dimensiones, la primera el Factor de Productividad Total (TFP por sus siglas en inglés) y la segunda es la productividad parcial (como por ejemplo productividad de la mano de obra o productividad del capital). Productividad es mucho más que eficiencia de la mano de obra y se necesitan tomar en consideración otros factores que existen durante el proceso productivo, sobre todo hoy en día en el que el costo de la mano de obra cada vez representa un menor porcentaje del costo total de producción. En forma general, la productividad de una organización depende de tres factores (Feigenbaum, 1994):

- Nivel de tecnología utilizado en el proceso.
- Cantidad y tipo de recursos aplicados.
- La eficiencia con la que esos recursos son utilizados.

En tanto que Kemppilä y Lönnqvist definen una serie de factores indirectos alrededor del trabajador, que también afectan la productividad (Pulido, 1997):

- Hábitos de trabajo.
- Clima organizacional.
- Actitud.
- Nuevas habilidades.
- Desarrollo.
- Iniciativa.
- Ambiente físico de trabajo.

Rivas Tovar resume en la Tabla 2.2 los principales factores que afectan la productividad, incluyendo la frecuencia con que aparecieron citados en una investigación bibliográfica de 20 obras por parte de este último (Rivas, 2003).

Tabla 2.2. Factores que explican la productividad. (Rivas, 2003).

| FACTOR | FRECUENCIA CON LA QUE APARECE CITADO |
|-------------------------|--|
| Elemento humano | 15 (se sumó elemento humano y fuerza de trabajo de la propuesta original). |
| Tecnología | 11 |
| Administración | 10 |
| Trabajo | 10 |
| Capital (inversión) | 8 |
| Actitud mental | 7 |
| Factores externos | 5 |
| Regulación del gobierno | 4 |
| Motivación | 4 |
| Capacitación | 4 |

2.1.10.2. Medición de la productividad.

En términos simples, medición de la productividad es la cuantificación de las salidas y los recursos de entrada de un sistema productivo. Las salidas consisten en productos y/o servicios generados, y los insumos consisten en materiales, mano de obra, capital, energía, etc. (Kemppilä & Lönnqvist, 2000). El objetivo de la medición de la productividad es lograr un mejoramiento de la misma, lo cual implica una combinación de un aumento en la efectividad y un mejor uso de los recursos disponibles (eficiencia). Oyeranti, resume la medición de la productividad (P) en la siguiente relación (Feigenbaum, 1994):

$$P = \frac{\text{Total de Salidas}}{\text{Total de insumos}}$$

Aunque en teoría la medición de la productividad resulta de una simple relación, en la práctica el proceso se complica al tratar de sumarizar tanto el total de las salidas, como el total de los insumos; los cuales el único patrón de referencia que encuentran es su cuantificación monetaria, sin embargo, esta relación se hace más una medición de rentabilidad que de productividad (Feigenbaum, 1994).

Existen varias alternativas para expresar la productividad, ellas son las siguientes:

Productividad parcial y productividad total. La productividad parcial es la que relaciona todo lo producido por un sistema (salida) con uno de los recursos utilizados (insumos o entrada) (Pulido, 1997).

$$Productividad\ Parcial = \frac{Salida\ Total}{Una\ Entrada}$$

El ejemplo típico es la productividad de la mano de obra, que resulta del cociente entre una medida dada del total de los bienes y servicios producidos y una medida de la mano de obra empleada (Pulido, 1997).

La productividad total involucra, en cambio, a todos los recursos (entradas) utilizados por el sistema; es decir, el cociente entre la salida y el agregado del conjunto de entradas (Krajewski & Ritzman, 1989).

$$Productividad\ Parcial = \frac{Salida\ Total}{Entrada\ Total}$$

$$Productividad\ Parcial = \frac{Bienes\ y\ Servicios\ Producidos}{Mano\ de\ Obra + Capital + Materias\ Primas + Otros}$$

En virtud de esta problemática, la práctica más común es realizar mediciones parciales de productividad, cuyos índices muestran una relación del total de las salidas contra un insumo específico. Si no es posible obtener el total de las salidas, la medición parcial hace referencia a un parámetro físico conocido, por ejemplo, el tiempo necesario para fabricar mil automóviles y después compararlo contra el de la competencia (Rivas, 2003).

Productividad física y productividad valorizada. La productividad física de una entrada es el cociente entre la cantidad física de la salida del sistema y la cantidad necesaria de esa entrada para producir la salida mencionada o, lo que es lo mismo, la cantidad de salida por unidad de una de las entradas. La salida puede estar expresada en toneladas, metros, metros cuadrados, unidades, etcétera y la entrada en horas-hombre, horas-máquina, kilovatios-hora, etcétera (Womack & Roos, 1990).

La productividad valorizada es exactamente igual a la anterior, pero la salida está valorizada en términos monetarios.

La productividad física es más usada por los técnicos porque brinda información de mayor precisión. La productividad valorizada es utilizada por los economistas en comparaciones macroeconómicas o cuando debes considerarse con especial interés los cambios en los precios relativos (Womack & Roos, 1990).

Productividad promedio y productividad marginal. La productividad promedio es el cociente entre la salida total del sistema y la cantidad de entradas empleadas para producir la salida mencionada.

Las productividades se expresan en promedio; por ejemplo, 2 toneladas de maíz producidas por hectárea sembrada. El concepto “promedio” es usualmente asociado al concepto “parcial”. Por ello, este ejemplo indica una productividad promedio y parcial de una entrada determinada.

El concepto de productividad promedio es útil para realizar análisis comparativos de productividades entre distintos sistemas y detectar mejoras o deterioros del índice en el transcurso del tiempo.

Desde el punto de vista macroeconómico, los economistas definen a la productividad marginal de un factor como el incremento de producto (o valor agregado) por el empleo de una unidad más de ese factor, manteniéndose constantes las cantidades aplicadas de los demás factores. Así, la productividad marginal del trabajo es el incremento de producto logrado al emplear una unidad más de trabajo y al mantener constantes las cantidades de los demás factores. Esta productividad se expresa en cantidades físicas y en la práctica sirve para responder preguntas como las siguientes: ¿en cuánto varía la productividad de la mano de obra si se aumenta la velocidad de una máquina en 10%?, ¿en cuánto varía la productividad total de una empresa en la que mediante una racionalización administrativa se reduce la cantidad de empleados en un 15%?, entre otras (Womack & Roos, 1990).

Productividad bruta y productividad neta. Un dilema inevitable que aparece al considerar el concepto de productividad es el tratamiento de los insumos (fertilizantes, insecticidas, semillas, etcétera, en una empresa agrícola-ganadera, o partes y servicios comprados en una empresa industrial). Existen dos posibilidades: incluirlos dentro de las salidas

y de las entradas, o no incluirlos. Por ello la productividad valorizada puede ser bruta o neta (Rivas, 2003).

La productividad bruta es el cociente entre el valor bruto de la salida (que incluye el valor de todos los insumos) y la entrada (o conjunto de entradas) que incluye también el valor de todos los insumos. La principal ventaja de definir así la productividad es que hace más fácil la medición del índice.

La productividad neta, en cambio, se define como el valor agregado a la salida, por una entrada en donde el valor de ciertos insumos ha sido excluido del numerador y el denominador del índice. Esta productividad neta es a veces denominada índice de valor agregado (Krajewski & Ritzman, 1989).

En un estudio conducido para medir los niveles de productividad en empresas pequeñas y medianas en la India, concluyó que las principales razones que hacen que los niveles de productividad sean bajos son los siguientes (Kumar, 2002):

- Rudimentarios procesos de producción y tecnología.
- Ambiente de trabajo pobre en cuanto a las condiciones.
- Falta de incentivos para los trabajadores.
- Carencia de planes y estrategias de negocios.

2.2. Marco Metodológico.

La historia de la ciencia indica los caminos que se pueden seguir para trazar nuevas trayectorias fecundas de investigación científica. Uno de los más atractivos es el que conduce a la reformulación de los problemas de conocimiento, que conlleva la reconceptualización de los objetos de estudio y el desarrollo de nuevas estrategias de descubrimiento e invención para resolverlos. Dicha reconceptualización, que puede ser el trazo sutil que agrega un elemento, o bien la construcción de un objeto complejo, amerita la revisión no sólo de la relación que guardan los diferentes dominios de la ciencia, sino también de lo que queda comprendido en, o al margen de, cada ámbito disciplinario.

A principios del siglo XX se hablaba de la necesidad de realizar investigación

multidisciplinaria e interdisciplinaria, pero hoy en día se destaca la importancia de la investigación transdisciplinaria como un enfoque para abordar la realidad (Cordero, 2012). La premisa de esta visión es superar la parcelación y fragmentación del conocimiento de las distintas disciplinas de la ciencia por su consiguiente hiper especialización (existiendo alrededor de 8,000 disciplinas científicas y subdisciplinas) y éstas se integren en busca de soluciones a problemas del mundo real (Hernández *et al*, 2013), los cuales se distinguen por la multiplicidad de nexos, relaciones y de las interconexiones que los constituyen. De esta manera, una investigación transdisciplinaria es necesaria para entender los amplios y complejos sistemas del mundo actual, que no pueden ser relacionados simplemente con una o varias disciplinas particulares, aunque éstas ayudan a complementarla (Cordero, 2012).

En un sistema, el valor de cada elemento se encuentra estrechamente relacionado con los demás, ya que todo es función de todo, es decir cada elemento es entendido a través de la función y posición que desempeña en dicho sistema. En la investigación transdisciplinaria, la cuestión clave está en cómo percibir a la vez el todo y la parte, atravesando las disciplinas y trascendiendo las disciplinas especializadas, con el fin de abordar los problemas y fenómenos en toda su complejidad. Por eso, es esencial el pensamiento complejo, ya que se necesita construir hilos comunes tras los saberes particulares, mediante la interrelación de niveles, esquemas y contextos (Cordero, 2012).

Con la mecanización iniciada por la Revolución Industrial, la máquina reemplazó el esfuerzo del hombre y debido a la industrialización provocada por la cibernética. La Segunda Revolución Industrial (provocada por la cibernética) conduce a una sustitución del cerebro humano. La computadora tiende a sustituir al hombre en una amplia realización de actividades. La automatización y la informática son las dos principales consecuencias de la cibernética en la administración. La cibernética ha influido en gran parte a la administración, no solo en ideas y conceptos, también en sus productos como los computadores, maquinas etcétera. Algunos de los conceptos de cibernética pasaron las fronteras y se fueron incorporando rápidamente a la teoría administrativa (Hernández *et al*, 2013).

2.2.1. Proceso de la investigación.

La metodología ciber-sistémica implementada para incrementar la calidad y productividad en una organización consiste en lo siguiente (Rojas & Aguilar, 2013):

i) Se concibe a la organización (empresa) como un sistema abierto, dinámico, complejo, que de manera permanente debe adecuar su estructura a los cambios del entorno.

ii) Se identifica y selecciona a la organización objeto de estudio y se diagnostica su estado inicial.

Planeación de fines.

iii) Se concibe a la planeación como el proceso de transformación de un insumo (estado actual) en un producto (estado deseado).

iv) Se visualiza el futuro de la organización construyendo: la visión (estado deseado), la misión (requerimientos que el entorno le impone a la empresa), los objetivos y metas (objetivos de corto plazo).

v) Se traza el programa de acción que implemente una estrategia para alcanzar los fines.

Modelado de la empresa

vi) Se construye un modelo de representación estática de la organización aplicando el enfoque sistémico

- Se aplica el procedimiento de descomposición funcional de un sistema (Gelman, 1996).

- Se visualiza la empresa como sistema identificando las relaciones con su entorno.

vii) Se construye un modelo de representación dinámica aplicando el enfoque cibernético.

- Se identifican los subsistemas de gestión y producción (Gelman, 1996).

- Se relacionan las actividades con las funciones.

- Se identifican y clasifican las actividades e interrelaciones de la empresa con los sistemas participantes del entorno.

- Se hace el seguimiento y cumplimiento (control) de lo planeado.

- Se detecta errores y cambios en el entorno.

- Se estima la eficiencia.

Estructura organizacional

viii) La estructura organizacional de la empresa lo constituye el resultado de las aplicaciones de los enfoques sistémico y cibernético complementado con la identificación de los puestos de trabajo, el ámbito de autoridad (jerarquías y responsabilidades).

Construcción de manuales

ix) Se consolida por escrito todas las funciones estratégicas de la organización en los llamados manuales de funciones (MOF) y manual de procedimientos (MOP). Los manuales deben detallar el cumplimiento de las funciones e interrelaciones definidas en el paradigma cibernético. Los manuales permiten el logro de los fines de la empresa.

El marco metodológico empleado en esta investigación que se observa en la Figura 2.12, muestra una visión ciber-sistémica, contemplándose un contexto histórico y cultural referente al sistema bajo estudio.

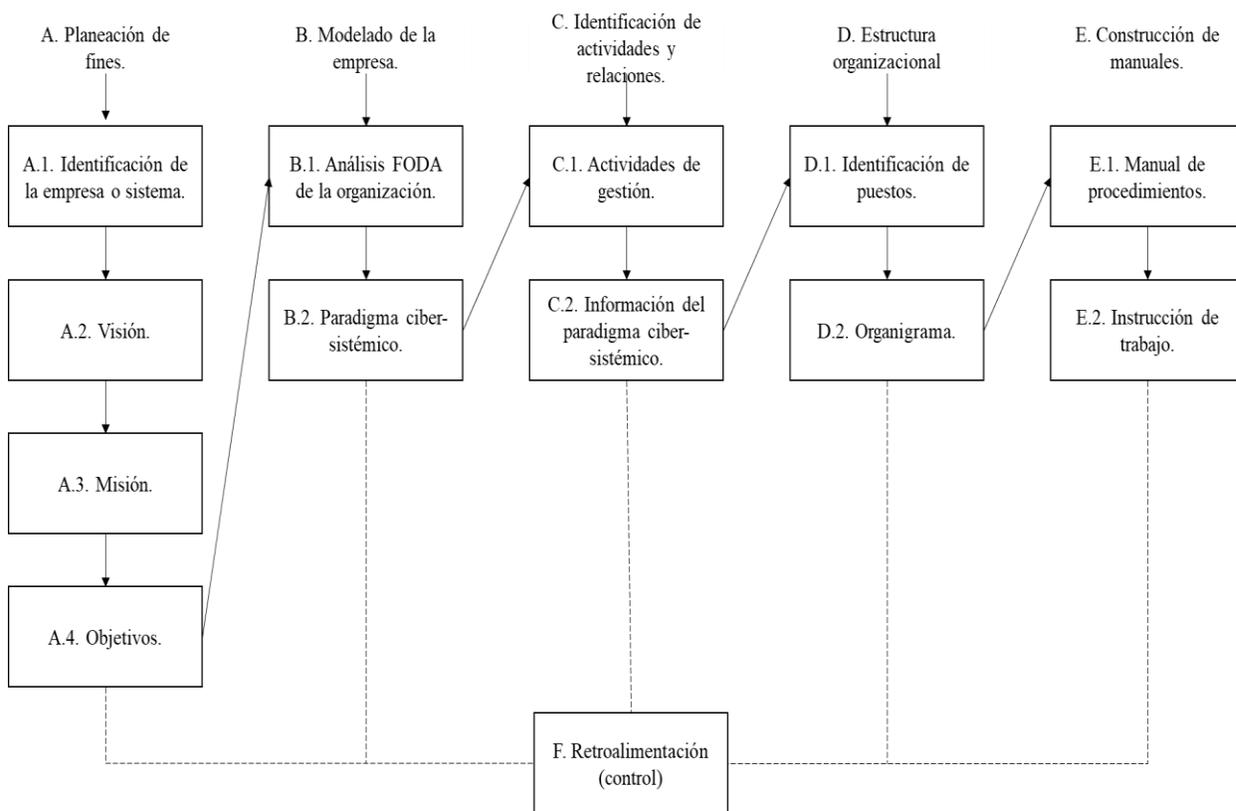


Figura 2.12. Metodología ciber-sistémica para incrementar calidad y productividad en una organización (basado en Rojas & Aguilar, 2013).

CAPÍTULO III.

ESTUDIO DE CASO: DHEG DE MÉXICO.

La metodología descrita anteriormente, se aplicó a la empresa de diseño y manufactura de conectores eléctricos de compresión, DHEG de México, una organización privada, con autonomía en su gestión.

Se consideró a DHEG de México como un sistema abierto y dinámico que de manera permanente debe adecuarse a los cambios de su entorno para satisfacer la necesidad de sus clientes reales y potenciales.

Se modeló a la organización empleando el enfoque sistémico y el enfoque cibernético, específicamente, el paradigma cibernético de Gelman.

Se visualizó la empresa identificando los sistemas participantes de su entorno y sus subsistemas componentes. El entorno de DHEG de México estuvo conformado por los sistemas participantes: Dirección General, Ventas, Finanzas, Ingeniería y Producción. Considerando a la organización como un todo, se establecieron las interacciones (relaciones) con cada uno de los sistemas participantes.

Se consideró a los sistemas participantes como independientes entre sí, el cual se analizó y construyó las relaciones entre ellos en base a la información obtenida de encuestas y entrevistas al personal de DHEG de México.

Las interacciones entre sistema, sistemas participantes y subsistemas consistieron en intercambio mutuo de bienes, reportes, decisiones, servicios, requerimientos, materiales, insumos químicos, etc.

Una vez que DHEG de México fue sistémicamente formulado, se aplicó el enfoque cibernético para construir su versión dinámica, considerando a la empresa como compuesta de los subsistemas, gestión y producción (Gelman, 1996). Se identificaron los sistemas participantes así como los subsistemas (componentes) de los subsistemas gestión y producción y las relaciones entre todos ellos. Se consideró, de acuerdo con Gelman, al subsistema gestión como compuesto de cuatro componentes: toma de decisiones, planeamiento, información y ejecución.

3.1 Planeación de los fines de DHEG de México.

- **Visión:** Ser una empresa líder a nivel nacional en el diseño y fabricación de dispositivos eléctricos orientados a la industria de transformadores de mediana y alta potencia, superando las expectativas de las partes interesadas, así como los estándares de calidad. 2017-2022 (DHEG de México, 2017).
- **Misión:** Somos una empresa mexicana dedicada al diseño y manufactura de conectores eléctricos de compresión, ofreciendo a nuestros clientes productos a precios competitivos, satisfaciendo sus necesidades y requerimientos, buscando la mejora continua con responsabilidad social empresarial y potenciando a nuestro capital humano (DHEG de México, 2017).
- **Política de Calidad:** DHEG de México, es una empresa comprometida a satisfacer plenamente las expectativas y requerimientos de las partes interesadas, creando un vínculo de confianza para ser más competitivos (DHEG de México, 2017).
- **Objetivos estratégicos (DHEG de México, 2017).**
 - Garantizar la calidad de todos nuestros productos, desde su manufactura hasta la entrega al cliente.
 - Incrementar la productividad de la producción.
 - Propiciar un ambiente de trabajo seguro y amable, velando por el bienestar de todos los miembros de la organización.

3.2 Modelado de la empresa.

El modelado de la empresa es dividido en dos partes, la primera explica la situación actual de ésta, mientras que la segunda describe su paradigma ciber-sistémico.

3.2.1. Análisis FODA de la organización.

La Figura 3.1 presenta los resultados obtenidos del análisis FODA, estos datos derivaron a partir de entrevistas con las partes internas de la organización, además de observar su funcionamiento durante unos meses.



Figura 3.1. Matriz análisis FODA DHEG de México (Elaboración propia, 2017).

El enfoque sistémico fue aplicado para aprender el objeto de estudio en su entorno. Considerando a DHEG de México como un sistema abierto, se visualizó la empresa

identificando los sistemas participantes de su entorno y sus subsistemas componentes. La Figura 3.2 es una visualización de DHEG de México (color naranja) y sus subsistemas (color blanco) y su entorno (color celeste) con los sistemas participantes (color amarillo).

Los sistemas participantes que pertenecen al entorno son: proveedores (materia prima y maquinaria) y la Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Los símbolos R_{ij} expresan las relaciones entre DHEG de México y cada uno de los sistemas participantes, es decir, el intercambio entre DHEG de México y el exterior, estas relaciones pueden ser observadas en la Tabla 3.1 en la cual, se han asignado números a DHEG de México y a los sistemas participantes.

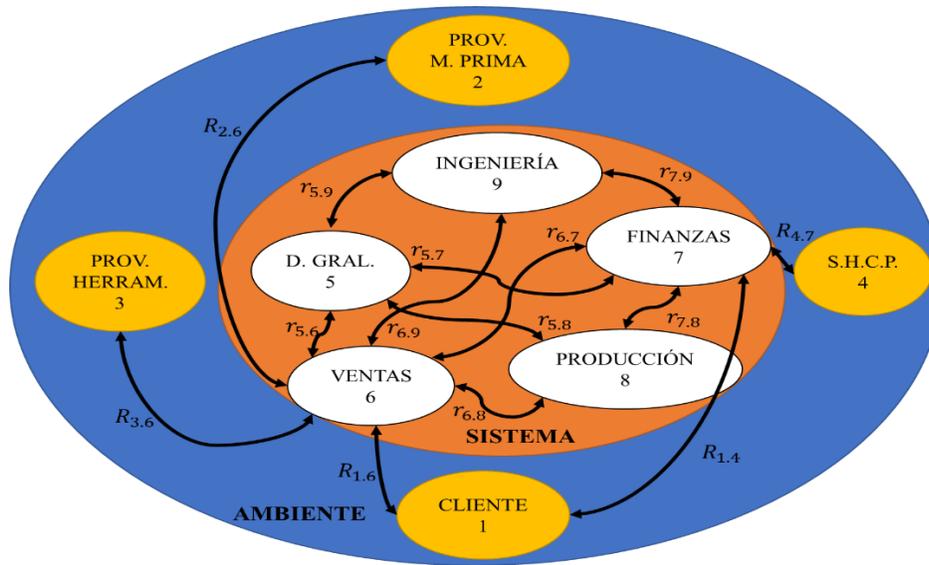


Figura 3.2. Representación sistémica de DHEG de México (Elaboración propia, 2018).

Tabla 3.1. Descripción de las relaciones de DHEG de México y los sistemas participantes a su entorno (Elaboración propia, 2018).

| Relación | Descripción de actividades entre DHEG de México y su entorno. |
|-----------|---|
| $R_{1.4}$ | El cliente realiza los pagos correspondientes de los productos adquiridos. |
| $R_{1.6}$ | Ventas es el primer contacto del cliente con la organización, a este departamento, le son solicitados los productos preferidos. |
| $R_{2.6}$ | Los suministros de materia prima son recibidos por Ventas ya que está a cargo del almacén. |
| $R_{3.6}$ | Los suministros de herramienta son recibidos por Ventas ya que está a cargo del almacén. |
| $R_{4.7}$ | Finanzas declara los impuestos ante la organización gubernamental correspondiente. |

El sistema proveedores entrega proformas de venta y proporciona insumos para la producción de conectores eléctricos.

El sistema S.H.C.P. verifica el pago de impuestos, con la finalidad de satisfacer necesidades de los usuarios.

El sistema cliente envía las órdenes de compra con las que se elaboran Hojas Viajeras (Anexo A), además paga y recibe los productos solicitados.

Los subsistemas de DHEG de México son: Dirección General, Finanzas, Ventas, Ingeniería, Producción.

El subsistema Dirección General, dirige la empresa proporcionando y aprobando planes de producción, planes de atención y servicios al cliente y desarrollo de política financiera.

El subsistema Ventas (recibe información sobre la cartera de clientes y servicios brindados, planes de producción), organiza, dirige y controla las actividades emitiendo informes sobre clientes y servicios brindados, evaluando y aprobando los requerimientos. De igual manera, es el responsable del almacén.

El subsistema Finanzas (recibe de tesorería informes para el estado financiero), efectúa, registra y controla los estados financieros emitiendo informes de movimientos de efectivo y órdenes de pago.

El subsistema Ingeniería diseña y elabora las nuevas requisiciones de los clientes, además es responsable del mantenimiento general de la empresa.

El subsistema Producción (recibe insumos y pedidos sobre la ejecución de servicios) se encarga de manufacturar los productos solicitados por los clientes a través del subsistema Ventas.

3.3 Formulación cibernética de DHEG de México.

Se aplicó el paradigma cibernético para construir su versión dinámica de DHEG de México, luego de haber formulado la versión sistémica, considerando a la empresa como compuesta del subsistema producción (Gelman, 1996). En la Figura 3.3 se muestra los subsistemas de producción con sus correspondientes sistemas participantes y subsistemas en interacción mutua.

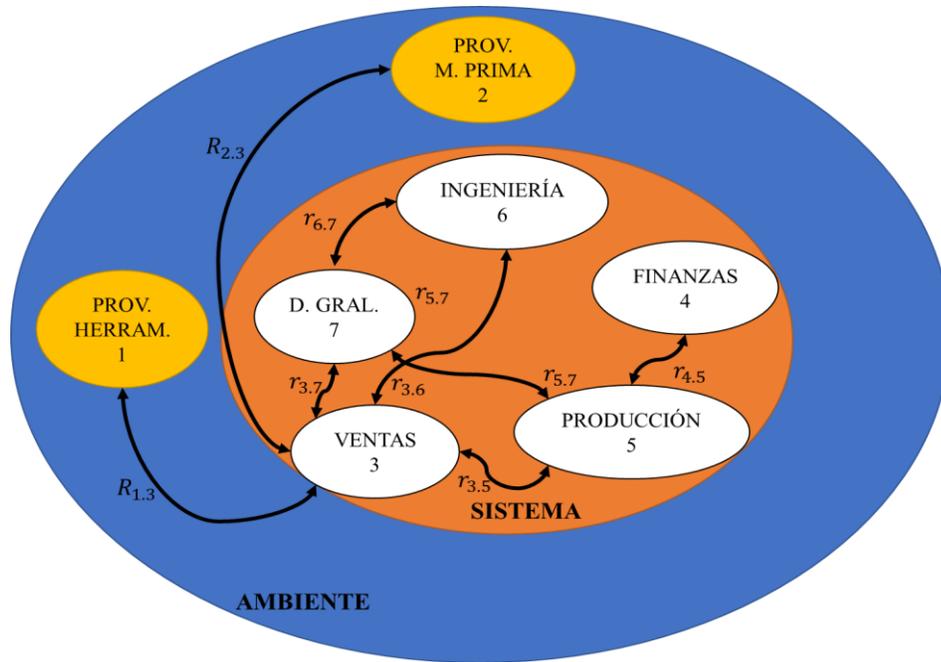


Figura 3.3. Representación cibernética (Producción) de DHEG de México (Elaboración propia, 2018).

Las actividades de gestión en DHEG de México permiten planear y corregir los desvíos de las actividades productivas. Estas pueden formularse en cuatro subsistemas funcionales interdependientes:

Subsistema de toma de decisiones: encargado de la selección de políticas, estrategias y acciones inmediatas, a corto y mediano plazo para optimizar el funcionamiento del sistema.

Subsistema de planeación: que anticipa las consecuencias de las decisiones actuales y futuras y define los fines del sistema formulando estrategias, políticas y programas a seleccionar por el decisor.

Subsistema de información: capta sistemáticamente datos relevantes del sistema en estudio y su entorno, empleando procedimientos específicos de medición, monitoreo y pronóstico, información que sirve de base para la planeación y toma de decisiones.

Subsistema de ejecución: Ante perturbaciones en el entorno, DHEG de México tratará de mantener su estructura fundamental (autopoiesis) adecuándose a los sistemas participantes que conforman su entorno.

3.4 Identificación de actividades y relaciones en el sistema Producción.

Con el objetivo de conocer mejor y más profundamente el funcionamiento y el desempeño de los procesos y las actividades en los que se halla involucrada la organización específicamente del sistema de Producción, se diseña el mapa de procesos correspondiente presentado en la Figura 3.4 prestando una atención especial a aquellos aspectos clave de los mismos procesos.

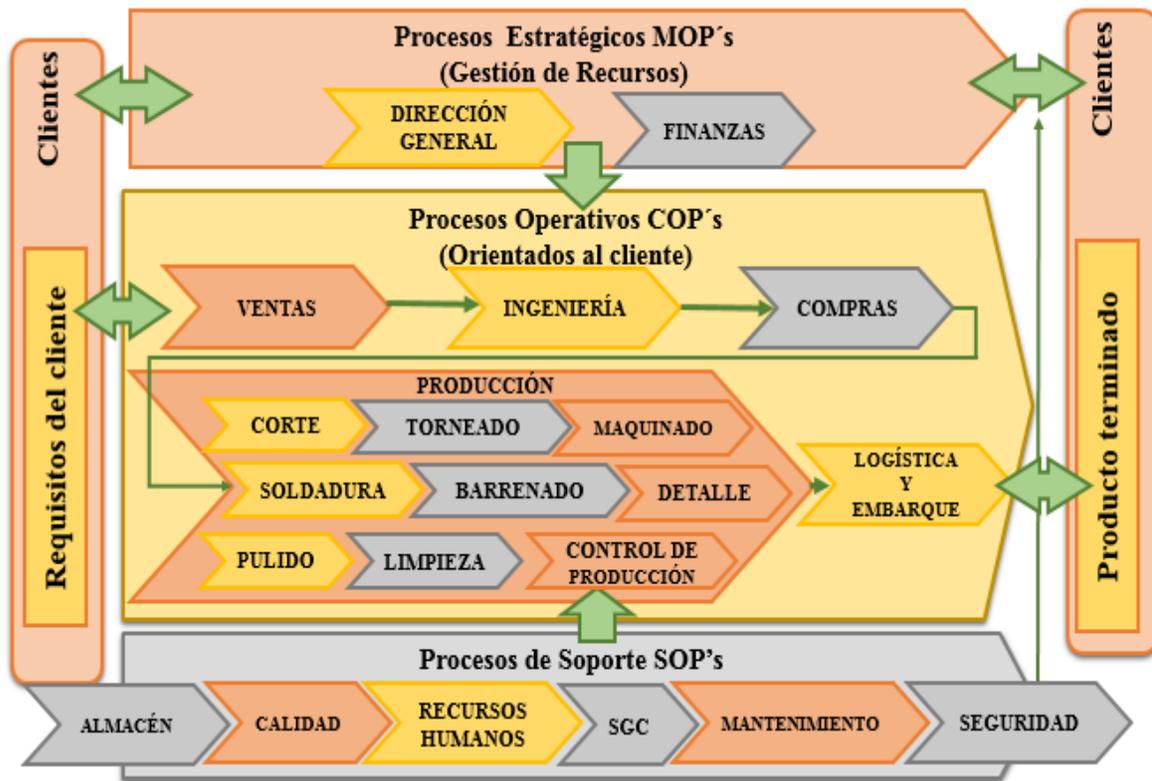


Figura 3.4. Mapa de Procesos DHEG de México (Elaboración propia, 2018).

Los Procesos Estratégicos o Procesos de Gestión formados por la Dirección General y Finanzas, aseguran la mejora continua de todos los procesos mediante las mejoras para lograr los objetivos, la revisión y análisis de los datos que interactúan con todos los demás procesos.

Por otra parte, los procesos de Ventas, Ingeniería, Compras, Producción y Logística y Embalaje son Procesos Operativos o Procesos Orientados al Cliente, los cuales determinan la función básica de la organización y que tiene que ser especialmente excelentes puesto que

pueden definir el éxito o fracaso de la empresa, centrándose en cumplir las necesidades y las expectativas de los clientes.

Dentro del sistema Producción, se pueden observar los subsistemas por los que está compuesto (Corte, Torneado, Maquinado, Soldadura, Barrenado, Detalle, Pulido, Limpieza y Control de Producción). Estos subsistemas corresponden a cada uno de los procedimientos por los que son sometidos los conectores eléctricos de compresión dependiendo del tipo de conector que se manufacture.

Finalmente, los Procesos de Soporte conformados por Almacén, Calidad, Recursos Humanos, Sistema de Gestión de Calidad (SGC), Mantenimiento y Seguridad permiten operar a los otros procesos al proporcionar los recursos necesarios y contribuir al control de los riesgos, ya que son los procesos responsables de proveer a la organización de todos los recursos necesarios para poder generar el valor agregado deseado a los clientes.

El mapa de procesos proporciona una perspectiva global-local, obligando a “posicionar” cada proceso respecto a la cadena de valor. Al mismo tiempo, relaciona el propósito de la organización con los procesos que lo gestionan, utilizándose también como herramienta de consenso y aprendizaje.

Estudio de métodos en la Producción.

El Estudio de Métodos se basa en el registro y examen crítico sistemático de la metodología existente y proyectada utilizada para llevar a cabo un trabajo u operación. El objetivo fundamental del Estudio de Métodos es el aplicar métodos más sencillos y eficientes para de esta manera aumentar la productividad de cualquier sistema productivo (Chiavenato, 2002).

Para representar la sucesión de las principales operaciones e inspecciones del proceso, se emplea un cursograma sinóptico ilustrado en la Figura 3.5. El tiempo fijado por pieza se indica, en horas, a la izquierda de cada operación. No se asigna un tiempo dado para cada inspección porque los inspectores no son retribuidos por tarea.

Para no recargar la figura, se han omitido las notas que se añaden normalmente al lado de cada símbolo. A continuación, se enlistan las operaciones e inspecciones de que es objeto una pieza de la Familia A:

- Operación 1:* Cortar materia prima (tubo de cobre) de acuerdo a Plano de Producción en máquina para cortar tubo de cobre. (0.033 horas).
- Operación 2:* Eliminar rebaba en pieza cepillando en la misma máquina. (0.010 horas).
- Inspección 1:* Verificar dimensiones. (No se fija tiempo). Es entregada al área de torneado para elaborar bisel a la pieza.
- Operación 3:* Realizar bisel en torno revólver. (0.041 horas).
- Operación 4:* Eliminar rebaba con lima y lija en la misma máquina. (0.010 horas).
- Operación 5:* Biselar el extremo opuesto de la pieza en la misma máquina. (0.041 horas).
- Operación 6:* Eliminar rebaba con lima y lija en la misma máquina. (0.010 horas).
- Inspección 2:* Verificar resultado final de biselado. (No se fija tiempo). La pieza debe llevar un orificio concéntrico al eje longitudinal.
- Operación 7:* Marcar pieza para realizar barrenado. (0.010 horas).
- Operación 8:* Hacer un orificio transversal (barrenado) en taladro de banco. (0.025 horas).
- Operación 9:* Realizar detallado de barrenado con lima y lija, eliminando rebabas. (0.010 horas).
- Inspección 3:* Verificar resultado final. (No se fija tiempo). Es transportada al área de lavado.
- Operación 10:* Introducir pieza en ácido. (5 horas).
- Operación 11:* Lavar pieza hasta eliminar residuos de suciedad. (0.050 horas).
- Operación 12:* Secar pieza con sopladora, franela y horno para garantizar su secado interno. (0.170 horas).
- Inspección 4:* Verificar definitivamente dimensiones y acabado. (No se fija tiempo). Pasa a almacén de piezas terminadas hasta que se necesite para su entrega.

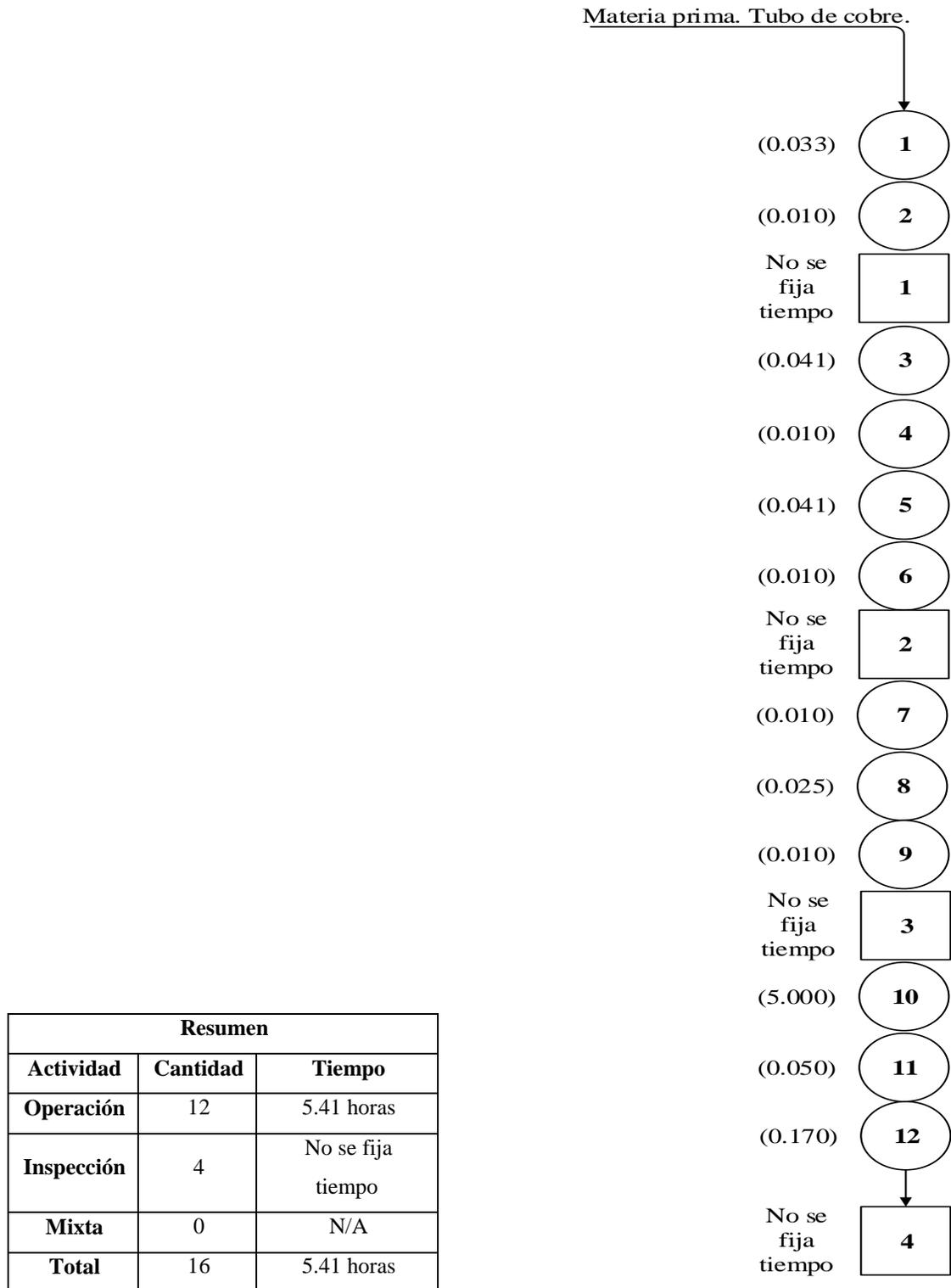


Figura 3.5. Cursograma sinóptico del proceso correspondiente a productos de la Familia A
(Elaboración propia, 2018).

Como se puede observar, el proceso para elaborar algún producto de la Familia A es completamente lineal, éste cuenta con 12 operaciones y 4 inspecciones. El tiempo total de la fabricación consta de 5.41 horas por pieza, esto debido al tiempo necesario que la pieza debe reposar en el ácido para limpiar suciedad.

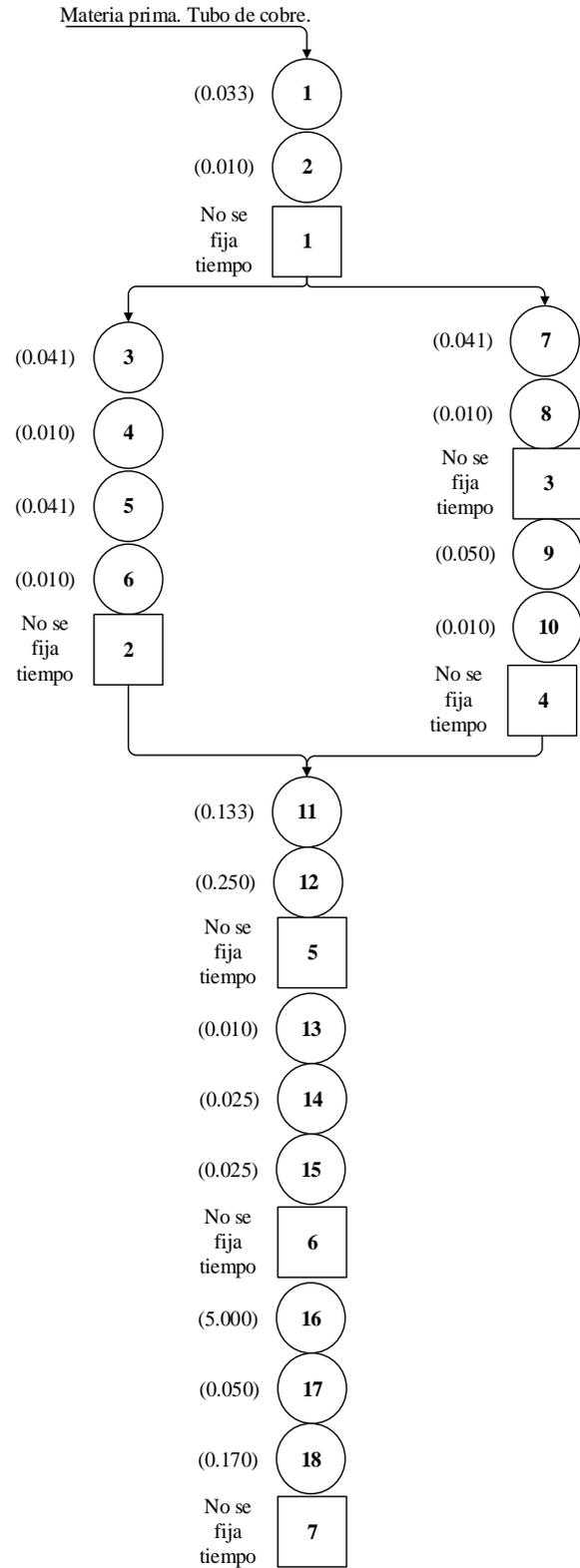
A continuación, la Figura 3.6 representa el cursograma correspondiente al proceso de fabricación para una pieza de la Familia B, para elaborar un producto de dicha familia, se utilizan dos piezas: una corresponde a la base y la otra al cañón, la primera tiene mayor longitud que la segunda, es necesario revisar los planos fabricación para verificar estas medidas, sin embargo, ambas piezas deben de ser del mismo diámetro de tubo, de esta forma, asegurar su ensamble durante el proceso de soldadura.

Es importante destacar que al igual que en el anterior, el tiempo fijado por pieza se indica, en horas, a la izquierda de cada operación, y éste además es un tiempo promedio estimado, sobre todo para las operaciones referentes a la soldadura y pulido, ya que éstas dependen de las dimensiones de la pieza. No se asigna un tiempo dado para cada inspección porque los inspectores no son retribuidos por tarea.

Las operaciones e inspecciones de que es objeto una pieza de la Familia B, son las siguientes:

- Operación 1:* Cortar materia prima (tubo de cobre) de acuerdo a Plano de Producción en máquina para cortar tubo de cobre. (0.050 horas). Se obtienen dos piezas: base y cañón.
- Operación 2:* Eliminar rebaba en ambas piezas cepillando en la misma máquina. (0.025 horas).
- Inspección 1:* Verificar dimensiones. (No se fija tiempo). Es entregada al área de torneado para elaborar bisel a las piezas.
- Operación 3:* Realizar bisel en torno revólver para base del producto. (0.041 horas).
- Operación 4:* Eliminar rebaba con lima y lija en la misma máquina. (0.010 horas).
- Operación 5:* Biselar el extremo opuesto de la pieza (base) en la misma máquina. (0.041 horas).
- Operación 6:* Eliminar rebaba con lima y lija en la misma máquina. (0.010 horas).

- Inspección 2:* Verificar resultado final de biselado. (No se fija tiempo). La pieza es enviada a soldadura.
- Operación 7:* Realizar bisel en torno revólver para cañón de la pieza. (0.041 horas).
- Operación 8:* Eliminar rebaba con lima y lija en la misma máquina. (0.010 horas).
- Inspección 3:* Verificar resultado final de biselado. (No se fija tiempo). La pieza es enviada a maquinado.
- Operación 9:* Corte media luna del lado no biselado del cañón en prensa neumática. (0.050 horas).
- Operación 10:* Eliminar rebaba con lima y lija. (0.010 horas).
- Inspección 4:* Verificar resultado final de corte media luna. (No se fija tiempo). La pieza es enviada a soldadura.
- Operación 11:* Calentar y soldar ambas piezas. (0.133 horas). Luego de que la pieza se haya enfriado, es enviada al área de pulido.
- Operación 12:* Pulir nueva pieza. (0.250 horas). Se realiza en cámara especial, la cual está cerrada y tiene un extractor de polvo.
- Inspección 5:* Inspeccionar pulido y soldadura. (No se fija tiempo). El producto no debe estar desgastado ni tener imperfecciones en soldadura.
- Operación 13:* Marcar pieza para realizar barrenado. (0.010 horas).
- Operación 14:* Hacer un orificio transversal (barrenado) en taladro de banco. (0.025 horas).
- Operación 15:* Realizar detallado de barrenado con lima y lija, eliminando rebabas. (0.010 horas).
- Inspección 6:* Verificar resultado final. (No se fija tiempo). Es transportada al área de lavado.
- Operación 16:* Introducir pieza en ácido. (5 horas).
- Operación 17:* Lavar pieza hasta eliminar residuos de suciedad. (0.050 horas).
- Operación 18:* Secar pieza con sopladora, franela y horno para garantizar su secado interno. (0.170 horas).
- Inspección 7:* Verificar definitivamente dimensiones y acabado. (No se fija tiempo). Pasa a almacén de piezas terminadas hasta que se necesite para su entrega.



| Resumen | | |
|--------------|-----------|--------------------|
| Actividad | Cantidad | Tiempo |
| Operación | 18 | 5.919 horas |
| Inspección | 7 | No se fija tiempo |
| Mixta | 0 | N/A |
| Total | 25 | 5.919 horas |

Figura 3.6. Cursograma sinóptico del proceso correspondiente a productos de la Familia B (Elaboración propia, 2018).

A diferencia del proceso para la fabricación de productos de la Familia A, este proceso no es lineal, ya que para manufacturar un producto se requieren dos piezas, las cuales son manipuladas en algún momento del proceso por diferentes operaciones, por ello se tiene una mayor cantidad de operaciones e inspecciones teniendo en total 25 actividades, así mismo, el tiempo también aumenta, en promedio, un producto de la Familia B es fabricado en 5.919 horas.

3.5 Estructura organizacional.

Las funciones específicas son el resultado de la sucesiva división del trabajo en grupos de actividades, lógicamente distribuidas con el propósito de que una empresa realice con mayor eficacia sus objetivos organizacionales, se plantean las siguientes áreas funcionales ilustradas en la figura 3.7 (Rodríguez, 2003).

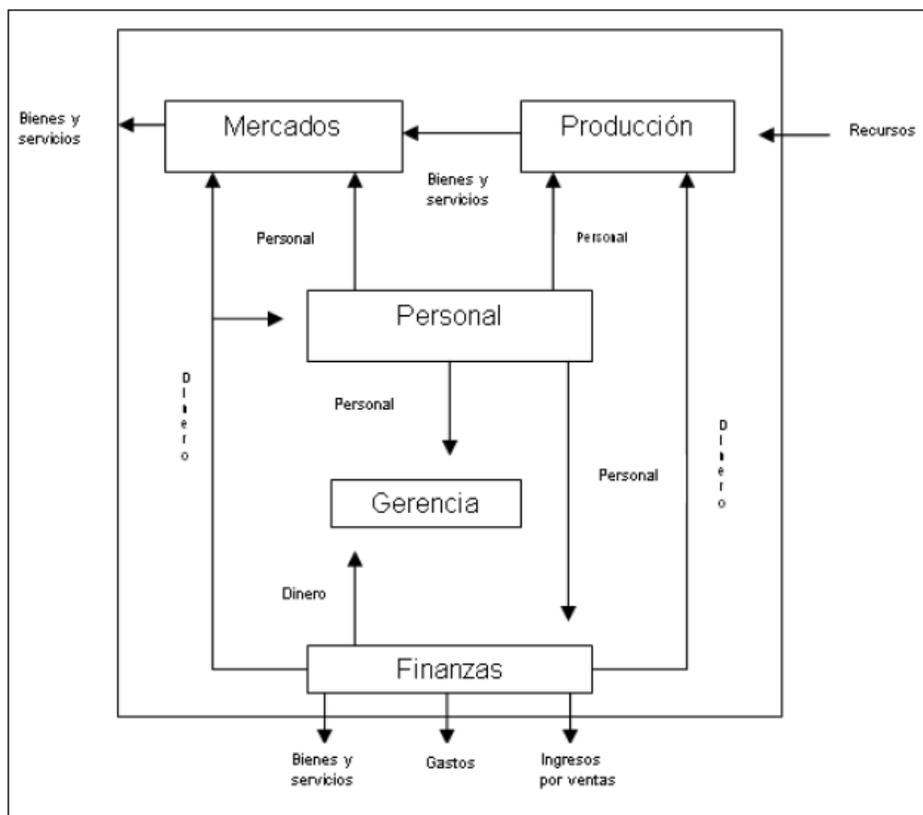


Figura 3.7. La organización como sistema (Domínguez, 1995).

División de gerencia. Responsable de la definición, de los ejes estratégicos de la empresa, es decir, de la determinación de sus objetivos y de los medios necesarios para lograrlos. Marca las

pautas para la obtención y uso de recursos de la empresa, conforme a un plan y organiza las tareas de los otros actores dentro de la empresa. Coordina y controla el desarrollo de las operaciones, según el plan y revisa la estrategia y las estructuras de la empresa en respuesta a imprevistos, que pueden ser externos a la empresa (Domínguez, 1995).

División de mercadotecnia. La comercialización es una fuerza reguladora, que influye sobre la asignación de recursos limitados y sobre la distribución, y el monto de los ingresos de los particulares y las empresas. La función de comercialización crea tiempo, plaza y disfrute de bienes, lo que significa tener productos cuando y donde se necesiten, y luego completar la transferencia para proveer el disfrute de los bienes. La mercadotecnia ha evolucionado, desde sus orígenes en la venta y distribución, hasta convertirse en una filosofía, cuyo propósito es relacionar en forma dinámica a todo tipo de organización con su mercado. El propósito fundamental de la estructura de la organización de comercialización, es utilizar los recursos de mercadeo de la manera más efectiva en costos para lograr los objetivos de la organización (Domínguez, 1995).

División de producción. Los sistemas de producción constan de procesos y actividades necesarias, para transformar los distintos insumos, en bienes o servicios. Los sistemas de producción existen en todas las organizaciones y se componen de personal, materiales, dinero, información. El resultado final de un sistema de producción es aumentar el valor al mejorar, aumentar o volver a ordenar los insumos. la misión de esta área es: “obtener los bienes y servicios que deberán satisfacer las necesidades detectadas por la división de mercados y/o investigación, dándose un proceso de conversión (producción) de recursos en bienes y/o servicios de acuerdo con los objetivos empresariales” (Domínguez, 1995).

División de finanzas. La función de finanzas consiste en proporcionar los fondos necesarios para apoyar las operaciones y actividades de producción. Estos fondos, no sólo provienen de la venta de los bienes y servicios de la organización, sino también se pueden adquirir por préstamos, venta de inventarios, ingresos sobre inversiones, ganancias retenidas, etcétera (Domínguez, 1995).

División de personal. Se encarga de la planeación de personal, la selección, contratación, retribución, capacitación y desarrollo, prestaciones, movilidad, relaciones laborales y controles

administrativos de los recursos humanos en las organizaciones. El problema de conservar el personal dentro de la empresa, engloba la higiene y seguridad, administración de sueldos y salarios. Las relaciones laborales y los servicios y beneficios del personal de producción (Domínguez, 1995).

Todas las organizaciones constituyen sistemas. Los componentes de cualquier sistema o unidad, deben ser coordinados de una manera lógica y eficiente, de manera que puede funcionar de una forma total, que beneficie tanto a la organización como a sus miembros individuales. De esta manera, se presenta la división de personal como un sistema en el que cada parte se interrelaciona con otras, para realizar acciones conjuntas.

3.6 Identificación de manuales y relaciones.

En los manuales de procedimientos son consignados, metódicamente tanto las acciones como las operaciones que deben seguirse para llevar a cabo las funciones generales de la empresa. Además, con los manuales puede hacerse un seguimiento adecuado y secuencial de las actividades anteriormente programadas en orden lógico y en un tiempo definido.

Los procedimientos, en cambio, son una sucesión cronológica y secuencial de un conjunto de labores concatenadas que constituyen la manera de efectuar un trabajo dentro de un ámbito predeterminado de aplicación (Chiavenato, 2002).

Todo procedimiento implica, además de las actividades y las tareas del personal, la determinación del tiempo de realización, el uso de recursos materiales, tecnológicos y financieros, la aplicación de métodos de trabajo y de control para lograr un eficiente y eficaz desarrollo en las diferentes operaciones de una empresa (Rojas & Aguilar, 2012), en el Anexo B, puede observarse el primer procedimiento elaborado en DHEG de México, el cual se realizó para el Control de Información Documenta. Dentro de este procedimiento, se explica a detalle los puntos a seguir para la creación y modificación de documentos internos (incluye procedimientos, instrucciones de trabajo, formatos y registros); además de los documentos externos (órdenes de compra, requisiciones de clientes, entre otros).

Las ventajas de contar con manuales de procedimientos son (Rojas & Aguilar, 2012):

- a. Auxilian en el adiestramiento y capacitación del personal.
- b. Auxilian en la inducción al puesto.
- c. Describen en forma detallada las actividades de cada puesto.
- d. Facilitan la interacción de las distintas áreas de la empresa.
- e. Indican las interrelaciones con otras áreas de trabajo.
- f. Permiten que el personal operativo conozca los diversos pasos que se siguen para el desarrollo de las actividades de rutina.
- g. Permiten una adecuada coordinación de actividades a través de un flujo eficiente de la información.
- h. Proporcionan la descripción de cada una de sus funciones al personal.
- i. Proporcionan una visión integral de la empresa al personal.
- j. Se establecen como referencia documental para precisar las fallas, omisiones y desempeños de los empleados involucrados en un determinado procedimiento.
- k. Son guías del trabajo a ejecutar.

Dentro de las operaciones realizadas en el Sistema de Producción, se encuentran las instrucciones de trabajo, las cuales, son documentos donde se recogen con detalle “cómo” se realiza cierta operación, a diferencia de los procedimientos documentados, en los que se indica “qué” es lo que se hace, quiénes son los responsables, etc. Ese “cómo” se hace, se describe a través de explicaciones detalladas de cada uno de los pasos a seguir para ejecutar cierta actividad. En el Anexo C, se observa a detalle la Instrucción de Trabajo empleada para realizar el corte de materia prima en la manufactura de los conectores eléctricos de compresión en DHEG de México.

3.7 Control estadístico de producción.

Para verificar la aplicación de la metodología, se empleó un análisis estadístico de la producción, basada únicamente en el proceso de corte. La Figura 3.8 muestra los datos obtenidos de las muestras observadas, así mismo, la Figura 3.9 ilustra el gráfico de Medias y de Rangos.

Primero se eligieron las variables de respuesta que fueron medidas en cada punto del diseño y verificar que se midiera de manera confiable.

- Variables Controlables: Potencia de la cortadora (en este caso se manejaran tres estados: 870 - 900 - 930)
- Variables no Controlables: Presión (es constante dependiendo del operador que se esté utilizando)
- Medidas (en este caso tomaremos el largo de la pieza el cual debe de estar entre 44 y 44.05 mm).

No se trata de que el experimentador tenga que saber a priori cuáles factores influyen, puesto que precisamente para eso es el experimento, pero sí de que utilice toda la información disponible para incluir aquellos que se considera que tienen un mayor efecto.

Debido a que el proceso se encuentra en control, hasta el momento se determina la capacidad y se concluye que el proceso no es capaz de satisfacer las especificaciones establecidas, teniendo en cuenta que el Cp. es menor a 1. Se especula que es debido a errores del operario en el momento de doblar la pieza; de calibración en los instrumentos como el pie de rey o en la calidad de los materiales. A continuación, se presenta la hipótesis analizada.

H₀ (Hipótesis Nula): Sin importar que exista una variabilidad en la variable controlable (ángulo), los datos estadísticos del ancho de la pieza no se verán afectados, teniendo en cuenta la tolerancia manejada por la empresa y por el instrumento de medición utilizado.

H₁ (Hipótesis Alterna): al modificar la variable controlable (potencia), los datos estadísticos del ancho de la pieza se verán afectados, por lo cual no se cumple con la tolerancia de la empresa, ni del instrumento de medición utilizado.

| Muestras | Datos de la Muestra | | | | | | Suma | Promedio | Maximo | Minimo | Rango |
|----------|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|------------|--------|--------|-------|
| M1 | 43,95 | 43,9 | 43,95 | 44 | 43,95 | 44,05 | 263,8 | 43,9666667 | 44,05 | 43,9 | 0,15 |
| M2 | 43,9 | 43,9 | 43,9 | 43,95 | 43,95 | 44,05 | 263,65 | 43,9416667 | 44,05 | 43,9 | 0,15 |
| M3 | 43,9 | 43,95 | 44,05 | 43,95 | 44,05 | 43,9 | 263,8 | 43,9666667 | 44,05 | 43,9 | 0,15 |
| M4 | 43,9 | 43,95 | 44,05 | 43,95 | 43,9 | 43,9 | 263,65 | 43,9416667 | 44,05 | 43,9 | 0,15 |
| M5 | 44 | 44,05 | 43,95 | 44,05 | 44,05 | 44,05 | 264,15 | 44,025 | 44,05 | 43,95 | 0,1 |
| M6 | 43,95 | 43,9 | 43,9 | 43,95 | 43,9 | 43,95 | 263,55 | 43,925 | 43,95 | 43,9 | 0,05 |
| M7 | 43,9 | 43,95 | 43,95 | 43,95 | 44 | 43,95 | 263,7 | 43,95 | 44 | 43,9 | 0,1 |
| M8 | 44 | 43,95 | 43,9 | 44,05 | 43,9 | 44,05 | 263,85 | 43,975 | 44,05 | 43,9 | 0,15 |
| M9 | 43,9 | 43,95 | 43,95 | 44,05 | 43,95 | 43,95 | 263,75 | 43,9583333 | 44,05 | 43,9 | 0,15 |
| M10 | 43,9 | 43,95 | 43,5 | 43,9 | 43,95 | 44,05 | 263,25 | 43,875 | 44,05 | 43,5 | 0,55 |
| M11 | 43,9 | 43,9 | 43,95 | 44 | 43,9 | 43,9 | 263,55 | 43,925 | 44 | 43,9 | 0,1 |
| M12 | 44 | 43,95 | 43,95 | 44,05 | 44,05 | 43,9 | 263,9 | 43,9833333 | 44,05 | 43,9 | 0,15 |

| Datos de Muestra | | | | | A2 | 0,486 | Especificación | | |
|------------------|-------|-------|-------------------|--|----|-------|----------------|-------|----------|
| Media | Rango | | Des.Est | | D4 | 2,004 | limite | | Promedio |
| Promedio | Min | Max | Promedio | | D3 | 0 | Min | Max | |
| 43,9527778 | 43,5 | 44,05 | 0,1625 0,06412786 | | D2 | 2,534 | 43,95 | 44,05 | 44 |

Figura 3.8. Datos de las muestras obtenidas (Elaboración propia, 2018).

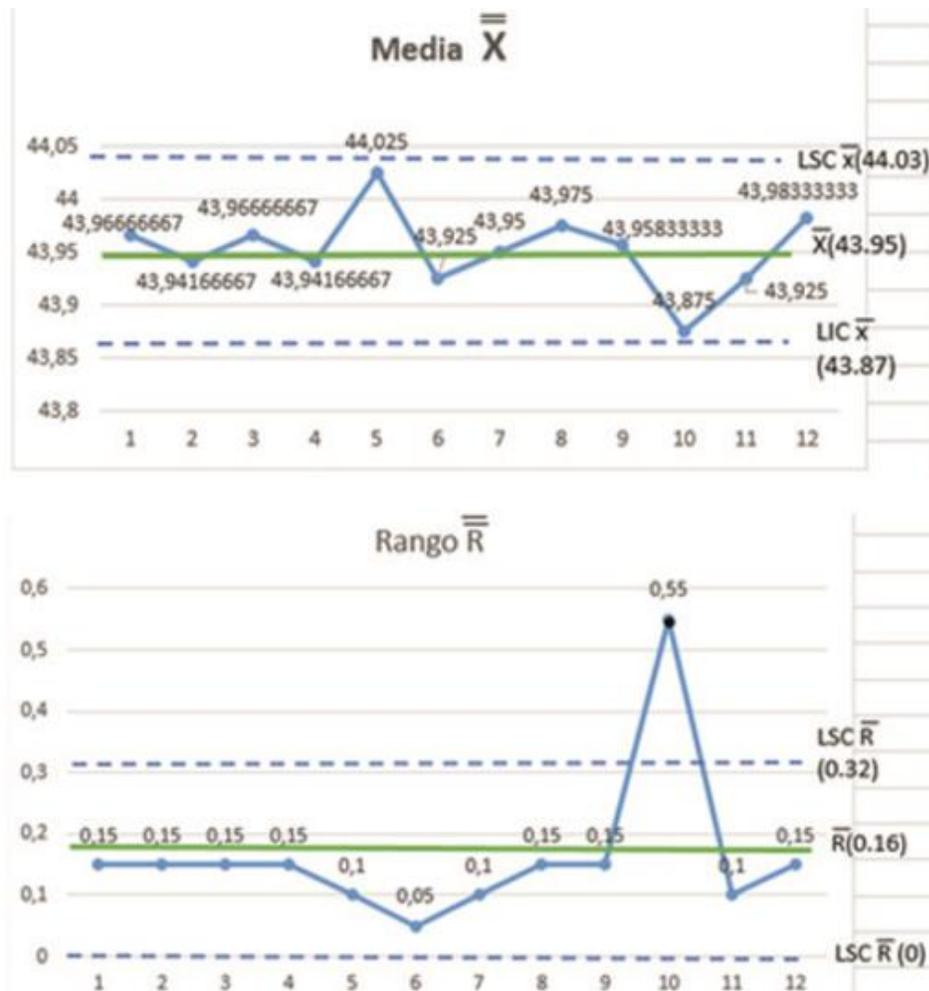


Figura 3.9. Gráfico de Medias y Rangos (Elaboración propia, 2018).

Teniendo en cuenta lo anterior, se procede a plantear una propuesta de soluciones basados en dos tipos de diseños de experimentos, como lo son el ANOVA y el R&R. Se concluye realizando las debidas interpretaciones de cada análisis.

Interpretación (ANOVA)

En la Figura 3.10 se observa el valor tabla $> F_0$, por lo tanto, se acepta la hipótesis nula (H_0), diciendo que los ángulos NO afectan el ancho de la pieza.

Se puede decir que una de las causas para no cumplir el C_p . es la tolerancia tan mínima que se establece para la medición del ancho de la pieza.

La proporción que se tiene de productos defectuosos es del 48.40%.

| | Angulo | Ancho (mms) | | | | | | Yi | Yi |
|-----|--------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|------------|
| N/1 | 87 | 43,5 | 43,75 | 43,5 | 43,5 | 43,5 | 43,75 | 261,5 | 43,5833333 |
| N/2 | 90 | 44 | 44,05 | 43,95 | 44,05 | 44,05 | 44,05 | 264,15 | 44,025 |
| N/3 | 93 | 45,05 | 45,05 | 44,65 | 44,65 | 45,55 | 45,55 | 270,5 | 45,0833333 |
| | | | | | | | | 796,15 | 44,2305556 |

| | | | |
|----|-------|---|----|
| Ho | M1=M2 | n | 6 |
| Ha | M1≠M2 | a | 3 |
| | | N | 18 |

| | Suma de Cuadrados | Grados de Li | Cuadrado Medio | Fo | Valor Tabla |
|----------------|-------------------|--------------|----------------|------------|-------------|
| SStratamientos | 7,130277778 | 2 | 3,565138889 | 0,21519574 | 3,68 |
| SSe | 0,905416667 | 15 | 16,56695812 | | |
| SSt | 8,035694444 | 17 | | | |

Figura 3.10. Interpretación ANOVA (Elaboración propia, 2018).

Al analizar los datos de la Figura 3.11, podemos observar que existe variabilidad entre los datos tomados por el operador A y los datos tomados por el operador B, probablemente causados por el instrumento, debido a que pueden encontrarse fallas a pesar de que esté calibrado, reflejando errores dentro del proceso.

| # Piezas | Mediciones de operador A | | | | Mediciones de operador B | | | | Prom. Lecturas |
|----------|--------------------------|--------------|--------------|-------|--------------------------|--------------|--------------|-------|----------------|
| | 1er. intento | 2do. intento | 3er. intento | Rango | 1er. intento | 2do. intento | 3er. intento | Rango | |
| N/1 | 43,95 | 43,9 | 43,95 | 0,05 | 44 | 43,95 | 44,05 | 0,1 | 43,97 |
| N/2 | 43,9 | 43,9 | 43,9 | 0 | 43,95 | 43,95 | 44,05 | 0,1 | 43,94 |
| N/3 | 43,9 | 43,95 | 44,05 | 0,15 | 43,95 | 44,05 | 43,9 | 0,15 | 43,97 |
| N/4 | 43,9 | 43,95 | 44,05 | 0,15 | 43,95 | 43,9 | 43,9 | 0,05 | 43,94 |
| N/5 | 44 | 44,05 | 43,95 | 0,1 | 44,05 | 44,05 | 44,05 | 0 | 44,03 |
| N/6 | 43,95 | 43,9 | 43,9 | 0,05 | 43,95 | 43,9 | 43,95 | 0,05 | 43,93 |
| N/7 | 43,9 | 43,95 | 43,95 | 0,05 | 43,95 | 44 | 43,95 | 0,05 | 43,95 |
| N/8 | 44 | 43,95 | 43,9 | 0,1 | 44,05 | 43,9 | 44,05 | 0,15 | 43,98 |
| N/9 | 43,9 | 43,95 | 43,95 | 0,05 | 44,05 | 43,95 | 43,95 | 0,1 | 43,96 |
| N/10 | 43,9 | 43,95 | 43,5 | 0,45 | 43,9 | 43,95 | 44,05 | 0,15 | 43,88 |
| Totales | 439,3 | 439,45 | 439,1 | 1,15 | 439,8 | 439,6 | 440 | 1 | |

| Prom. Operador A | Prom. Operador B | Max operario A | Min operario A | Max operario B | Min operario B |
|------------------|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 43,93 | 44,00 | 43,95 | 43,9 | 44,05 | 43,95 |
| 43,90 | 43,98 | 43,9 | 43,9 | 44,05 | 43,95 |
| 43,97 | 43,97 | 44,05 | 43,9 | 44,05 | 43,9 |
| 43,97 | 43,92 | 44,05 | 43,9 | 43,95 | 43,9 |
| 44,00 | 44,05 | 44,05 | 43,95 | 44,05 | 44,05 |
| 43,92 | 43,93 | 43,95 | 43,9 | 43,95 | 43,9 |
| 43,93 | 43,97 | 43,95 | 43,9 | 44 | 43,95 |
| 43,95 | 44,00 | 44 | 43,9 | 44,05 | 43,9 |
| 43,93 | 43,98 | 43,95 | 43,9 | 44,05 | 43,95 |
| 43,78 | 43,97 | 43,95 | 43,5 | 44,05 | 43,9 |
| | | 439,8 | 438,65 | 440 | 439 |

Figura 3.11. Interpretación R&R (Elaboración propia, 2018).

Al analizar la gráfica realizada con base en datos obtenidos en el diseño R&R (Figura

3.12), podemos observar que existe variabilidad entre los datos tomados por el operador A y los datos tomados por el operador B.

Interacción Partes vs Operadores

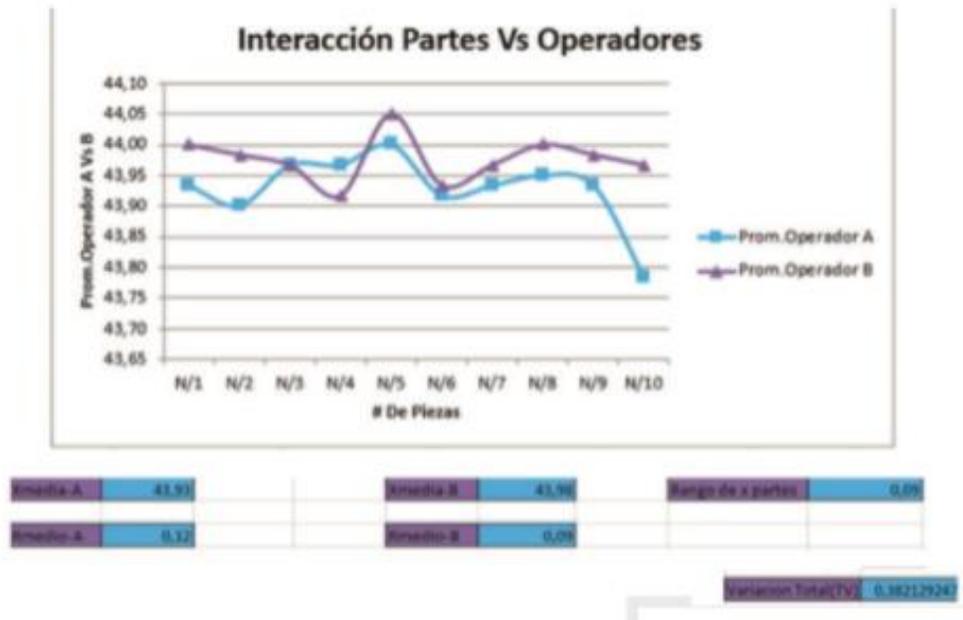


Figura 3.12. Gráfico interacción Partes VS Operadores (Elaboración propia, 2018).

El % valor R&R es de 92, lo que quiere decir que el sistema necesita un mejoramiento, dado que se trabajará con un criterio del 10%, para que por lo menos los resultados sean aceptables.

CAPÍTULO IV.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

El objetivo general de evaluar la calidad y la productividad en una organización, se logró empleando una metodología ciber-sistémica basada en Rojas & Aguilar (2013), donde se analizaron los subsistemas de la organización.

1. Se definieron el marco contextual y fundamentos de la investigación tomando en cuenta las perspectivas de demanda de electricidad, viendo así, el consumo global y local de los conectores eléctricos.
2. Se evaluó la situación actual de la empresa por medio de un análisis FODA, así como, visitas continuas a la misma.
3. Se establecieron las diferentes disciplinas de la ciencia que apoyaron el desarrollo de la investigación.
4. Se empleó la metodología ciber-sistémica bajo la cual se llevó a cabo la investigación aplicada a una empresa de manufactura de conectores eléctricos de compresión.
5. Se realizaron pruebas de tiempos de producción en cada estación de trabajo, así mismo, se observaron y analizaron las actividades que realizan los diferentes miembros de la organización, de esta manera, lograr un trabajo en equipo para la mejora continua;

Para investigaciones futuras, es recomendable proseguir con el análisis continuo de la empresa para mejorar su productividad y calidad tanto en sus productos, como en sus procesos. Además, es indispensable identificar más indicadores para la producción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Ackoff R.L. (1973). Science in the Systems Age: Beyond IE, OR, and MS. Operations Research, Vol. 21, No. 3.
- ANSI C119.4 (1991). *Conectores para su Uso en Conductores Desnudos Aéreos Aluminio a Aluminio o Aluminio a Cobre*. Instituto Americano Nacional de Normas, NY.
- Atlantic International University. (2016). *Origen, evolución y filosofía de la Calidad Total*. Recuperado de: <http://cursos.aiu.edu/calidad/PDF/tema%202.pdf>.
- Avelino Pérez, Pedro. (2001). *Transformadores de distribución: teoría, cálculo, construcción y pruebas*. 2a. Edición. México. Editorial Reverté.
- Bergvall-Kareborn, B., Mirijamdotter, A. & Basden A. *Basic Principles of SSM Modeling: An Examination of CATWOE from a Soft Perspective*. Systemic Practice and Action Research. 2004.
- BERRY Thomas “Cómo gerenciar la transformación hacia la calidad total”, Ed. McGraw-Hill, Colombia, 1995.
- Bertalanffy, Ludwig Von. *General System Theory: Foundations, Developments, Applications*. 7a. Edición. New York, E.U.A. Ed. George Braziller. 1989.
- Biographical memoirs of fellows of the Royal Society. (2001). *Claude E. Shannon*. Recuperado de: <http://rsbm.royalsocietypublishing.org/content/roybiogmem/55/257>.
- Biography. (2008). *W. Ross Ashby (1903-1972)*. Recuperado de: <http://www.rossashby.info/biography.html>.
- BOBBINS Stephe “Administración Teoría y Práctica”, Ed. Prentice Hall, México, 1995.
- Cardoso, E.O., Cerecedo, M. T. & Ramos, J. R. *Evaluación Institucional Basada en los Sistemas Suaves*. 1ra Edición. E.U.A. Editorial Palibrio LLC. 2013. pp 61-65.
- Castillo Fonseca, Juan Miguel. *La Metodología de Sistemas Blandos como Herramienta para la Implementación de Sistemas de Gestión de Calidad*. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. 2014.

- Cathalifaud, Marcelo & Osorio, Francisco. (1998). *Introducción a los Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas. En Cinta de Moebio, Universidad de Chile*. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/101/10100306.pdf>
- CHAPMAN. 2005. Máquinas eléctricas. Madrid: McGraw-Hill Interamericana.
- Checkland, P. *Pensamiento de Sistemas, Práctica de Sistemas*. 1ra Edición. México. Editorial Limusa. 1992.
- CHIAVENATO Idalberto “Administración en los nuevos tiempos”, Ed. McGraw-Hill, Colombia, 2002.
- *Código Nacional Eléctrico de Seguridad de 1993*, Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos Inc., New York, 1992.
- Constructor Eléctrico, Energy Management. (2012). *Teoría y aplicación de conectores*. Recuperado de: <https://constructorelectrico.com/teoria-y-aplicacion-de-conectores/>.
- *Dinámica de Sistemas*. Aracil, J. 3ra Edición. Madrid, España. Editorial Alianza Universidad. 1987. pp 56-63.
- Equipo para Distribución Subterránea, Catálogo UN63, BURNDY Corporation, 1965.
- Equipo para Sistemas Subterráneos, Catálogo Z47, BURNDY Engineering Co., 1947.
- F. Matthysee, "Principios Básicos de Conexión", Segunda Edición, BURNDY Corporation, 1965.
- Facultad de Economía, UNAM. (2016). *Teoría de Juegos*. Recuperado de: <http://herzog.economia.unam.mx/profesores/blopez/juegosIntroducci%C3%B3n.pdf>
- Filion, Louis Jacques, et. al. *Administración de PYMES*. 1a. Edición. México. Editorial Pearson Educación. 2011.
- FRAILE MORA, J. 2008. Máquinas eléctricas. Madrid: McGraw-Hill Interamericana.
- G. W. Di Troia, "Principios de las Conexiones Usadas para la Puesta a Tierra", FC-BURNDY Electrical, sin publicar, 1995.

- G. Zahlman, "Reporte para la Compañía Dow Chemical", FC-BURNDY Electrical, documento interno, 1996.
- González Calero, Pedro. *Filosofía para bufones*. 1ra. Edición. México. Editorial Círculo de Lectores. 2007.
- *Guía de la IEEE de Seguridad en Puestas a Tierra en Subestaciones de Corriente Alterna*, Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos Inc., New York, 1986.
- H. P. Duppre, "Los Problemas Relacionados con el Diseño de Conectores de Cables de Aluminio", Artículo de la AIEE 51-235, 1951.
- H. P. Duppre, J. Rogoff, "Empalmes y Terminación de Conductores de Aluminio", BURNDY Corporation, 1952.
- HARRINGTON H. James "Mejoramiento de los procesos en la empresa", Ed. McGraw-Hill, Colombia, 1995.
- HOROVITZ Jacques "La calidad del servicio", Ed. McGraw-Hill, Colombia, 1995.
- Hurtado Carmona, Douglas. *Teoría General de Sistemas: Un enfoque hacia la Ingeniería de Sistemas*. 2a. Edición. México. Editorial Lulu. 2011. pp 3-14.
- International Energy Agency. (2017). *World Energy Outlook*. Recuperado de: <https://www.iea.org/weo2017/#section-1-4>
- JM Povedar en Wordpress. (2009). *El enfoque sistémico*. Recuperado de: <https://jmpovedar.files.wordpress.com/2009/09/enfoque-sistemico.pdf>
- Johansen, Oscar. *Introducción a la teoría general de sistemas*. 1a. Edición. México. Editorial Limusa. 2004. pp 17-26.
- *Libro de Referencia de Líneas de Transmisión*, EPRI, Palo Alto, CA, 1979.
- Lilienfeld, Robert, *Teoría de Sistemas. Orígenes y aplicaciones ciencias sociales*, México, Trillas, 1991.
- M. A. Leland, "Conexiones de Subestaciones Empernadas y Soldadas", Proc. AIEE, 1958.

- M. R. Monashkin, "Convirtiendo las Aplicaciones de Conexiones en Recomendaciones de Conectores", BURNDY Corporation, 1977.
- *Manual de Conectores e Interconexiones*, The Electronics Connector Study Group, Fort Washington, PA, 1977.
- Martínez Marín, Andrés Ygnacio & Rios Rosas, Francy Rossi. *Estudio de sistemas blandos para el desarrollo de un sistema de información gerencial, mediante una adaptación de la metodología para sistemas blandos de Peter Checkland*. Universidad Autónoma del Estado de México. 2008. pp 45-53.
- Meyers, Fred E. & Stephens, Matthew P. *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*. 3a Edición. México. Editorial Pearson Educación. 2006. pp 1-3.
- Ministerio de agricultura y pesca, alimentación y medio ambiente. MAPAMA. (2013). *El enfoque sistémico*. Recuperado de: http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/fondo/pdf/18252_7.pdf
- Nuño de León, Pierina del Refugio. *Administración de pequeñas empresas*. 1a. Edición. México. Editorial Red Tercer Milenio. 2012. pp. 32-35.
- *Prácticas Recomendadas por la IEEE para la Puesta a Tierra de Sistemas de Potencia Industriales y Comerciales*, Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos Inc., New York, 1992.
- Rodríguez Ulloa, Ricardo. *La sistémica, los sistemas blandos y los sistemas de información*. 1ra. Edición. Perú. Ed. Universidad del Pacífico. 1994. pp 15-20.
- RUIZ Canela y LÓPEZ José "La Gestión por Calidad Total", Ed. Alfa Omega, México, 2004.
- Secretaría de Energía. (2015). *Prospectiva del Sector Eléctrico 2015-2031*. Recuperado de: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/44328/Prospectiva del Sector Eléctrico.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/44328/Prospectiva_del_Sector_Electrico.pdf)

- Secretaría de Energía. (2017). *Prospectiva del Sector Eléctrico 2017-2031*. Recuperado de:
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/284345/Prospectiva_del_Sector_Elctrico_2017.pdf
- SEWELL Carl “Clientes para siempre”, Ed. McGraw-Hill, Colombia, 1995.
- Tarí Guilló, Juan José. *Calidad Total: Fuente de ventaja competitiva*. 1ra. Edición. España. Publicaciones Universidad de Alicante. 2000. pp 21-36.
- Thomas and Betts Corporation. (2018). *Time line*. Recuperado de:
<http://www.tnb.com/pubint/timeline.html>
- Van Gigch, J. P. (1997). *Teoría General de Sistemas*. Distrito Federal, México, México: Trillas.
- VIAKON Conductores Monterrey. *Manual Eléctrico*. 2a. Edición. Monterrey, Nuevo León. Ed. Conductores Monterrey. 2011. pp 339-341.
- Wiener, Norbert. (1965). *Control and Communication in the Animal and the Machine*. Segunda edición.

ANEXO A

Hoja Viajera

|  DHEG de México | | HOJA VIAJERA | | | | | | Cliente: Pedido No.: Fecha de entrega: | | | | |
|---|-----------------|---------------------|-------|----------|-----------|-----------|-----------|--|---------|--------|--------|---------|
| Emisión: | | | | | | | | | | | | |
| Proceso de Producción | | | | | | | | | | | | |
| Descripción del dispositivo | | | | | | | | | | | | |
| Dispositivo | Calibre (kcmil) | Cantidad (pzas) | Corte | Torneado | Maquinado | Soldadura | Barrenado | Pulido | Detalle | Lavado | Secado | Calidad |
| / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / |
| / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / |
| / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / |
| / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / |
| Observaciones: | | | | | | | | | | | | |
| ELABORÓ | | | | REVISÓ | | | | AUTORIZÓ | | | | |

LA IMPRESIÓN DE ESTE DOCUMENTO SERÁ CONSIDERADA "COPIA NO CONTROLADA", A MENOS QUE EL MISMO PRESENTE LA LEYENDA CORRESPONDIENTE EN LA PRIMERA PÁGINA INDICANDO "COPIA CONTROLADA"

REV.02

ANEXO B

Procedimiento 1: Control Información Documentada.

| | | | |
|---|--|------------------------|---------------|
|  DHEG de México | PROCEDIMIENTO | | |
| | CONTROL INFORMACIÓN DOCUMENTADA | | |
| CÓDIGO | FECHA DE REVISIÓN | NO. DE REVISIÓN | PÁGINA |
| PR-01 | ENERO'18 | 00 | 109 DE 141 |

1. OBJETIVO:

Establecer el método por el cual son controlados, emitidos, distribuidos y modificados los documentos y registros que forman parte del SGC de *DYMADEL*, garantizando que se utiliza la versión vigente.

2. ALCANCE:

Aplica a todos los documentos y registros (internos y externos) controlados y relacionados en el SGC.

3. RESPONSABILIDADES:**3.1 Gerente de Relaciones Comerciales y/o Finanzas.**

Elaborar y/o revisar la creación, baja o modificación de los documentos y registros del SGC, asegurando su cumplimiento respecto a la norma ISO 9001:2015.

3.2 De todo el personal usuario del Sistema.

Notificar a Gerente de Relaciones Comerciales y/o Finanzas cuando se detecte alguna anomalía respecto a la información documentada.

Apoyar a Gerente de Relaciones Comerciales y/o Finanzas para asegurar que se controlan, actualizan y difunden todos los documentos y registros que estén dados de alta en el SGC.

Mantener actualizados todos los documentos y registros que integran el SGC.

4. DESARROLLO:

| No. | RESPONSABLE | ACTIVIDAD |
|-------|--|--|
| 4.1 | | ELABORACIÓN DE DOCUMENTOS |
| 4.1.1 | Usuarios del Sistema | <p>Identifican la necesidad de creación de un Documento y/o Formato, del SGC proponiéndolo por escrito a Gerente de Relaciones Comerciales y/o Finanzas, a través de la Solicitud de Creación, Baja o Modificación de Documentos FOPR-01-01.</p> <p>Nota 1: La Solicitud de Creación, Baja o Modificación de Documentos FOPR-01-01 aplica a partir de la oficialización del SGC.</p> |
| 4.1.2 | Gerente de Relaciones Comerciales y/o Finanzas | Si procede la propuesta, asigna Título y Código al Documento y/o Formato y de acuerdo a la intención del documento selecciona a la persona responsable de su elaboración. De no aceptar la propuesta, sugiere modificaciones o cancela. |
| 4.1.3 | Gerente de Relaciones Comerciales y/o Finanzas | <p>Captura las propuestas en los formatos correspondientes:</p> <p style="text-align: center;">Procedimiento FOPR-01-02, Mapa de Proceso FOPR-01-03,</p> <p>Nota 2: Se establecen los formatos que dan evidencia del cumplimiento de las actividades, (para su diseño los responsables deberán basarse en los formatos referidos en este procedimiento).</p> |
| 4.1.4 | Gerente de Relaciones Comerciales y/o Finanzas | <p>Evalúa el contenido, el cumplimiento de las reglas de elaboración y el apego a los requerimientos normativos y organizacionales que aplican.</p> <p>Si lo aprueba, firma en el apartado de revisó y turna al Director para su correspondiente Aprobación; posteriormente Gerente de Relaciones Comerciales y/o Finanzas da de alta el documento en cuestión, en el SGC.</p> <p>En caso de no aprobarlo, regresa el documento y/o formato al responsable de la elaboración, con las observaciones o modificaciones pertinentes, para que este las elabore.</p> <p>Nota 3: Los Documentos y/o Formatos del SGC se elaboran por el usuario responsable o asignado para tal efecto, Revisados por Gerente de Relaciones</p> |

| | | Comerciales y/o Finanzas y Aprobados por el Director General. | | | | | | |
|---|--|--|------------|----------|--------------------------------------|--|---|--|
| 4.1.5 | Usuario del SGC Solicitante | Da a conocer el documento en cuestión a los involucrados para su aplicación recabando su respectiva firma en la Solicitud de Creación, Baja o Modificación de Documentos FOPR-01-01. | | | | | | |
| 4.1.6 | Gerente de Relaciones Comerciales y/o Finanzas | Asegura la inclusión a DROPBOX y original impreso de dicho documento, comenzando la vigencia del Documento y/o Formato. | | | | | | |
| 4.1.7 | Gerente de Relaciones Comerciales y/o Finanzas | Criterios para el diseño y codificación de Documentos. | | | | | | |
| | | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Encabezado</th> <th>Pie de P</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A. Nombre del Documento B. Código</td> <td>G. Leyenda (co correspondiente a documento) H. Elaboró (anotar I. Revisó (anotar pu J. Aprobó (anotar p</td> </tr> <tr> <td>Donde: PR-XX PR = Indica que se trata del código de un Procedimiento XX = Indica el número de identificación del procedimiento consecutivo para aquellos que se derivan de una misma área (consecutivo 01-99). D. Fecha de Revisión E. No. de Revisión F. Página</td> <td>Nota 4: El pie de aplicable en la p procedimiento, a restantes quedan v firmas de la primera copia controlada. Al final de cada pá el texto: <<LA IM ESTE DOCUM CONSIDERADA CONTROLADA”, A EL MISMO PI LEYENDA CORR EN LA PRIMI INDICANDO CONTROLADA”>> que el usuario documento comple leyenda “Copia No todas las páginas). Nota 5: Para el caso código del mismo parte inferior izquier Revisión en el lado</td> </tr> </tbody> </table> | Encabezado | Pie de P | A. Nombre del Documento B. Código | G. Leyenda (co correspondiente a documento) H. Elaboró (anotar I. Revisó (anotar pu J. Aprobó (anotar p | Donde: PR-XX PR = Indica que se trata del código de un Procedimiento XX = Indica el número de identificación del procedimiento consecutivo para aquellos que se derivan de una misma área (consecutivo 01-99). D. Fecha de Revisión E. No. de Revisión F. Página | Nota 4: El pie de aplicable en la p procedimiento, a restantes quedan v firmas de la primera copia controlada. Al final de cada pá el texto: <<LA IM ESTE DOCUM CONSIDERADA CONTROLADA”, A EL MISMO PI LEYENDA CORR EN LA PRIMI INDICANDO CONTROLADA”>> que el usuario documento comple leyenda “Copia No todas las páginas). Nota 5: Para el caso código del mismo parte inferior izquier Revisión en el lado |
| Encabezado | | Pie de P | | | | | | |
| A. Nombre del Documento B. Código | G. Leyenda (co correspondiente a documento) H. Elaboró (anotar I. Revisó (anotar pu J. Aprobó (anotar p | | | | | | | |
| Donde: PR-XX PR = Indica que se trata del código de un Procedimiento XX = Indica el número de identificación del procedimiento consecutivo para aquellos que se derivan de una misma área (consecutivo 01-99). D. Fecha de Revisión E. No. de Revisión F. Página | Nota 4: El pie de aplicable en la p procedimiento, a restantes quedan v firmas de la primera copia controlada. Al final de cada pá el texto: <<LA IM ESTE DOCUM CONSIDERADA CONTROLADA”, A EL MISMO PI LEYENDA CORR EN LA PRIMI INDICANDO CONTROLADA”>> que el usuario documento comple leyenda “Copia No todas las páginas). Nota 5: Para el caso código del mismo parte inferior izquier Revisión en el lado | | | | | | | |
| 4.2 | CONTROL DE DOCUMENTOS INTERNOS | | | | | | | |

| | | |
|---------|--|--|
| 4.2.1 | Gerente de Relaciones Comerciales y/o Finanzas | Establece los documentos a controlar en la Lista Maestra de Información Documentada FOPR-01-04 , da de alta en DROPBOX (para consulta de los usuarios) e imprime original que mantiene bajo su resguardo. |
| 4.2.1.1 | Personal usuario del Sistema | El personal que requiera la impresión de documentos de especificaciones como documento controlado, debe acudir con el Gerente de Relaciones Comerciales y/o Finanzas, responsable de control de documentos, para solicitar sellar la impresión como “Copia controlada”, quedando prohibido tener impresiones de especificaciones sin este sello. |
| 4.2.2 | Gerente de Relaciones Comerciales y/o Finanzas | Modifica la Lista Maestra de Información Documentada FOPR-01-04 si ocurre alguna de las siguientes situaciones: <ul style="list-style-type: none"> ● Creación de un documento controlado. ● Eliminación de un documento controlado. ● Modificación en su contenido o estructura del documento. |
| 4.2.3 | Personal usuario del Sistema. | <p>Identifica la necesidad de crear un documento, modificar uno existente o eliminarlo, ésta se propone mediante la Solicitud de Creación, Baja o Modificación de Documentos FOPR-01-01 dicha solicitud es presentada a su jefe inmediato y a Relaciones Comerciales y/o Finanzas, identificado en el campo de firmas del mismo documento.</p> <p>Nota 5: La Solicitud de Creación, Baja o Modificación de Documentos FOPR-01-01, sólo aplica para el Manual de Gestión de Calidad, Procedimiento, Método de Prueba, Instrucción de Proceso, Plan de Inspección, y/o Formato.</p> <p>Nota 6: En caso de que la Solicitud de Creación, Baja o Modificación de Documentos FOPR-01-01, sea insuficiente (respecto a espacio) por los cambios requeridos, el solicitante puede requerir al Representante de la Dirección una Copia No Controlada del documento en cuestión para utilizar como borrador y marcar las modificaciones sugeridas; las cuales se anexan a la Solicitud de Creación, Baja o Modificación de Documentos FOPR-01-01</p> <p>Nota 7: En la creación o anulación de un Documento o Formato, el cual origina una modificación al documento del que se origina, se permite utilizar la misma Solicitud de Creación, Baja o Modificación de Documentos FOPR-01-01 para la “modificación” y/o “alta” o “baja” correspondiente.</p> |

| | | |
|---------|---|---|
| 4.2.4 | Responsable de área | <p>Si aprueba la solicitud, firma y marca en el apartado correspondiente la Solicitud de Creación, Baja o Modificación de Documentos FOPR-01-01, turnando al Gerente de Relaciones Comerciales y/o Finanzas para su autorización.</p> <p>En caso contrario, firma y marca en el apartado "Rechaza", notifica de manera verbal al solicitante la razón por la cual no se acepta la creación o modificación y le entrega la Solicitud de Creación, Baja o Modificación de Documentos FOPR-01-01</p> |
| 4.2.5 | Responsable del Documento | Convoca a los involucrados en el documento y difunde los cambios realizados, entregando Solicitud de Creación, Baja o Modificación de Documentos FOPR-01-01 al Gerente de Relaciones Comerciales y/o Finanzas. |
| 4.2.6 | Gerente de Relaciones Comerciales y/o Finanzas | <p>Analiza la propuesta de modificación en un lapso no mayor de 5 días hábiles para aprobarla o rechazarla.</p> <p>Verifica que el contenido del documento cumpla con los criterios de elaboración de documentos (nombre, código, fecha de revisión, número de revisión, firmantes y número total de hojas del documento, si aplica) garantizando así el cumplimiento de los requerimientos de la Norma ISO9001:2015 Sistemas de Gestión de Calidad – Requerimientos.</p> |
| 4.2.7 | Gerente de Relaciones Comerciales y/o Finanzas | Si aprueba la creación o modificación realizada al documento, firma y marca en el apartado correspondiente la Solicitud de Creación, Baja o Modificación de Documentos FOPR-01-01 . |
| 4.2.7.1 | Gerente de Relaciones Comerciales y/o Finanzas | En caso de rechazar la solicitud, anota la razón por la cual no es aceptada (notifica de manera verbal al solicitante) y en caso de ser aplicable, proceda a su corrección. Firma, marca el apartado correspondiente y archiva la Solicitud de Creación, Baja o Modificación de Documentos FOPR-01-01 . |
| 4.2.8 | Gerente de Relaciones Comerciales y/o Finanzas | <p>Elabora o modifica el documento y turna a los responsables de plasmar las firmas correspondientes (Elaboró y Aprobó, ya que él es quien firma como Revisó).</p> <p>Nota 8: Los cambios realizados a un documento son identificados <i>con letra cursiva</i>.</p> |
| 4.2.9 | Responsables de Elaborar, Revisar y Aprobar el documento. | Verifican el contenido del documento y los cambios efectuados, plasmando su firma en el apartado designado para tal efecto. |

| | | |
|--------|--|--|
| 4.2.10 | Gerente de Relaciones Comerciales y/o Finanzas | <p>Antes de la inclusión en archivo electrónico y original impreso de cualquier documento, se registra en la Lista Maestra de Información Documentada FOPR-01-04.</p> <p>Nota 9: Para el caso de los documentos de tipo externo, el número de revisión no aplica en aquellos casos que el documento no lo indique.</p> |
| 4.2.11 | Gerente de Relaciones Comerciales y/o Finanzas | <p>Ingresa el documento en formato "pdf Adobe-Reader" al DROPBOX para consulta de los usuarios.</p> |
| 4.2.12 | Gerente de Relaciones Comerciales y/o Finanzas | <p>Mantiene un respaldo en archivo electrónico de la documentación del SGC y lo actualiza cada vez que hay una creación, anulación o modificación.</p> |
| 4.2.13 | Gerente de Relaciones Comerciales y/o Finanzas | <p>Determina el número de copias a distribuir de acuerdo a la Lista Maestra de Información Documentada FOPR-01-04 e identifica las copias con la leyenda de "Copia Controlada".</p> <p>Nota 10: Cuando sea necesario que otras áreas de la organización cuenten con un documento dado de alta en el SGC, se agrega al responsable asignado en Lista Maestra de Información Documentada FOPR-01-04 y se le entrega una copia con la leyenda de "Copia Controlada".</p> <p>Nota 11: En caso de que una persona requiera de una copia de un documento controlado y que su uso no afecte la calidad o el cumplimiento de los requerimientos especificados, se permite imprimir libremente el documento de forma total o parcial; apegándonos a la leyenda ubicada en la parte inferior de cada documento</p> <p><i>"LA IMPRESIÓN DE ESTE DOCUMENTO SERÁ CONSIDERADA "COPIA NO CONTROLADA", A MENOS QUE EL MISMO PRESENTE LA LEYENDA CORRESPONDIENTE EN LA PRIMERA PÁGINA INDICANDO "COPIA CONTROLADA".</i></p> |
| 4.2.14 | Gerente de Relaciones Comerciales y/o Finanzas | <p>Controla los documentos en función de la Lista Maestra de Información Documentada FOPR-01-04 la cual contiene el nombre del documento, código, número de revisión, número de copia asignada a cada responsable y la firma de recibido. La Lista Maestra de Información Documentada FOPR-01-04 es generada para cada responsable de documento.</p> |
| 4.2.15 | Gerente de Relaciones Comerciales y/o Finanzas | <p>Intercambia las copias controladas obsoletas (las cuales se destruyen), retirándolas de las carpetas por la última revisión, asegurándose que las copias colocadas corresponden a las mismas copias retiradas. La firma de recibido por parte del responsable asignado en la Lista</p> |

| | | |
|---------|---|---|
| | | Maestra de Información Documentada FOPR-01-04 avala el retiro y destrucción de las copias controladas. |
| 4.2.16 | Gerente de Relaciones Comerciales y/o Finanzas | Imprime los documentos como original y copias controladas (tantas como sea requerido) para consulta por el personal usuario del Sistema, los cuales son resguardados por el Gerente de Relaciones Comerciales y/o Finanzas (original) y Responsable de área (copias controladas). |
| 4.2.17 | Gerente de Relaciones Comerciales y/o Finanzas | Para asegurar que un cambio, creación o anulación es ingresado al SGC, verifica haber considerado lo siguiente: <ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitud de Creación, Baja o Modificación de Documentos FOPR-01-01. 2. Documento en medio electrónico. 3. Documento impreso (original). 4. Lista Maestra de Información Documentada FOPR-01-04. 5. Subir el Documento a DROPBOX. 6. Actualizar Respaldo Electrónico. 8. Copia Controlada del Documento (conforme a Lista Maestra de Información Documentada FOPR-01-04). |
| 4.3 | | PUBLICACIÓN DE DOCUMENTOS EN PLANTA Y OFICINAS |
| 4.3.1 | Gerente de Relaciones Comerciales y/o Finanzas | Al estar documentada la información, determina el número de copias a distribuir de acuerdo a la Lista Maestra de Información Documentada FOPR-01-04 (procede conforme al 4.2.11 de este documento) y entrega Copia Controlada a los responsables. |
| 4.3.1.1 | Personal usuario del Sistema y Gerente de Relaciones Comerciales y/o Finanzas | Si la información por publicar, aún no se encuentra documentada, se procede de acuerdo a lo establecido en este procedimiento (4.1.3 a 4.1.17). |
| 4.4 | | CONTROL DE INFORMACIÓN TÉCNICA (TDS, SDS) |
| 4.4.1 | Gerente de Relaciones Comerciales y/o Finanzas | Elabora el listado de especificaciones en Lista Maestra de Información Documentada FOPR-01-04 , y distribuye a los involucrados. |

| | | |
|-------|--|---|
| 4.4.2 | Gerente de Relaciones Comerciales y/o Finanzas | Mensualmente verifica con DYMADEL que las revisiones de toda la información técnica (TDS, SDS), estén actualizados. En caso de detectar una nueva revisión, guarda el documento en DROPBOX "Información Técnica", notificando vía correo electrónico al personal involucrado. |
| 4.4.3 | Gerente de Relaciones Comerciales y/o Finanzas | Aseguran que la versión de cada documento del SGC ubicado en el área de Relaciones Comerciales y/o Finanzas), sea la última, conforme a Lista Maestra de Información Documentada FOPR-01-04 . |
| 4.5 | | CONTROL DE SELLOS |
| 4.5.1 | Responsable de Calidad | Posee sello con el número de su siglas del usuario y consecutivo , con la finalidad de validar cada producto inspeccionado. |
| 4.5.2 | Responsable de Calidad | <p>El uso del sello no puede estar disponible para ninguna persona diferente para quien el sello es asignado.</p> <p>Es responsabilidad del resguardo de su sello asignado y en caso de pérdida:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Notificarlo al Director General, para dar de baja el No. de sello. • Solicitar oportunamente su reposición. • Durante el proceso de reemplazo (o nuevo ingreso), está autorizado únicamente firmar el producto inspeccionado. <p>En caso de uso inadecuado:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identifica los documentos donde fue utilizado indebidamente • Realiza investigación y acciones correctivas • Retira el sello |
| 4.5.3 | Responsable de Calidad | <p>En caso de requerirse sellos adicionales para otra área, controla los sellos asignados a cada usuario, de acuerdo a la tabla "Sellos Asignados" (ver anexo) y anula todo sello extraviado, procediendo a su reemplazo. Los sellos no son reasignados en ningún caso.</p> <p>En caso de baja de personal solicita sello a personal asignado y documenta como Baja.</p> |
| 4.6 | | VERIFICACIÓN DE DOCUMENTOS UTILIZADOS |
| 4.6.1 | Gerente de Relaciones | Mensualmente realiza al azar, una revisión física a una muestra representativa del 30% del total de los documentos y registros existentes en el SGC, para asegurar la confiabilidad y cumplimiento del control de documentos por parte de los usuarios. |

| | | |
|-------|---|---|
| | Comerciales y/o Finanzas | |
| 4.6.2 | Gerente de Relaciones Comerciales y/o Finanzas | Resuelve de manera inmediata cualquier discrepancia detectada con respecto al Control de Documentos y/o Registros distribuidos física y electrónicamente. Nota 12: Todo documento y/o formato que no haya sido modificado indica la nula necesidad de cambios por parte de los usuarios. |
| 4.7 | | CONTROL DE REGISTROS |
| 4.7.1 | Gerente de Relaciones Comerciales y/o Finanzas | Definen los registros dados de alta en el SGC a controlar e incluyen en la Lista Maestra de Información Documentada FOPR-01-04 , indicando su código, nombre, No. de revisión, origen, responsable de su custodia, tipo de registro (electrónico o papel), periodo de retención y disposición final. |
| 4.7.2 | Gerente de Relaciones Comerciales y/o Finanzas | Se ingresa la Lista Maestra de Información Documentada FOPR-01-04 en archivo electrónico. |
| 4.7.3 | Gerente de Relaciones Comerciales y/o Finanzas | Al término del periodo de utilización, recibe de los usuarios, los registros generados. Para el control global de los registros, considera lo siguiente: |
| 4.7.4 | Gerente de Relaciones Comerciales y/o Finanzas | Identificación: •La identificación de los Registros se hará de acuerdo a lo Establecido en 4.1.7 de este procedimiento. •Para el caso de los Registros que no sea posible codificarlos, estos se identificarán únicamente con el nombre del formato. •Identificables por medio del Código, Título y Número de Revisión (cuando aplique). |
| 4.7.5 | Responsable del Registro | Almacenamiento: •Los registros que sean almacenados en medios electrónicos, se identifican con el nombre del registro y periodo en una etiqueta. |

| | | |
|--------|--|---|
| | | <p>•El almacenamiento de los Registros se efectuará en carpetas, fólderes o cualquier medio que garantice su conservación y fácil recuperación, además podrán estar en archiveros, escritorios o cajones.</p> |
| 4.7.6 | Responsable del Registro | <p>Protección:</p> <p>•La protección se realiza manteniendo el lugar limpio y en condiciones apropiadas para el resguardo de los registros.</p> |
| 4.7.7 | Responsable del Registro | <p>Recuperación:</p> <p>•Todo solicitante puede recuperar los registros siguiendo las indicaciones del personal responsable del resguardo.</p> <p>•Los registros electrónicos son protegidos y respaldados generando copia electrónica.</p> <p>•Para su fácil recuperación en los anaqueles y/o muebles de archivo se mantienen carpetas o fólderes identificados con el nombre del registro que guardan.</p> |
| 4.7.8 | Gerente de Relaciones Comerciales y/o Finanzas | <p>Tiempo de Retención:</p> <p>Se define en la Lista Maestra de Información Documentada FOPR-01-04, conforme a lo establecido por el Responsable del Registro.</p> |
| 4.7.9 | Responsable del Registro | <p>Disposición:</p> <p>• Se establece en la Lista Maestra de Información Documentada FOPR-01-04.</p> <p>• Los registros se encuentran legibles, es decir, llenado correcto y completo de los espacios.</p> <p>Nota 13: Exclusivamente para los registros en papel, cuando no es utilizado un espacio, se escriben las siglas "N/A" (No aplica) o se traza una línea horizontal o vertical.</p> |
| 4.7.10 | Responsable del Registro | <p>Una vez que los registros cumplieron su periodo de retención, destruye o envía los registros al archivo muerto, de acuerdo a lo definido en la Lista Maestra de Información Documentada FOPR-01-04.</p> |
| 4.7.11 | Responsable del Registro | <p>Revisión:</p> <p>Cuando se requiere dar de alta un registro (nuevo), modificar o dar de baja uno ya existente, elabora la Solicitud de Creación, Baja o Modificación de</p> |

| | | |
|--------|--|--|
| | | Documentos FOPR-01-01 siguiendo los lineamientos establecidos en este procedimiento. |
| 4.7.12 | Gerente de Relaciones Comerciales y/o Finanzas | Para asegurar que un cambio, creación o anulación es ingresado al SGC, verifica haber considerado lo siguiente: 1. Formato en Medio Electrónico (enviado por el responsable del registro, con los cambios requeridos), al cual se le verifica y/o asigna el Código y el No. de Revisión correspondiente. 2. Formato Impreso, para integrar en el Manual de Formatos. 3. Lista Maestra de Información Documentada FOPR-01-04 , cambiando el número de revisión del registro en caso de que ya existiera, o en caso contrario, emitiendo con revisión 1 (uno). 4. Subir el Formato a la Red (DROPBOX), en carpeta correspondiente, para consulta de los usuarios. 5. Actualizar respaldo electrónico. 6. Copia del Formato, enviada electrónicamente al Responsable del Registro. |
| 4.7.13 | Gerente de Relaciones Comerciales y/o Finanzas | Mensualmente realiza al azar, una verificación al 30% (como una muestra representativa), de los registros existentes en el SGC, para asegurar la confiabilidad en el No. de Revisión, considerando lo indicado en el registro oficial, Lista Maestra de Información Documentada FOPR-01-04 y aquellos utilizados física y electrónicamente. Resuelve de manera inmediata cualquier discrepancia detectada y mantiene evidencia de los resultados obtenidos en su verificación anterior. |

5. REFERENCIAS:

5.1 Documentos:

| Código | Título |
|--------------------|---|
| Norma ISO9001:2008 | Sistemas de Gestión de la Calidad - Requerimientos. |
| | Manual de Gestión de Calidad |

5.2 Formatos:

| Código | Título |
|------------|---|
| FOPR-01-01 | Solicitud de Creación, Baja o Modificación de Documentos. |
| FOPR-01-04 | Lista Maestra de Información Documentada. |

6. DEFINICIONES:

Documento Controlado: Cualquier documento que por su relevancia puede, en cualquier momento dado, afectar la calidad o poner en riesgo la calidad y el cumplimiento

de los requisitos especificados; por lo tanto, debe ejercerse sobre él un control estricto de las versiones y copias que se emitan.

Documento No Controlado: Es aquel que no necesita un control estricto de las versiones y copias que se emiten, pero que deben identificarse.

Documento obsoleto: Es aquel que derivado de un cambio o emisión pierde su vigencia.

Registro: Documento que presenta resultados obtenidos o proporciona evidencia de actividades desempeñadas.

Evidencia objetiva: Datos que respaldan la existencia o veracidad de algo.

Legible: Que se permita su clara lectura.

7. ANEXOS.

SELLOS ASIGNADOS

| Calidad | | | | Producción | | | |
|---------|--|------|--|------------|--|------|--|
| ALTA | | BAJA | | ALTA | | BAJA | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

8. CONTROL DE CAMBIOS:

| No. DE REVISIÓN | FECHA | MOTIVO |
|-----------------|--------|---------|
| 00 | ENE´18 | Emisión |
| | | |
| | | |

ANEXO C

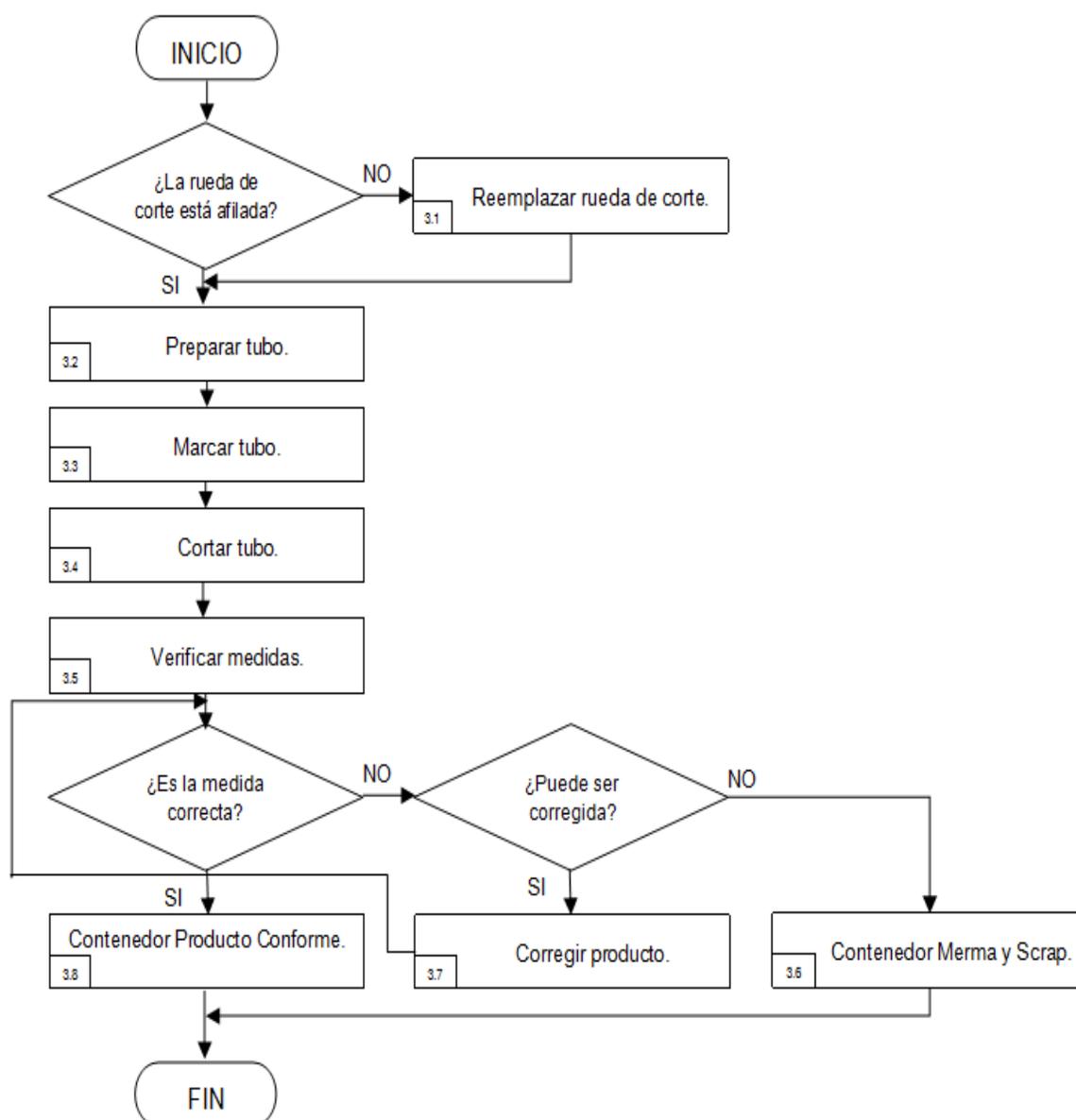
Instrucción de trabajo: Corte.

| | | | |
|---|--------------------------|-------------------------------|-------------------|
|  DHEG de México | | INSTRUCCIÓN DE TRABAJO | |
| | | CORTE | |
| CÓDIGO | FECHA DE REVISIÓN | NO. DE REVISIÓN | PÁGINA |
| ITPR-05-01 | ABRIL '17 | 00 | 122 DE 141 |

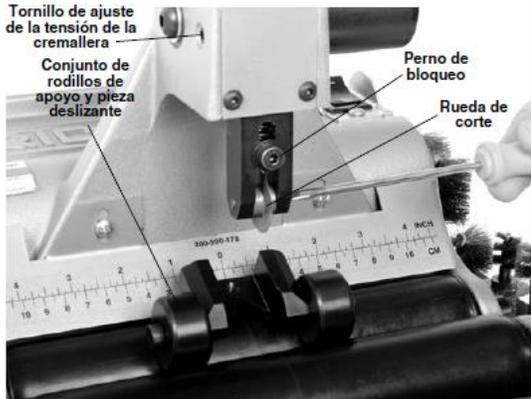
7. OBJETIVO:

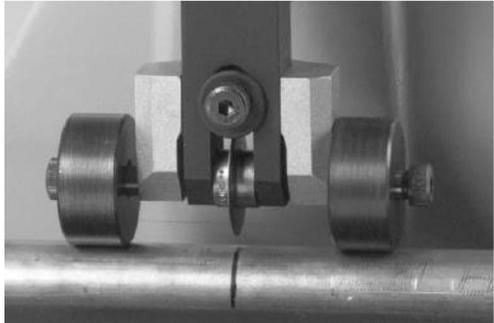
Establecer el método por el cual se realiza el corte de la materia prima, para la fabricación de productos, garantizando la reducción de merma y scrap durante el proceso.

8. DIAGRAMA DE FLUJO:



9. DESARROLLO:

| No. | RESPONSABLE | ACTIVIDAD |
|-------|-------------|--|
| 3.1 | | REEMPLAZAR RUEDA DE CORTE |
| 3.1.1 | Operador | Reemplaza la rueda de corte cuando el filo cortante esté desportillado o aplanado. |
| 3.1.2 | Operador | <p>Afloja el perno de bloqueo y extrae el conjunto de rodillos de apoyo y pieza deslizante. No extrae el perno de bloqueo, que mantiene el resorte de tensión en su lugar.</p>  |
| 3.1.3 | Operador | Extrae el tornillo de la rueda de corte y reemplaza la rueda de corte. |
| 3.1.4 | Operador | Vuelve a montar el conjunto de rodillos de apoyo y pieza deslizante. Aprieta bien el perno de bloqueo. |
| 3.2 | | PREPARAR TUBO |
| 3.2.1 | Operador | Revisa el tubo para verificar que no esté visiblemente doblado ni tiene acoplamientos colocados. Al cortar tubos doblados o con acoplamientos se puede producir una vibración excesiva hasta perder el control sobre el material y/o máquina. |
| 3.3 | | MARCAR TUBO |
| 3.3.1 | Operador | Realiza medición de tubo de acuerdo a lo indicado en el Procedimiento Producción PR-04 apartado 3.2. |
| 3.3.2 | Operador | Marca con plumín tinta indeleble varios trozos del material a trabajar según Planos de Producción FOPR-05-03 y Especificaciones de Conectores FOPR-05-06 para proceder al corte de la mitad del tramo de tubo, de esta manera se evitará una vibración excesiva en el mismo. Posteriormente, procede al corte de cada trozo marcado anteriormente. |
| 3.4 | | CORTAR TUBO |
| 3.4.1 | Operador | Coloca la manivela del cortador de manera que quede espacio para el tubo. |

| | | | |
|-------|----------------------------------|--|---|
| 3.4.2 | Operador | <p>Para ajustar la posición de la rueda de corte, mueva la manivela hacia la derecha y muévela hacia arriba o hacia abajo según las flechas en la etiqueta de la manivela, para volver a colocar el pasador de posición.</p> |  |
| 3.4.3 | Operador | <p>Coloca el tubo sobre los rodillos de manera que la marca dondes desea cortar se ubique debajo de la rueda de corte y en el cero de la escala.</p> | |
| 3.4.4 | Operador | <p>Baja la manivela hasta que los rodillos de apoyo de la rueda de corte topen contra el tubo. Hace coincidir la rueda de corte con la marca en el tubo.</p> |  |
| 3.4.5 | Operador | <p>Coloca el interruptor de encendido y apagado en la posición de ENCENDIDO (I). Los rodillos y el tubo empezarán a girar. Aleja las manos de las piezas que giran.</p> | |
| 3.4.6 | Operador | <p>Ejerce presión hacia abajo sobre la manivela en forma lenta y continua hasta que el tubo esté cortado. Si fuerza la manivela, se puede dañar la rueda de corte y producirse un exceso de rebabas.</p> | |
| 3.4.7 | Operador | <p>Reduce la presión sobre la manivela al mismo tiempo que mantiene los rodillos de apoyo en contacto con el tubo.</p> | |
| 3.4.8 | Operador | <p>Coloca el interruptor de encendido y apagado en la posición de APAGADO (O).</p> | |
| 3.4.9 | Operador | <p>Una vez que deje de girar e tubo, lo extrae de la máquina. Levanta la manivela del cortador.</p> | |
| 3.5 | VERIFICAR MEDIDAS | | |
| | Operador | <p>Nuevamente realiza la medición de las piezas ya cortadas empleando el método descrito en el Procedimiento Producción PR-04 además forma grupos de 10 piezas en posición vertical para realizar una revisión visual.</p> | |
| 3.6 | CONTENEDOR MERMA Y SCRAP | | |
| 3.6.1 | Operador y Gerente de Producción | <p>El operador debe notificar a Gerente de Producción sobre el producto no conforme.</p> | |

| | | |
|-------|--|---|
| 3.6.2 | Gerente de Producción | Es responsabilidad del Gerente de Producción la correcta clasificación del producto no conforme. |
| 3.7 | | CORREGIR PRODUCTO |
| 3.7.1 | Operador | Realiza medición del tubo como se explica en el Procedimiento Producción PR-04 apartado 3.5 |
| 3.7.2 | Operador | Si la dimensión del tubo está sobrepasada por 5 mm o más, procede a realizar el marcado de acuerdo al punto 3.3 de la presente instrucción de trabajo, posteriormente sigue al punto 3.4 de la misma instrucción. |
| 3.7.3 | Operador | Si la dimensión del tubo es menor a 5 mm, realiza el proceso descrito en la Instrucción de Trabajo Torneado ITPR-04-02 hasta apartado 3.5 para lograr rebajar el material sobrante del tubo. |
| 3.8 | | CONTENEDOR PRODUCTO CONFORME |
| 3.8.1 | Operador, Gte. de Producción, Responsable Calidad. | El operador debe notificar a Gerente de Producción y Responsable de Calidad acerca del final del proceso para su revisión. |
| 3.8.2 | Gerente de Producción | Es responsabilidad del Gerente de Producción verificar la correcta clasificación del producto conforme de acuerdo a Hoja Viajera FOPR-05-01. |

10. REFERENCIAS:

4.1 Documentos:

| Código | Título |
|------------------|---|
| RIDGID 122/122XL | Máquinas para cortar y preparar tubos de corte. |
| | |

4.2 Formatos:

| Código | Título |
|------------|-------------|
| PR-04 | Producción. |
| ITPR-04-02 | Torneado. |

11. CONTROL DE CAMBIOS:

| No. DE REVISIÓN | FECHA | MOTIVO |
|-----------------|--------|----------|
| 00 | MAR'18 | Emisión. |
| | | |