

308917  
UNIVERSIDAD PANAMERICANA

ESCUELA DE INGENIERIA  
CON ESTUDIOS INCORPORADOS A LA  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO



ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA INSTALACION  
DE UNA PLANTA ENSAMBLADORA DE  
EQUIPO ELECTRICO

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**  
**AREA INDUSTRIAL**  
**P R E S E N T A**  
**ISMAEL CARVALLO ROBLEDO**

DIRECTOR DE TESIS: ING. ANTONIO CASTRO D'FRANCHIS

MEXICO, D. F.

1999

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

# TESIS CON FALLA DE ORIGEN

**PAGINACION**

**DISCONTINUA**

## INDICE

	Página
Introducción	
<b>CAPÍTULO 1 Antecedentes</b>	
1.1 La Empresa	1
1.2 Análisis del Medio	
1.2.1 Historia de la economía mexicana	3
1.2.2 La recesión de 1995	5
1.2.3 Respuesta de las empresas ante la crisis	8
1.2.4 Las ventajas de México para invertir	9
<b>CAPÍTULO 2 Estudio de Mercado</b>	
2.1 Marco de Desarrollo	11
2.1.1 La industria eléctrica en México	12
2.1.2 Integración de normas y técnicas	14
2.2 Descripción del producto	21
2.2.1 Cuchillo tipo pantógrafo	22
2.2.2 Cuchilla de apertura vertical	26
2.2.3 Accionamiento motriz	31
2.3 Análisis de la Demanda	35
2.3.1 Distribución de la electricidad en México	35
2.3.2 Demanda de la electricidad en México	44
2.4 Análisis de la Oferta	55
2.4.1 Generación y transformación de la energía en México	55
2.4.2 Composición de la oferta	64

2.5 Análisis de Precios	67
2.5.1 Determinación del precio promedio	67
2.6 Comercialización	72
<b>CAPÍTULO 3 Estudio Técnico</b>	
3.1 Estudio de Localización	75
3.1.1 Macro Localización	77
3.1.1.1 Estado de Hidalgo	77
3.1.1.2 Estado de Durango	81
3.1.1.3 Estado de México	84
3.1.2 Micro Localización	85
3.1.2.1 Método cualitativo por puntos	85
3.2 Municipio de Tizayuca	86
3.2.1 Descripción del Predio	87
3.3 Características de la Planta	90
3.3.1 Nave Industrial	90
3.3.2 Oficinas y áreas auxiliares	93
3.4 Ingeniería de Proyecto	94
3.4.1 Proceso de fabricación	94
3.4.2 Pruebas Prototipo	102
3.4.3 Lay-OUT de Planta	107
3.4.4 Condiciones de trabajo	113
3.5 Organización y Marco Legal	117
3.5.1 Estructura Organizacional	117
3.5.2 Licencias y permisos	120

<b>CAPÍTULO 4 Estudio Económico</b>	
<b>4.1 Inversión Inicial</b>	<b>122</b>
4.1.1 Terrazo	122
4.1.2 Obra Civil e Instalaciones	123
4.1.3 Maquinaria y equipo	123
4.1.4 Vehículos de transporte	124
<b>4.2 Costo del Capital Propio</b>	<b>126</b>
4.2.1 Depreciación de Activos	127
4.2.2 Tabla de pagos de la deuda	128
<b>4.3 Análisis de Costos de Producción</b>	<b>129</b>
4.3.1 Presupuesto de Costos de Producción	130
<b>4.4 Ingreso por Ventas</b>	<b>131</b>
<b>4.5 Estado de Resultados</b>	<b>132</b>
<b>4.6 Análisis de TIR, TREMA y VPN</b>	<b>133</b>
<b>Conclusiones</b>	<b>134</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>136</b>

## INTRODUCCIÓN

México está en la salida de una fuerte crisis económica iniciada a finales de 1994, esta crisis ha traído como consecuencia la contracción y en ocasiones desaparición de numerosas empresas de todos los niveles y sectores de la economía nacional. A partir de dicha fecha los inversionistas nacionales y extranjeros han permanecido a la expectativa del desarrollo de los acontecimientos que influyen en el comportamiento de la economía del país.

No obstante, son los tiempos de crisis en los que las oportunidades se generan y depende de la visión estratégica de las empresas la identificación de áreas de oportunidad para invertir en capital productivo, estableciendo bases que les permitan crecer y aumentar su participación dentro del mercado nacional e internacional.

Como se menciona al inicio, México está en plena etapa de recuperación y existen importantes oportunidades de desarrollo a empresas que tengan el interés de invertir y ampliar su capacidad productiva para entrar en otros mercados.

Recientemente el Ejecutivo ha propuesto ante el Congreso de la Unión una modificación a la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de Energía Eléctrica. En dicha propuesta se contempla la apertura a la participación de capital privado en el sector eléctrico. Dejando a un lado las fuertes implicaciones políticas de esta iniciativa, esta es una medida que para la iniciativa privada tanto



nacional como internacional genera expectativas positivas en términos de oportunidades de inversión.

Así pues, el objetivo de este trabajo es el presentar una solución a la problemática de una empresa dedicada al ensamble y comercialización de equipo eléctrico. El estudio se centra en la re-localización de la actual planta ubicada en la Ciudad de México.

En base al estudio de las diferentes alternativas se definirá la macro-localización y posteriormente la micro-localización de la planta, así como sus características más importantes de diseño que aseguren la mayor eficiencia y productividad en el proceso de ensamble y, por su puesto, la viabilidad económica que el proyecto presenta.

A lo largo del primer capítulo de este trabajo se presenta una introducción general de la empresa así como del medio donde desarrolla sus actividades. Se hace un breve análisis general de la economía mexicana a partir de la II Guerra Mundial, explicando las razones por las cuales el país ha sido víctima de crisis recurrentes.

El segundo capítulo se centra en el estudio de mercado, revisando primeramente la historia de la industria eléctrica en México, posteriormente analizando las características del producto, la competencia y los clientes.

En el tercer capítulo se abordan los temas técnicos, esto es, el estudio de localización, las características de la planta, la ingeniería del proyecto, la organización y el marco legal.

Por último, a lo largo del cuarto capítulo se desarrollará el análisis económico del proyecto, considerando los resultados financieros y el análisis de costos para encontrar la viabilidad económica del proyecto.

## CAPÍTULO I

### ANTECEDENTES

#### 1.1 LA EMPRESA.

El caso práctico que se analizará en el presente trabajo se trata de una empresa que se dedica a la fabricación de equipo eléctrico. En el año de 1978, inicia la fabricación de cuchillas desconectadoras de alta tensión y a partir de 1995 empieza a exportar los productos manufacturados en México a Europa y Asia.

La fábrica de cuchillas se localiza en la Ciudad de México. En el pasado, eran manufacturadas ahí la mayor parte de las piezas que conforman los 2 diferentes tipos que la empresa comercializa:

- Cuchilla desconectadora de apertura vertical
- Cuchilla desconectadora tipo pantógrafo

En la actualidad, la empresa realiza el ensamble de las piezas que manda maquinar externamente, y realiza las pruebas de funcionamiento y control de calidad.

La empresa tiene una participación en el mercado mexicano de cuchillas de 13 %, y como se menciona anteriormente, desde 1995 comienza a tener presencia en el mercado internacional. Sus ventas anuales son aproximadamente 35 millones de pesos.

La empresa es una firma alemana y es parte de un grupo industrial muy importante en ese país. La dirección general reporta directamente a la oficina comercial corporativa localizada en Frankfurt.

Las oficinas y la planta de La empresa están localizadas en el mismo lugar al poniente de la ciudad. Las dimensiones de la planta son bastante reducidas y la tecnología tanto en equipo como en sistemas de producción y trabajo está quedando obsoleta.

Actualmente cuenta con 150 empleados en total, de los cuales 25 pertenecen a la parte de administración y ventas y los 125 restantes son obreros. Es preciso mencionar que estos últimos están sindicalizados en la CTM.

La actual capacidad de producción de la empresa está siendo superada por las expectativas de comercialización futura dado el inicio de las exportaciones a Europa y Asia. Es por ello que se estudia la posibilidad de relocalizar la planta fuera del D.F. , ampliando su capacidad.

## **1.2 ANÁLISIS DEL MEDIO**

### **1.2.1 Historia de la economía mexicana.**

Después de la Segunda Guerra Mundial, México basó su crecimiento económico en un sistema de sustitución de importaciones. Los productos nacionales se encontraban protegidos de la competencia internacional por medio de barreras arancelarias.

A pesar de un sólido crecimiento del PIB durante la década de los 50 y 60, el modelo de sustitución de importaciones resultó ser inadecuado y había dejado al país sin suficiente inversión y niveles de desempleo considerables, ya que la industria mexicana no tenía incentivo alguno para invertir o modernizarse.

A medida que la industria mexicana dejaba decrecer, el gobierno tomó la iniciativa de crear fuentes de empleo mediante la inversión en empresas recién nacionalizadas pertenecientes a las áreas de infraestructura y petroquímica. Para conseguir esto, el Gobierno Mexicano pidió préstamos considerables hasta el punto de provocar la primera devaluación importante en 20 años, esto en 1976.

A finales de 1970, fueron descubiertas grandes reservas de petróleo en México, lo que inyectó capital fresco a la ya muy golpeada economía nacional. Con esto, el gobierno volvió a su política de endeudamiento y gasto excesivo para financiar el crecimiento y crear empleos.

Pero en 1980, el precio internacional del petróleo cayó, y los intereses de las deudas con el exterior crecían encaminando a la economía mexicana a una verdadera catástrofe financiera. El resultado fue la terrible crisis de 1982 que provocó una enorme descapitalización del país así como un deterioro de la infraestructura existente.

Como uno de sus actos finales de su administración, el entonces Presidente de la República José López Portillo (1976-82) nacionalizó la banca en México. Esta medida, se suponía, prevendría el colapso de los bancos y daría al gobierno un mayor control sobre el crédito. Desafortunadamente el único resultado que esta medida alcanzó fue mantener las tasas de interés artificialmente bajas, lo que provocó una nueva fuga de capitales extranjeros.

México cambió el curso de su economía a mediados de los años 80, cuando el entonces presidente Miguel de la Madrid (1982-88) firmó el *General Agreement on Trade and Tariffs* (GATT), un acuerdo global entre 116 países para reducir las tarifas arancelarias. Con esta disminución se permite la entrada de competencia internacional al mercado nacional, lo que forzó a la industria mexicana a modernizarse.

La administración de De la Madrid reorientó la economía, apartándola de los monopolios protegidos y permitiendo la participación internacional.

El siguiente presidente, Carlos Salinas de Gortari (1988-94), llevó esta política a su conclusión lógica, privatizando la banca y numerosas empresas paraestatales también. Esto ayudó a estabilizar la economía, controlar la inflación, reactivar el sector privado y traer mayor competencia y eficiencia al sistema bancario.

### **1.2.2 La recesión de 1995.**

Todo comenzó con la devaluación del 15 % hecha por el presidente Zedillo el 20 de diciembre de 1994, dos días después salieron del país cinco mil millones de dólares. El tipo de cambio, que a principios de diciembre era de 3.5 pesos por dólar cayó a 7.5 pesos por dólar a principios de marzo de 1995. La bolsa perdió casi la mitad de su valor en tres meses.

¿Que salió mal ? Salinas y su gabinete económico fueron excelentes vendedores. Inspiraron confianza en un milagro económico ligado al TLC (Tratado de Libre Comercio). Los mexicanos, presas del consumismo, encontraban numerosos productos del exterior mismos que antes era imposible comprar. Entusiasmados inversionistas extranjeros introdujeron a México cerca de 91 mil millones de dólares entre 1990 y 1993. Dos tercios de este dinero era colocado en portafolios de inversión de fácil retiro.

Así, el gran éxito de las reformas de Salinas y de la propaganda de las mismas estaba creando un fuerte problema: "el balance de los libros", México dependía de grandes flujos de divisas que fácilmente podían salir del país. Prudentes países se preocupan cuando su déficit en cuenta corriente crece arriba del 3% del PIB. El déficit de México fue de 6.5 % en 1993 y 7.7 % en 1994. México estaba viviendo más allá de sus posibilidades.

Voces de alarma alrededor del mundo comenzaron a oírse, el Banco Mundial comentó su preocupación al comienzo de 1993, pero se le pidió silencio. Rudiger Dornbusch, profesor de economía en el MIT, declaró que un peso sobrevaluado estaba deteniendo el crecimiento de México.

1994 era año de elecciones y el gobierno no estaba dispuesto a devaluar la moneda, esto traería consigo una mala imagen del gobierno y por ende una mala imagen del PRI, peligrando así su estancia en el poder. Así, en 1994 el déficit en cuenta corriente aumentó a cerca de 30 mil millones de dólares.

La situación empeoró a raíz de los acontecimientos de carácter socio-político que se dieron durante 1993 y 1994. El levantamiento armado en Chiapas, al inicio de 1994; el asesinato de Luis Donaldo Colosio en Marzo del mismo año; el asesinato de José Francisco Ruiz Massieu. Mientras todo esto sucedía, incrementos en las tasas interés en los Estados Unidos durante el año provocaron el retiro de inversión en mercados emergentes, particularmente en México. Las reservas federales de México en 1994 eran



de 25 mil millones de dólares, al final de año la reducción fue sustancial llegando a tan solo 6 mil millones. Una de las medidas tomadas por el gobierno fue la de emitir enormes cantidades de bonos a corto plazo denominados en dólares llamados tesobonos, cuyo pago en 1995 llegó a la suma de 29 mil millones de dólares.

Los efectos de la crisis afectaban otras economías del mundo, tales como Argentina, Brasil e incluso algunas partes de Asia. El modelo económico para países en desarrollo estaba en entredicho. Al final de enero de 1995 el presidente Clinton, en contra de una ruidosa oposición, prepara un paquete de rescate económico de 50 mil millones de dólares. A mediados de marzo, cuando el gobierno de Zedillo anuncia un plan económico creíble y los préstamos comienzan a fluir hacia el país, la crisis comienza a evaporarse. Las tasas de interés suben arriba del 80 %. El IVA fue aumentando de 10 % a 15 %. El gasto público es recortado un 10 % en 1995. Pero la dura medicina funcionó rápidamente.

El peso se estabilizó, la bolsa se recuperó, la inflación comenzó a decrecer, y los tesobonos prácticamente se pagaron.

### **1.2.3 Respuesta de las empresas ante la crisis.**

Muchas de las empresas en México, se han visto en la necesidad de reformular sus estrategias comerciales ante una contracción generalizada del mercado. Ahora lo más importante es mantener y aumentar la participación de este mercado y se trata de conseguir mediante la reducción de los costos fijos y del margen de utilidad en sus productos.

Sin embargo, empresas importantes que cuentan con una mayor flexibilidad, están aprovechando esta situación coyuntural para incrementar sus exportaciones valiéndose de la actual devaluación del peso.

Por otro lado, empresas que cuentan con el suficiente apoyo financiero están pensando en invertir y expandir sus actividades en México. Como lo señala una encuesta realizada en 1995 por American Chamber/México, se encontró que durante ese año, los planes de inversión en nuestro país crecieron poco más del 5% con respecto a 1994, lo que da un indicativo de la recuperación de la economía mexicana. De acuerdo a este estudio, el sector de servicios y el manufacturero están experimentando crecimiento en cuanto a inversión se refiere.

#### **1.2.4 Las ventajas de México para invertir.**

México cuenta con dos principales ventajas para invertir. La primera de ellas es que cuenta con un enorme mercado doméstico que aún no ha sido explotado y la segunda es su localización, que presenta ventajas para las actividades de una planta industrial.

La proximidad de México con los Estados Unidos, aunado a su política de apertura comercial, dan a México las siguientes ventajas:

- La nueva política de apertura comercial que el Gobierno Mexicano ha adoptado, ofrece muchas oportunidades de ventas e inversión.
- Su vecindad con Estados Unidos permite tener la posibilidad de utilizar los canales de distribución y mercadeo de ambos países.
- México representa la puerta de entrada al mercado latinoamericano.

FALTA PAGINA

No. **10**

## CAPÍTULO 2

### ESTUDIO DE MERCADO

#### 2.1 MARCO DE DESARROLLO

La historia del sector eléctrico en México es la historia de la lucha del país por lograr el control de su energía; un resumen de comportamientos monopólicos y de intentos infructuosos por elaborar un marco legislativo que permitiera normar una actividad que imponía condiciones al desarrollo. La creación de la Comisión Federal de Electricidad permitió a los mexicanos dar cauce a su imaginación, a su espíritu emprendedor y a su deseo nacionalista de controlar el servicio eléctrico sin tener que llegar a la expropiación. Se recurrió a la compra, al orden jurídico y a la administración de los recursos dentro de un marco de planeación racional y, de esta manera, el país obtuvo el control de sus recursos naturales y, por consiguiente, un futuro de libertad y soberanía.

### 2.1.1 La Industria Eléctrica en México.

Hasta el año de 1937, el mercado estuvo dominado por dos poderosos consorcios transnacionales que generaban la energía a diferentes frecuencias, con sistemas desintegrados, contratos de trabajo desiguales, tarifas diferenciadas y sin una programación de las fuentes energéticas para producir electricidad. Desde principios de siglo, compañías extranjeras comenzaron a establecerse en el mercado mexicano. Las empresas se consolidaban, se expandían y cubrían la demanda del sector de la población de ingreso medio. El territorio estaba dividido en dos zonas claramente delimitadas para el suministro de energía eléctrica: la zona central, que pertenecía a la Mex Light (empresa que llegó a México en 1902), y el resto del país que quedaba en manos de la American and Foreign (compañía que llegó a México en 1928). Pero ambas operaban sin normas definidas y el gobierno federal no tenía capacidad jurídica para legislar en la materia. El 18 de enero de 1934 fue necesario reformar la fracción X del artículo 73 constitucional con el fin de facultar al Congreso de la Unión para legislar sobre energía eléctrica.

En ese momento, el gobierno consideró diversas opciones: contar con un cuerpo de leyes normativas, expropiar las empresas existentes, adquirir las compañías o crear una nueva institución para competir dentro del mercado eléctrico. Esta última fue la de mayor peso. Se decidió generar una entidad que generara energía para abastecer a un mercado en crecimiento, satisfacer la demanda de consumidores de bajos ingresos, planear e integrar un servicio eléctrico caracterizado por un crecimiento anárquico y cuyo objetivo era únicamente el lucro, y preparar un esquema que diera a la nación el control

de sus recursos. Luego de iniciativas y procesos de modificaciones hechos en el Congreso desde 1933, finalmente, el 14 de agosto de 1937 se promulgó la ley que creó la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

Para 1946 la CFE tenía una capacidad instalada de 45 594 kw e importantes perspectivas de crecimiento. Las empresas privadas dejaron de invertir y la empresa oficial se vio obligada a generar energía para que éstas la revendieran. En 1950, al ser puestas en operación las plantas de vapor y turbogas de La Laguna y Ciudad Juárez, así como la planta hidroeléctrica de Santa Bárbara, la capacidad instalada de la Comisión se incrementó a 167 126 kw; esto representaba 13% del total en el país (1,234,000 kw). Se mantuvo la tendencia del sector eléctrico: la CFE atendía a las zonas periféricas de las principales ciudades y las zonas rurales y a la vez dotaba de energía a las empresas privadas para que éstas la revendieran.

El 20 de octubre de 1960 el ejecutivo federal envió una iniciativa para adicionar el siguiente texto al párrafo sexto del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos:

*Corresponde exclusivamente a la nación generar, conducir, transformar, distribuir y abastecer energía eléctrica que tenga por objeto la prestación de servicio público. En esta materia no se otorgarán concesiones a los particulares, y la nación aprovechará los bienes y recursos naturales que se requieran para dichos fines.*

Tras un complicado proceso de integración, de 1962 a 1972 la CFE adquirió e incorporó a su estructura 27 empresas regionales. Sólo permanecieron la Comisión Federal de Electricidad y la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, S.A.

En el aspecto laboral, en el año de 1960 había tres organizaciones sindicales: el Sindicato Mexicano de Electricistas (SME), que administraba el contrato con la Compañía de Luz; el Sindicato de Trabajadores Electricistas de la República Mexicana (STERM), que representaba los intereses de los trabajadores de Impulsora de Empresas Eléctricas; y el Sindicato Nacional de Electricistas, Similares y Conexos de la República Mexicana (SNESCRM) que, desde su origen, agrupaba a los trabajadores de la CFE. En noviembre de 1972, se fundó el Sindicato Único de Trabajadores Electricistas de la República Mexicana (SUTERM), poderosa organización gremial que agrupó a los trabajadores del STERM y del SNESCRM.

En noviembre de 1975 se fundó el Instituto de Investigaciones Eléctricas, centro encargado de realizar investigación aplicada y de apoyar el desarrollo tecnológico de la industria nacional.

### **2.1.2 Integración de Normas y Técnicas.**

Para lograr un óptimo aprovechamiento de los recursos naturales era urgente sentar las bases para la creación de un sistema interconectado nacional que permitiera el aprovechamiento total y racional de los recursos naturales en el país. Este sistema



permitiría distribuir adecuadamente la generación de las plantas hidroeléctricas y termoeléctricas, reduciendo en lo posible el uso de hidrocarburos no renovables y, por lo tanto, los costos de operación. Así pues, en 1960 se emprendió la construcción del Sistema Interconectado Nacional con el fin de poner fin a la operación de sistemas independientes.

Como primer paso, la CFE tomó la decisión de unificar las normas eléctricas del país. La urgencia de unificar las normas técnicas respondía a diversas causas: estandarizar los equipos que debía instalarse año con año para suministrar los nuevos servicios eléctricos, y reponer los equipos dañados u obsoletos.

En este momento, el ritmo de crecimiento de las nuevas instalaciones era del orden de 6.5 % anual, más 4% para sustituir el equipo dañado. Esto se traducía en un incremento anual de 10.5 % en el equipo que se requería fabricar e instalar.

Como anteriormente el servicio eléctrico había sido suministrado por diversas empresas privadas, cada una fijaba sus normas particulares al no contar con un organismo oficial que las regulara.

Existían alrededor de treinta tensiones de distribución primaria, siete de alta tensión para líneas de transmisión, y dos frecuencias eléctricas (50 y 60 ciclos por segundo), lo cual resultaba en una gran variedad de equipo eléctrico - transformadores, cuchillas desconectoras, fusibles y aisladores. Tal variedad elevaba los costos de

manufactura y alargaba los tiempos de entrega, ya que las fábricas no podían almacenar equipo debido a los grandes inventarios que se hubieran requerido.

#### *Líneas de Transmisión*

Las principales líneas de transmisión trabajaban a las tensiones siguientes: 150 000, 138 000, 110 000, 90 000, 85 000, 60 000, 44 000 y 30 000 volts.

Después de realizar varios estudios, se decidió continuar con esas mismas tensiones, suprimiendo únicamente las de 90 000 y 44 000 volts; las de 60 000 y 30 000 se estandarizaron en 66 000 y 33 000 volts. Se adoptaron dos tensiones adicionales - 220 000 y 440 000 volts - para la transmisión de grandes bloques de energía a gran distancia. Las medidas anteriores fueron acertadas y, a la fecha, nuestro Sistema Interconectado Nacional cuenta con una red de transmisión razonablemente estandarizada.

#### *Redes de Distribución*

Las treinta diferentes tensiones primarias de distribución provocaban un verdadero caos. Al concluir los estudios, se decidió congelar todas, con excepción de las de 13 200 y 20 000 volts.

En la actualidad, todas las redes del país están prácticamente estandarizadas en una u otra de las tensiones antes mencionadas.

### *Unificación de las frecuencias eléctricas*

La decisión de unificar la frecuencia eléctrica fue sin lugar a dudas de gran trascendencia. No fue fácil tomarla ya que, además de los formidables obstáculos técnicos, era necesario resolver los problemas sociales y sindicales, además de que algunos grupos le daban un cariz político internacional.

En 1971 se superaron todos los obstáculos y se aprobó un programa de ocho años que se realizaría en el periodo comprendido entre 1972 y 1979. Gracias a los aciertos técnicos y de organización, se logró concluir con éxito los trabajos, y transferir a 60 Hz el último alimentador de 50 Hz en noviembre de 1976, es decir, tres años antes de lo programado.

A diferencia de los complicados ordenamientos que han caracterizado al sector eléctrico, la unificación de frecuencias siguió un camino sencillo y eficiente: primero, exigir la dualidad de equipo y aparatos para 50 y 60 ciclos, después declararlo de utilidad pública y, por último, crear un organismo responsable, distinto a los ya existentes, con recursos y objetivos precisos.

El plan consistió en cambiar los aparatos domésticos en forma gratuita, asesorar a usuarios comerciales, de servicio e industriales, y programar los cambios en sistemas eléctricos y subestaciones en la zona central. Con esta medida, el gobierno absorbía el

costo de adaptar los equipos de uso doméstico de la gran mayoría de la población -- refrigerador, lavadora, bomba de agua, tocadiscos y regulador de voltaje.

Había un total de 32 plantas con 87 unidades y una capacidad de 3, 023 542 kw, sin duda el sistema sujeto a unificación más grande del mundo. De estas plantas, 14 pertenecían a la CFE y generaban un total de 2, 386 315 kw; 18 pertenecían a la Compañía de Luz y su generación combinada era de 637 227 kw. Cabe recordar que, a pesar de no distribuir el fluido en la zona central, la Comisión abastecía a la Compañía de Luz, la cual se convirtió en revendedora de energía. Setenta y nueve por ciento de la energía sujeta a unificación era de la CFE y 21 % de la Compañía de Luz.

El cambio de las máquinas se dividió en ocho sistemas perfectamente identificados: el hidroeléctrico Lerma, de 75 000 kw, el hidroeléctrico Necaxa, con 210 967 kw, el hidroeléctrico San Ildefonso, con 3 240 kw, el hidroeléctrico Miguel Alemán, con 375 000 kw, el hidroeléctrico Infiernillo, con 1, 048 000 kw, y el hidroeléctrico Mazatepec, con 208 000 kw, además de la central termoeléctrica Ing. Jorge Luque Loyola, con capacidad de 230 800 kw. El costo total de los cambios fue de 190 millones de pesos para la CFE y de 444 millones para la Compañía de Luz. Se ajustaron 41 subestaciones con una capacidad total de 5, 578 131 kw.

El costo total de la unificación fue de 2 059 millones de pesos, de los cuales el Comité de Unificación de Frecuencia absorbió 25.5 %, la CFE 9.2 %, la Compañía de Luz 21.6 % y los usuarios 43.7 por ciento.

### *La Integración del sector eléctrico*

La integración del sector eléctrico tuvo que enfrentar, por lo tanto, una gran diversidad de plantas, equipos, frecuencias, líneas y sistemas. México tuvo acceso a tecnologías diferentes, de diversos países y en un lapso muy largo. Durante casi ochenta años se introdujo equipo que, para 1960, constituía un mosaico de lo más disímulo. La unificación se inició en medidores, transformadores y subestaciones, y posteriormente se trabajó en el diseño de plantas y de equipo auxiliar. El proceso duró cuatro años – la mitad del tiempo empleado en Francia, Estados Unidos o Canadá, a pesar de que aquí se afectó a 35% de los usuarios de energía en el país.

Gracias a la integración de sistemas, ahora puede generarse energía en el río Grijalva para su consumo en sitios tan alejados de esa zona como el Distrito Federal o Ciudad Juárez. La posibilidad de interconexión de flexibilidad a la red eléctrica permite normalizar el equipo y reducir los costos. Con la integración, México logró ofrecer un solo producto al consumidor, lo cual se deriva en aparatos electrodomésticos bajo una sola frecuencia, equipo industrial que puede instalarse en cualquier parte del país y, desde luego, una industria eléctrica que pudo integrarse en un solo sistema nacional.

### *Programa de electrificación*

En el año de 1937, el entonces presidente Lázaro Cárdenas creó la Comisión Federal de Electricidad. Años más tarde, en 1952, la demanda de las organizaciones

campesinas propició la puesta en marcha del Programa de Electrificación Rural que, a partir de la nacionalización de la industria eléctrica por el presidente López Mateos en 1960, se extendió a todo el territorio nacional.

Durante 55 años el gobierno y la sociedad civil han electrificado más de 44 mil localidades y beneficiado a 75 millones de mexicanos, es decir 90 % de la población total.

La gran mayoría de las comunidades atendidas, unas 41 400, corresponden al ámbito rural y están habitadas por 18 millones de campesinos, es decir, 78 % de la población rural. En el ámbito urbano, 57 millones de habitantes, que representan 92 % del total, cuentan con energía eléctrica.

El Programa Nacional de Solidaridad brindó un fuerte impulso a la electrificación en las áreas rurales y en las comunidades urbanas marginadas desde 1989. Durante los últimos tres años se electrificaron 8 147 poblados rurales y 4 591 colonias populares, lo que benefició a 11 millones de mexicanos. También se electrificaron 1 814 pozos para riego agrícola que sirven a 47 026 hectáreas. Todo lo anterior se realizó con una inversión de 1.337 billones de pesos.

Los logros alcanzados hasta la fecha son importantes, sobre todo si se considera la amplia extensión del país, su difícil topografía y la dispersión de los poblados rurales. Sin embargo, el gobierno y la sociedad pretenden servir a 10 millones de mexicanos que carecen de electricidad en 110 mil pequeñas localidades. A mediano plazo, se piensa

atender con la red eléctrica a 20 % de estas comunidades para beneficiar a 4 millones de habitantes.

La energía solar, eólica, microhidráulica y biomasa, constituyen una opción para satisfacer las necesidades de bienestar en estas comunidades y darles la posibilidad de transformar sus productos y mejorar su nivel de vida.

## **2.2 DESCRIPCION DEL PRODUCTO**

La empresa se dedica al ensamble de dos tipos de cuchillas desconectoras: de apertura vertical y tipo pantógrafo.

Las cuchillas son dispositivos que sirven para conectar y desconectar diversas partes de una instalación eléctrica, para efectuar una maniobra de operación o bien, para darles mantenimiento.

Las cuchillas pueden abrir circuitos bajo la tensión nominal pero nunca cuando está fluyendo corriente a través de ellas. Antes de abrir un juego de cuchillas siempre deberá abrirse primero el interruptor correspondiente. La diferencia entre un juego de cuchillas y un interruptor, considerando que los dos abren o cierran circuitos, es que las cuchillas no pueden abrir un circuito con corriente, y el interruptor sí puede abrir con cualquier tipo de corriente, desde el valor nominal hasta el de corto circuito. Hay algunos

fabricantes de cuchillas que añaden una pequeña cámara de arqueo SF6 que le permite abrir solamente los valores nominales de la corriente del circuito.

### 2.2.1 Cuchilla Tipo Pantógrafo.

#### **Construcción.**

El soporte de la tijera es una columna aislante de porcelana, montada sobre una estructura de hierro o de concreto. En esta estructura se encuentra montado el accionamiento motriz y el gabinete de control, este último solamente en uno de los tres polos. Ambos, gabinete y accionamiento se encuentran a una altura adecuada que facilita los trabajos de montaje, operación y mantenimiento.

Las columnas aislantes de porcelana soporte y giratoria se componen de uno o más elementos cuya altura, número y contorno de los faldones, corresponden a las exigencias que debe cumplir el aislante a tierra con respecto a la altura en que han de operar.

Los brazos de la tijera están armados con tubos de aluminio que se cruzan en la articulación de las tijeras, los cuales se utilizan simultáneamente para conducir la corriente. Las rótulas, al igual que los conectores, están provistas de contactos anulares para asegurar la continuidad de la corriente.



El contacto a la línea se hace por medio del trapecio, que consiste esencialmente de un tubo de cobre plateado o contracontacto, dos parras de aluminio y de conectores tipo "T". Por medio de las barras de aluminio el trapecio puede ser montado a diferentes distancias con respecto a la línea.

Los tubos superiores de las tijeras están equipados con perfiles de cobre plateados llamados contactos, los cuales realizan el contacto eléctrico con la superficie del contracontacto del trapecio, cuando el desconectador está cerrado.

En el extremo superior de las tijeras se encuentran los llamados cuernos de arque, que tienen la función de evitar la separación imprevista del contacto y del contracontacto, en caso de altas fuerzas de cortocircuito.

Los conectores y engranajes de la tijera son blindados y provistos de lubricación permanente. Por lo tanto, el trabajo de mantenimiento y de revisión que requiere el desconectador es muy reducido. Debido al pequeño peso de los elementos, el desconectador puede ser fácilmente transportado y montado.

#### **Modo de Funcionamiento.**

La energía de accionamiento del motor se transmite a la columna giratoria de porcelana mediante un reductor de velocidad y una campana de arrastre. Un engranaje de

tornillo sin fin en la caja de tijeras transmite el momento de accionamiento a los brazos de la tijera.

Cada polo del desconectador cuenta con un interruptor auxiliar instalado en la caja de accionamiento. Este interruptor auxiliar que va directamente operado desde el eje giratorio, señala exactamente la posición respectiva de los contactos del desconectador.

Inmediatamente después de la primera fase de movimiento de las tijeras, los contactos del interruptor auxiliar toman la posición intermedia, y solamente al final de cada movimiento de operación ellos saltan a su posición final.

A la caja de tijera están acoplados lateralmente los conectores para los tubos inferiores de las tijeras. En el inferior se encuentra el acumulador de fuerza elástica previsto para compensar el peso propio de las tijeras en el cierre y el engranaje de tornillo sin fin para transmitir el momento giratorio desde la columna giratoria a los brazos de tijera mediante los conectores.

Además, el interruptor auxiliar cuenta con contactos libres para la señalización del tablero de control para indicar su posición eléctrica.

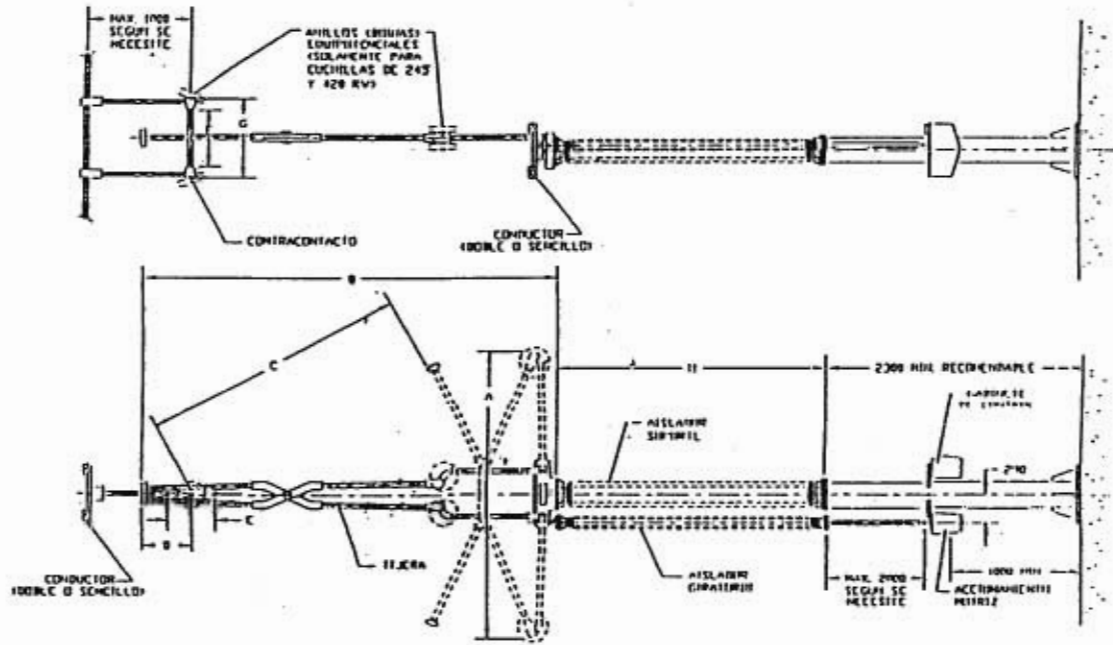
El desconectador tipo pantógrafo permite la conexión a cables o a tubos, tanto en la dirección longitudinal como transversal. Los cables o tubos pueden pasar a lado del desconectador o bien, si el desconectador está instalado en el extremo de una línea,

pueden ser rigidamente conectados a la caja de tijera mediante una zapata o conector 90°. Estas conexiones pueden ser a conductor sencillo o doble.

El accionamiento de caja de tijeras consta básicamente de una transmisión de corona y sinfín, flechas, palancas, tensores y almacenadores de energía potencial. Dichos almacenadores se encuentran descargados cuando la cuchilla está en posición cerrada y quedan cargados cuando ésta se abre con el fin de compensar el peso de los brazos de la misma en el cierre.

A continuación el diagrama descriptivo de una cuchilla tipo pantógrafo.

# CUCHILLA TIPO PANTOGRAFO



### 2.2.2. Cuchilla de Apertura Vertical.

Los elementos principales de un polo de cuchilla de apertura vertical son:

#### Basidor.

Los soportes inferiores de los polos se componen de una construcción de acero galvanizado y soldado hecho a base de perfiles U. Éstos cargan los aisladores soporte y forman al mismo tiempo los rodamientos de los ejes de accionamiento.

#### Aisladores.

Como aisladores de soporte se utilizan aisladores de centro macizo que se fabrican con un armazón de acero galvanizado y unidos con cemento, y que tienen una resistencia muy alta a la flexión.

Como aisladores de empuje para la transmisión del movimiento se utilizan aisladores de línea, que son aisladores de tronco largo de porcelana que también tienen un armazón de acero galvanizado y cementado.

### Partes conductoras.

La parte conductora principal está compuesta de un perfil U de aluminio. Se encuentra conectada con un soporte de parte conductora con el eje de accionamiento superior. Sobre este eje de accionamiento se encuentra fijada a su vez una manivela que traduce el movimiento de empuje/arrastre del aislador al movimiento interruptivo de la cuchilla principal.

El paso de la corriente de la parte conductora a la terminal de alta tensión del lado del accionamiento se logra a través de dos conductores extraflexibles de cobre.

### Sistema de contactos.

Sobre la parte conductora se encuentra atornillado un sistema de contactos por resorte que se compone de dos rieles de cobre con acuñamiento especial, cada uno con 4 dedos de contacto. La fuerza de contacto se ajusta a través del resorte de compresión desde la fábrica.

El contacto consiste de una barra cónica de cobre plateado que se atornilla a la terminal de alta tensión. A través de lo cónico de entrada de este contacto se garantiza un encuentro de los contactos al conectar en forma suave.

Por el acuíñamiento especial del sistema de contactos se garantiza una transferencia segura de corriente en caso de cortocircuito.

#### Tubo de accionamiento.

El movimiento rotatorio de aproximadamente  $185^\circ$  del accionamiento se transmite a través de un tubo de arrastre/empuje con rótulas por medio de una manivela a un movimiento giratorio del eje de accionamiento del polo principal. Los ejes del accionamiento de los tres polos se encuentran unidos por tubos de acoplamiento. La fijación de los tubos de acoplamiento se hace con abrazaderas de tipo "U".

Con este tipo de unión se puede ajustar por una parte la sincronización de los tres polos y por el otro lado se puede lograr una igualdad de tolerancia de las distancias intermedias entre los polos.

#### Cuchilla puesta a tierra.

La cuchilla de apertura vertical puede ser equipada con una cuchilla de puesta a tierra. Ésta se acciona de manera tripolar por un accionamiento motriz o manual.

La cuchilla puesta a tierra se forma de los siguientes componentes:

### Tubo de accionamiento.

El movimiento rotatorio del accionamiento se traduce por una palanca de arrastre/empuje al eje de accionamiento del polo de puesta a tierra accionado en directo, esto análogamente a la cuchilla principal

### Parte conductora

La parte conductora consiste en un perfil rectangular de aluminio y se encuentra atornillado directamente a la palanca que está sobre el eje de accionamiento. El traspaso de corriente al bastidor se hace a través del eje de los conductores extraflexibles.

Los contactos de la cuchilla de puesta a tierra son iguales a los contactos de la cuchilla principal, el contacto es de cobre plateado y se atornilla a la conexión de alta tensión correspondiente. Tiene una inclinación de entrada para un ajuste seguro de contactos de la cuchilla de puesta a tierra.

### Bloqueo mecánico.

El bloqueo mecánico asegura que ninguna cuchilla de puesta a tierra se pueda conectar mientras la cuchilla principal se encuentra conectada y viceversa, la cuchilla

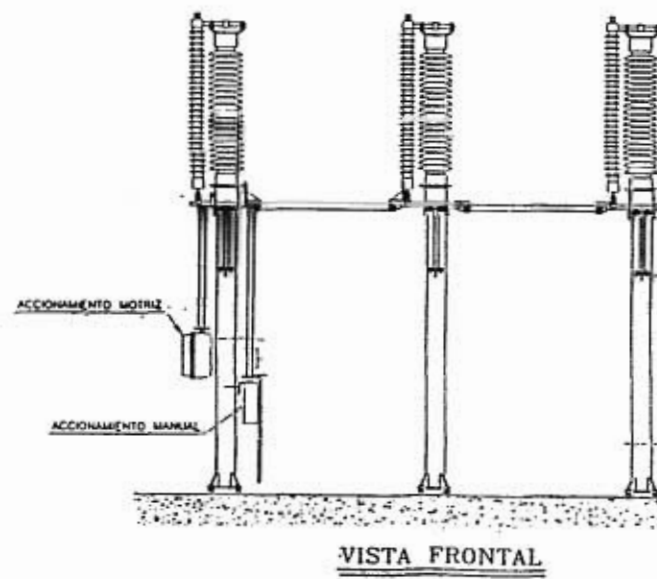
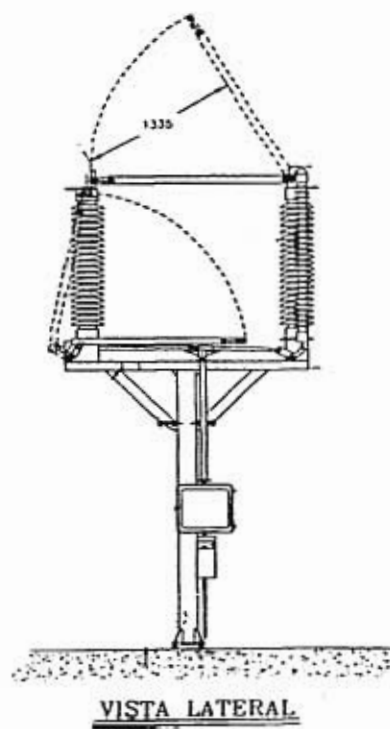


principal no se puede conectar mientras que la cuchilla de puesta a tierra se encuentra conectada.

El enclavamiento consiste en palancas que se encuentran acomodadas sobre los ejes de accionamiento de la cuchilla principal, y de la cuchilla puesta a tierra y que en una operación equivocada se mueven uno contra el otro, evitando así cualquier movimiento de cuchilla principal y de puesta a tierra.

A continuación el diagrama descriptivo de una cuchilla de apertura vertical.

CUCHILLA DE APERTURA VERTICAL



### **2.2.3. Accionamiento Motriz.**

El accionamiento motriz consiste básicamente de una caja de aluminio ventilada y con calefacción que aloja en su interior un conjunto mecánico-eléctrico.

Para efectuar el montaje del accionamiento motriz al desconectador, los siguientes elementos están montados sobre la tapa de esta caja:

- Una campana de arrastre
- Tres espárragos de 1/2" para fijar el accionamiento a una placa en la estructura soporte
- Una conexión a tierra
- Una caja de conexiones para los cables de la alimentación

El motor gira en el sentido de las manecillas del reloj al efectuar el movimiento de cierre, y en el sentido opuesto, al efectuar el movimiento de apertura del desconectador.

#### Construcción.

Los principales elementos del accionamiento motriz son:

1. Motor trifásico 220/440 volts, con reductor de velocidad relación 33:1
2. El interruptor auxiliar con dispositivo de señalización
3. Contactores

4. Topes mecánicos
5. Una regleta con clemas para el alumbrado
6. Un microswitch de seguridad

El extremo del eje del reductor de velocidad hace girar la columna giratoria del desconectador, a través de la campana de arrastre. El piñón, que sobresale por debajo del engranaje del reductor, realiza la conexión al dispositivo de señalización del interruptor auxiliar mediante la rueda dentada. La cuerda debajo del piñón sobre el mismo eje de éste enrosca a la tuerca guía. Sobre el soporte de aluminio van montados el interruptor auxiliar y el dispositivo de señalización así como los contactores, uno para el cierre y otro para la apertura.

#### Modo de Funcionamiento.

Para describir el sistema de operación del accionamiento motriz lo dividiremos en 2 partes: mecánica y eléctrica.

**Parte Mecánica:** el piñón acciona la rueda dentada cuando se opera el desconectador. Dicha rueda dentada lleva montados dos pernos hexagonales ubicados dentro de ranuras alargadas. Cuando la tijera está "Cerrada" o "Abierta" no importa el caso, al accionarla girará la rueda dentada haciendo que el perno más adelantado, ocasione la operación del interruptor auxiliar, que toma la posición media; en tanto que el

otro perno que sigue hace que los contactos del interruptor auxiliar salten a su posición final, poco tiempo antes del término del movimiento de operación.

En la posición media del interruptor auxiliar los contactos de carrera larga asignados para alimentar las bobinas de los contactores están cerrados, mientras que los contactos de señalización de apertura y de cierre están abiertos hasta llegar a su posición final. Debido a la rotación del piñón y de la varilla roscada debajo del piñón, la tuerca guía sube o baja según sea el caso, apertura o cierre. En caso de que el accionamiento no terminara su movimiento en el punto límite, debido a cualquier falla, la tuerca será frenada mediante rondanas cónicas colocadas en forma de platillo, antes de llegar al tope. Por causa de este frenado el motor toma una corriente más elevada, la cual dispara el termomagnético en el gabinete de control.

Parte Eléctrica: forman parte del sistema de control los contactores y sus contactos auxiliares, los contactos de carrera larga del interruptor auxiliar así como también el *microswitch* de seguridad.

El circuito de fuerza comprende exclusivamente al motor y los contactos principales de los contactores.

El *microswitch* interrumpe la corriente de control, es decir, la que alimenta a los contactores, cuando se abre la pequeña tapa lateral del accionamiento. Lo mismo sucede si se retira por completo la carcasa.

#### Descripción del gabinete de control.

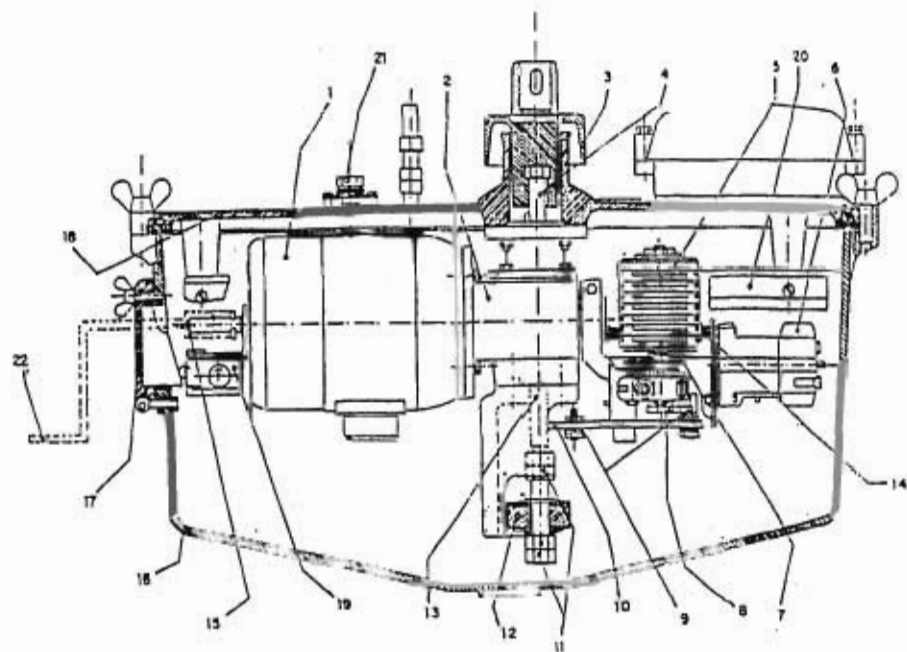
El gabinete de control consiste básicamente en una caja de aluminio hermética y con calefacción, que aloja en su interior los componentes eléctricos de protección y control. Se suministra un gabinete de control por cada tres polos.

#### Construcción.

Los componentes del gabinete de control son:

- Pulsador rojo para el cierre
- Pulsador verde para la apertura
- Los interruptores termomagnéticos para la conexión a la red y protección
- Regleta con clemas para el cableado.

A continuación el diagrama descriptivo del accionamiento motriz.



### ACCIONAMIENTO MOTRIZ

- |                                     |                               |
|-------------------------------------|-------------------------------|
| (1) Motor Trifásico                 | (12) Tuerca Guía              |
| (2) Reductor de Velocidad           | (13) Piñón                    |
| (3) Campana de Arrastre             | (14) Resistencia Calefactora  |
| (4) Eje de Transmisión del Reductor | (15) Eje del Motor            |
| (5) Interruptor Auxiliar            | (16) Carcaza                  |
| (6) Contactor                       | (17) Tapa Lateral             |
| (7) Soporte de Aluminio             | (18) Tapa Superior            |
| (8) Dispositivo de Señalización     | (19) Microswitch de Seguridad |
| (9) Pernos Hexagonales              | (20) Regleta con Ciemas       |
| (10) Rueda Dentada                  | (21) Conexión a Tierra        |
| (11) Topes Mecánicos                |                               |

## **2.3 ANÁLISIS DE LA DEMANDA**

En primer lugar se desarrollará un análisis de la demanda de electricidad, considerando red de distribución, atención a clientes, cobranza, facturación, mercado consumidor, etc.

Posteriormente se desarrollará un análisis de la demanda del producto (cuchillas desconectoras) misma que es la derivación de la demanda general de electricidad.

### **2.3.1 Distribución de la Electricidad en México**

La distribución y comercialización de la energía eléctrica se inicia una vez generada, transformada y transmitida a los centros de consumo. Este proceso consiste en llevarla a todos los usuarios, a través de líneas de distribución de alta, media y baja tensión, con el fin de utilizarla en sus diversas formas para satisfacer necesidades de alumbrado, fuerza motriz, calor, refrigeración, etcétera.

De hecho, este proceso comienza en las subestaciones de potencia de donde parten líneas de sub-transmisión en tensiones altas (entre 115 y 69 kv) para alimentar a subestaciones de distribución donde la tensión se reduce a 33, 23 y 13 kv. Una vez logrado lo anterior, la energía eléctrica se dirige a todos los centros urbanos, agrícolas y comerciales a través de líneas de distribución que permiten proporcionar servicio a usuarios tales como pequeñas y medianas industrias, centros comerciales, áreas de



bombeo agrícola y de agua potable y alumbrado público, entre los más importantes. Asimismo, mediante transformadores de distribución, se suministra energía eléctrica en baja tensión a los consumidores que así lo requieren, ya sea para áreas residenciales o comerciales.

Este proceso termina con la línea de servicio individual a cada uno de los usuarios, e incluye la instalación del correspondiente equipo de medición.

En la actualidad, la red de suministro de energía eléctrica asciende a un total de 450 030 kilómetros de líneas de distribución, de los cuales 28 398 son de subtransmisión, 246 480 de media tensión y 175 152 de baja tensión. Además, se dispone de 1 036 subestaciones reductoras y de 419 939 transformadores que proporcionan servicio de energía eléctrica a 12.9 millones de usuarios.

Esta extensa red de distribución de energía eléctrica, ubicada en zonas urbanas y rurales, no sólo está instalada en distintos tipos de suelos sino también en gran variedad de regiones (como llanuras, selvas y desiertos) y está expuesta, en consecuencia a diferentes condiciones climatológicas así como a agentes atmosféricos y externos. Por lo tanto, requiere de un programa permanente de mantenimiento y de una adecuación constante para poder hacer frente al aumento de la demanda de energía y a la creciente electrificación del país.

Noventa y nueve por ciento de las instalaciones de distribución son aéreas, están a merced de los agentes externos naturales, como tormentas, contaminación salina, descargas atmosféricas, vientos fuertes, etcétera, así como de los provocados de manera internacional o circunstancial por el hombre, como el vandalismo, el choque de postes, los defectos de construcción y papalotes sobre las líneas, los cuales interrumpen en cualquier momento el servicio.

Para atender las fallas en el suministro y controlar a distancia la energía, no sólo se ha instalado equipo automático de supervisión que permite conocer instantáneamente el lugar donde éstas se originan, sino también equipo de protección para determinar su naturaleza y localización aproximadas. Asimismo está en vías de automatizarse la red de distribución de media tensión, que permitirá hacer un mejor uso de la energía y reducir el número de usuarios afectados así como el tiempo de interrupción.

La CFE ha establecido en el área de distribución índices que muestran la continuidad en el suministro de energía eléctrica en media tensión e índices que determinan la calidad de servicio a través de la opinión de los clientes.

El índice más significativo en relación con el comportamiento general de un sistema de distribución corresponde al tiempo de interrupción por usuario mismo que, en los últimos años, se redujo de 1 627 minutos, promedio anual, a sólo 405 minutos en 1991. Para lograr este avance, se mejoró la organización de los grupos de operación y mantenimiento y se les proporcionó la herramienta, equipo y unidades de trabajo

adecuados. También se perfeccionaron los procedimientos de trabajo, se incrementó la capacitación y el adiestramiento del personal, y se intensificaron los trabajos en línea energizada, los cuales permiten realizar el mantenimiento sin interrumpir el suministro de energía.

Además, ha comenzado a sistematizarse la distribución de la energía así como la automatización de las redes a fin de poder contar, a mediano plazo, con la tecnología de punta en esta área.

La mayor demanda de energía eléctrica se presenta entre las 18.00 y las 21.00 horas; esto implica utilizar la máxima capacidad de las instalaciones durante dicho período. Por ello, es aconsejable tratar de disminuir este punto máximo.

La magnitud y el desarrollo alcanzados por el sistema eléctrico nacional en sus instalaciones han hecho necesario prestar atención especial a su operación y planeación. De este modo, se han puesto en práctica medidas para promover un uso racional de la energía entre los usuarios domésticos, comerciales e industriales, así como la implantación de "tarifas horarias". Lo anterior no sólo busca disminuir los picos en la demanda y utilizar mejor la capacidad de generación y transmisión de la energía en horas normales, sino también diferir las inversiones.

El área de planeación ha aceptado el reto de utilizar, con la mayor eficiencia, el presupuesto de inversiones mediante la reducción de pérdidas en los sistemas de

generación, transmisión y distribución de la energía, lo cual permitirá posponer inversiones, ahorrar en el consumo de energéticos no renovables y disminuir la emisión de contaminantes.

La importancia de la planeación ha dado lugar a la sistematización de los métodos y procedimientos a través de mapeo digital. Con ello se creará una base de datos y atributos capaz de actualizar de manera directa la red existente, además de llevar a cabo la planeación a corto, mediano y largo plazos.

#### *Comercialización*

Este proceso constituye la fase final de las labores de la CFE y consiste, principalmente, en medir, facturar y cobrar con oportunidad la energía consumida.

Se inició con la venta en bloque de casi toda la energía generada a empresas privadas, para que éstas a su vez la distribuyeran y comercializaran.

En 1960, y con motivo de la nacionalización de la industria eléctrica, se desarrolló un intenso trabajo de integración y organización para incorporar, desde el punto de vista técnico y administrativo, a cerca de 277 empresas particulares adquiridas.

La integración de las empresas y el vertiginoso crecimiento experimentado en las instalaciones hizo necesario descentralizar las funciones operativas y administrativas que

podieran realizarse en forma independiente. Por consiguiente, se crearon las divisiones de distribución, establecidas de manera estratégica para atender, en su ámbito geográfico, las necesidades de la población en materia de electricidad. De ellas dependían las zonas de distribución y, de éstas, las agencias comerciales encargadas principalmente de otorgar servicio.

Con el objetivo primordial de mejorar la atención a los usuarios y dada la importancia financiera no sólo de la recuperación oportuna de ingresos, sino también de la necesidad urgente de sustituir operaciones manuales para aprovechar mejor la fuerza de trabajo y modernizar los procesos, se desconcentraron los sistemas de información a niveles operativos y se dotó de equipo de cómputo a zonas y agencias, con el fin de aprovechar las facilidades derivadas de la tecnología actual.

Además, se impulsó el desarrollo de sistemas de información cuya herramienta conceptual más importante se denomina Sistema Comercial (SICOM) mismo que define, de manera estructurada, las necesidades del área comercial para poder desempeñar su función con eficiencia.

#### *Atención a Clientes*

La atención de las diversas solicitudes de los usuarios se agilizó mediante la utilización de procesos interactivos, los cuales no sólo generan los movimientos de

actualización necesarios sino también imprimen las constancias documentales correspondientes.

Así se estableció el sistema de atención integral al cliente, que permite resolver, en una sola ventanilla y sin necesidad de hacer varias filas, cualquier tipo de solicitud, aun cuando se trate de asuntos distintos.

A fines de 1991 se disponía de 802 ventanillas de este tipo ubicadas en 190 oficinas, que actualmente atienden a 6.41 millones de clientes, es decir, cubren la mitad de los servicios proporcionados por la CFE.

También se ha iniciado la desconcentración de las agencias al instalarse módulos de atención en centros comerciales y lugares de mayor concurrencia, sitios donde puede efectuarse cualquier trámite relacionado con el servicio público de energía eléctrica en los horarios del propio centro. Hoy en día se cuenta con diez módulos.

#### *Toma de lectura*

La comercialización se inicia con la toma de lectura; si ésta es correcta, constituye la base para realizar una buena facturación y cobranza, factores fundamentales para aventajar este proceso y eliminar las inconformidades de los usuarios, la necesidad de realizar verificaciones o duplicados, y de incurrir en costos adicionales negativos para la

imagen de la CFE. Esta actividad recibe atención especial pues en ella se producen y resuelven la gran mayoría de las inconformidades.

Para mejorar estas labores se dotó a los lecturistas de equipo electrónico portátil denominado "libro ruta electrónico" que consta, en esencia, de un microcomputador con capacidad de memoria suficiente para integrar los datos históricos de los clientes con parámetros de validación de lecturas.

El empleo de estos equipos ha generado los siguientes beneficios:

- Reducir errores en la toma de lecturas
- Mejorar la calidad del proceso de facturación
- Reducir el tiempo entre la toma de la lectura y su facturación
- Simplificar el proceso de comercialización
- Incrementar la productividad de los trabajadores

En la actualidad, estos equipos se utilizan para tomar la lectura en 7.8 millones de servicios (61% del total) y en los más importantes se procede ya a instalar equipos que permitan no sólo tomar lecturas en forma remota sino también verificar, en cualquier momento, su correcta operación.

### *Facturación*

La instalación de equipos de cómputo en las oficinas permitió desconectar la facturación otorgando autonomía a cada una de ellas, y reduciendo de manera significativa el lapso entre la toma de lectura y la facturación.

Este equipo contiene no sólo los datos básicos de los usuarios sino también sus adeudos. Por consiguiente, se tiene acceso a la información completa desde la pantalla, lo que permite atender, de manera inmediata, cualquier consulta o aclaración.

A la fecha, la facturación está en proceso de desconcentración en cincuenta ciudades.

### *Cobranza*

La facturación mensual o bimestral, proceso repetitivo, requirió del diseño de mecanismos de recuperación accesibles a los usuarios con objeto de evitarles traslados innecesarios para la realización de sus pagos. Por tal motivo, se continúa con la promoción de la cobranza externa en tiendas, farmacias, supermercados, bancos y comisionistas.

Además se dispone de módulos de atención para recibir pagos los 365 días del año en el horario de los centros comerciales donde se encuentran ubicados.



### **2.3.2 Demanda de la Electricidad en México**

A continuación se presenta un estudio cuantitativo, mediante el cual se pronostica el posible comportamiento de la demanda de electricidad en México en los próximos años (consideraremos 5 años para el proyecto), de aquí se deriva, pues, la demanda de nuestro producto: cuchillas desconectadoras.

El estudio del comportamiento del consumidor real y la estrategia que se diseñará para enfrentar todas las alternativas que el cliente tiene para escoger, son los principales aspectos que debe cubrir este estudio.

Es posible agrupar al consumidor en 2 grandes grupos:

1. El consumidor institucional, que se caracteriza por decisiones generalmente muy racionales basadas en las variables técnicas del proyecto, en su calidad, precio, oportunidad en la entrega, etc.
2. El consumidor individual, quien toma sus decisiones de compra basado en consideraciones emocionales como pueden ser la moda, el prestigio de la marca, etc.

Es importante tener en cuenta esta clasificación de los consumidores, ya que se debe tener bien identificado el tipo de cliente al cual irá dirigida la estrategia comercial

del producto que fabricará el proyecto, ya que no es raro observar el fracaso de proyectos que al no haber identificado debidamente al cliente real (el que tiene la decisión de compra) diseñaron una estrategia comercial que no tuvo el impacto deseado, repercutiendo directamente en la demanda del producto y por ende en los flujos positivos de efectivo que se tenían planeados.

La Tabla 2.1 muestra las ventas nacionales de energía eléctrica de 1985-1995:

**Tabla 2.1 Ventas nacionales de energía eléctrica 1985-1994**

<i>Gigawatts/hora</i>	
<b>Año</b>	<b>TOTAL</b>
1985	70,614.60
1986	72,827.50
1987	77,449.10
1988	81,884.80
1989	88,537.70
1990	92,123.30
1991	94,768.50
1992	97,570.30
1993	101,277.20
1994	109,532.70

Utilizaremos, como método estadístico, el de mínimos cuadrados. A continuación aparecen los cálculos realizados para estimar la demanda:

Estimación de la demanda futura						
Año	X	Y	$x = X - X^o$	$y = Y - Y^o$	$x^2$	xy
1985	0	70,614.60	-4.5	-18,043.97	20.25	81197.865
1986	1	72,827.50	-3.5	-15,831.07	12.25	55408.745
1987	2	77,449.10	-2.5	-11,209.47	6.25	28023.675
1988	3	81,884.80	-1.5	-6,773.77	2.25	10160.655
1989	4	88,537.70	-0.5	-120.87	0.25	60.435
1990	5	92,123.30	0.5	3,464.73	0.25	1732.365
1991	6	94,768.50	1.5	6,109.93	2.25	9164.895
1992	7	97,570.30	2.5	8,911.73	6.25	22279.325
1993	8	101,277.20	3.5	12,618.63	12.25	44165.205
1994	9	109,532.70	4.5	20,874.13	20.25	93933.585
sum	45	886,585.70			82.50	346,126.75
$X^o$	4.5					
$Y^o$		88,658.57				

$$y = (\text{sum } xy / \text{sum } x^2) x$$

donde:

entonces:

$$y = (346126.75 / 82.5) x = 4195.48 x$$

$$x = X - X^o \quad (X^o = X \text{ promedio})$$

la ecuación es:

$$y = Y - Y^o \quad (Y^o = Y \text{ promedio})$$

$$Y - 88658.57 = 4195.48 (X - 4.5)$$

Entonces:

$$Y = 69,778.91 + 4,195.48x$$

Esta es la ecuación para calcular la tendencia de la demanda utilizando mínimos cuadrados.

La Tabla 2.2 muestra la demanda de energía esperada utilizando la ecuación antes mencionada:

**Tabla 2.2 Pronóstico de la Demanda a 10 años**

Año	X	Y
		Gigawatts / hr
1995	10	111,733.71
1996	11	115,929.19
1997	12	120,124.67
1998	13	124,320.15
1999	14	128,515.63
2000	15	132,711.11
2001	16	136,906.59
2002	17	141,102.07
2003	18	145,297.55
2004	19	149,493.03

Ahora, se tiene pronosticado un incremento adicional del 10% anual a partir de 1998. La Tabla 2.3 nos muestra la demanda considerando dicho incremento anual:

**Tabla 2.3 Pronóstico de la Demanda con un incremento anual de 10% a partir de 1998**

Año	X	Y
		Gigawatts / hr
1995	10	111,733.71
1996	11	115,929.19
1997	12	120,124.67
1998	13	136,752.17
1999	14	150,427.38
2000	15	165,470.12
2001	16	182,017.13
2002	17	200,218.84
2003	18	220,240.73
2004	19	242,264.80

La anterior, es la demanda de energía (en GWhr) pronosticada para un período de 10 años a partir de 1995. Ahora, para saber cómo se deriva la demanda de cuchillas, tenemos que encontrar alguna relación entre capacidad instalada y generación de energía.

La Tabla 2.4 muestra, basado en datos históricos, cómo se da esta relación de capacidad instalada / generación de energía:

**Tabla 2.4 Estadísticas de Generación de Energía  
relación Capacidad / Generación**

<b>Año</b>	<b>Capacidad (MW)</b>	<b>Generación (GWh)</b>	<b>Relación GWh/MW</b>
1974	8371	38008	4.54
1975	9830	40879	4.16
1976	11460	44632	3.89
1977	12092	48945	4.05
1978	13992	52977	3.79
1979	14298	58070	4.06
1980	14625	61868	4.23
1981	17396	67879	3.90
1982	18390	73225	3.98
1983	19004	74831	3.94
1984	19360	79507	4.11
1985	20807	85352	4.10
1986	21266	89383	4.20
1987	23145	96310	4.16
1988	23554	101905	4.33
1989	24439	110102	4.51
1990	25293	114325	4.52
1991	26797	118412	4.42
1992	27068	121697	4.50
1993	29204	126566	4.33
1994	31649	137522	4.35
<b>PROM</b>			<b>4.19</b>

De la tabla anterior obtenemos un factor de 4.19 GWh / MW, esto es, se generan 4.19 GWh por cada MW de capacidad instalada.

De aquí podemos calcular la capacidad instalada necesaria en MW para generar la energía demandada por año. La Tabla 2.5 nos proporciona dicha información:

**Tabla 2.5 Capacidad Instalada  
requerida (MW)  
Pronóstico 1995 - 2004**

<b>Año</b>	<b>Demanda de energía (Gigawatts / hr</b>	<b>Capacidad inst. requerida MW</b>
1995	111,733.71	26,645.76
1996	115,929.19	27,646.28
1997	120,124.67	28,646.80
1998	136,752.17	32,612.05
1999	150,427.38	35,873.25
2000	165,470.12	39,460.58
2001	182,017.13	43,406.64
2002	200,218.84	47,747.30
2003	220,240.73	52,522.03
2004	242,264.80	57,774.23

La capacidad instalada de Energía Eléctrica del Sector Paraestatal, en 1998, es de 34,977.9 MW.

Las Tablas 2.6 y 2.7 muestran la información de los proyectos en proceso de construcción y los proyectos a licitar respectivamente:

Tabla 2.6 Proyectos en Proceso de Construcción

NOMBRE	TIPO	CAP. (MW)	OPERACIÓN
<b>NOROESTE</b>			
L. D. Colosio (Huities)	Hid	200	1996
<b>NORTE</b>			
Samalayuca II	CC	173	1998
Samalayuca II	CC	173	1998
Samalayuca II	CC	173	1998
<b>NORESTE</b>			
Carcón II	Car	350	1996
<b>OCCIDENTAL</b>			
Chilatán	Hid	14	1997
Chilatán	Hid	14	1997
Maritaro	Geo	25	1997
Maritaro	Geo	25	1997
San Rafael	Hid	24	1996
<b>ORIENTAL</b>			
A. López Mateos	Com	350	1996
A. López Mateos	Com	350	1996
Temascal II	Hid	100	1996
Temascal II	Hid	100	1996
<b>BAJA CALIFORNIA NORTE</b>			
Tecate	Hid	30	1999
Tecate	Hid	30	1999
<b>Total</b>		<b>2131</b>	



Tabla 2.7 Proyectos a Licitar

PROYECTO	UBICACION	FECHA	CAPACIDAD REQUERIDA EN SITIO (MW)						
			1999	2000	2001	2002	2003	2004	
Cerro Prieto Y y II	Baja Calif.	1996	100						
Mérida III	Yucatán	1996	225	220		220			
Rosarito 7 y 8	Baja Calif.	1996	225	225					
Campeche	Tab./Campe.	1996							
El Cajón 1,2 y 3	Nayarit	1996					318	318	
La Parota 1,2 y 3	Guerrero	1996			255	510			
P. Prieta 4 y 5	Baja Calif.	1996		3705			37.5		
Chihuahua 1 y 2	Chihuahua	1996		225	225				
Monterrey	Nuevo León	1996		450		450	450	225	
Copainala 1,2 y 3	Chiapas	1997						240	
La Primavera 1 y 2	Jalisco	1997	50						
El Chino 1 y 2	Michoacán	1997	50						
Río Bravo 4 y 5	Tamaulipas	1997			225	225			
Bajío 1 y 2	Querétaro	1997			225	225			
Central 1, 2, 3 y 4	Valle de Méx.	1997			450		450		
Rosarito 9 y 10	Baja Calif.	1997			225	225			
Altamira	Tamaulipas	1998					450	225	
Hermosillo 1 y 2	Sonora	1998					225	150	
Salamanca 1 y 2	Guangajuato	1998					225	225	
Laguna 1	Durango	1999						225	
Mexicali 1	Baja Calif.	1999						225	
<b>Total</b>			<b>650</b>	<b>1158</b>	<b>1606</b>	<b>1630</b>	<b>2156</b>	<b>1833</b>	<b>9,031</b>

La siguiente Tabla 2.8 resume la capacidad instalada que producirán tanto los proyectos en construcción como los proyectos a licitar:

Tabla 2.8 Capacidad Instalada

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	TOTAL
	MW	MW	MW	MW	MW	MW	MW	MW
Proyectos en construcc.		60.00						60.00
Proyectos por licitar		650.00	1,158.00	1,605.00	1,630.00	2,156.00	1,833.00	9,032.00
Capacidad instalada 1998	34,977.90							34,977.90
Capacidad instalada total	34,977.90	35,037.90	36,845.90	38,450.90	40,080.90	42,236.90	44,069.90	44,069.90

Con la información de la capacidad instalada que se tiene y que se tendrá en el futuro, haremos una comparación de Capacidad Instalada demandada vs. Capacidad Instalada, obtendremos así, el crecimiento de demanda de cuchillas:

Tabla 2.9 Comparación Capacidad instalada demandada vs. Capacidad instalada

Año	Cap. Instalada requerida Gigawatts / hr	Capacida instalada Gigawatts / hr	Porcentaje de satisfacción de demanda	Crecimiento requerido Gigawatts / hr	Crecimiento requerido %
1998	32,612.05	34,977.90	107%	-	-
1999	35,873.25	35,687.90	99%	185.35	1%
2000	39,460.58	36,845.90	93%	2,614.68	7%
2001	43,406.64	38,450.90	89%	4,955.74	11%
2002	47,747.10	40,080.90	84%	7,666.40	16%
2003	52,522.03	42,236.90	80%	10,285.13	20%
2004	57,774.23	44,069.90	76%	13,704.33	24%

Mediante cálculos estadísticos se llegó a la aproximación de que la cantidad de cuchillas instaladas en subestaciones que se necesitan por GWhr es de 2 cuchillas por GWhr

De aquí obtenemos la información de la demanda aproximada de cuchillas para los 5 años del proyecto, misma que aparece en la Tabla 2.10:

**Tabla 2.10 Proyección de demanda de Cuchillas**

<b>Año</b>	<b>Crecimiento requerido <i>Cuchillas / hr</i></b>	<b>Demanda de cuchillas</b>
1998	-	
1999	185.35	371
2000	2614.68	5229
2001	4955.74	9911
2002	7666.40	15333
2003	10285.13	20570
2004	13704.33	27409

La anterior es, pues, la demanda aproximada de cuchillas para los 5 años del proyecto. Existirán variaciones principalmente por los requerimientos técnicos de cada proyecto, esto es, depende de las especificaciones técnicas de cada licitación, en particular la demanda de cuchillas tipo pantógrafo y/o de apertura vertical.

## 2.4 ANÁLISIS DE LA OFERTA

### 2.4.1 Generación y transformación de la energía en México

Básicamente se pueden identificar dos épocas en el desarrollo de las instalaciones de generación y transmisión de energía de la CFE. En la primera, de 1937 a 1960, la Comisión coexistió con dos empresas eléctricas privadas extranjeras y se dedicó principalmente a la construcción y operación de plantas hidroeléctricas y de las líneas de transmisión correspondientes. La energía eléctrica generada se vendía en bloque a las empresas privadas, quienes la distribuían y comercializaban además de la que producían en sus propias plantas, por lo general termoeléctricas.

La segunda época se inició en 1960, al adquirir el gobierno federal los bienes de una de las empresas privadas - Impulsora de Empresas Eléctricas, filial de la corporación estadounidense American and Foreign Power Company - y la gran mayoría de las acciones de la otra - Mexican Light and Power Company -, cuya casa matriz estaba en Canadá. Ese mismo año, el Congreso de la Unión aprobó la adición del artículo 27 de la constitución propuesta por el presidente Adolfo López Mateos, y se estableció que corresponde a la nación generar, transformar, distribuir y abastecer la energía eléctrica para servicio público.

Esta época se caracteriza, en primer lugar, por un cambio en la escala de los proyectos hidroeléctricas. A diferencia de la primera, en la que se construyeron 41

plantas hidroeléctricas relativamente pequeñas, que aprovechaban los escurrimientos de las partes altas de las cuencas hidrográficas, con gastos de agua bajos y caídas grandes, en la segunda se realizaron proyectos grandes en partes más bajas, con caudales importantes y caídas menores. El primer proyecto de esta época fue el de Infernillo, en el río Balsas, que se puso en servicio en 1965. Para transmitir la energía eléctrica generada en estas nuevas plantas hidroeléctricas más alejadas de los centros de consumo, fue necesario recurrir a un voltaje de transmisión más alto, de 400 kv, que casi duplicó el que se había introducido a principios de los años cincuenta, de 230 kv.

La década de los sesenta fue, en todo el mundo, un período de petróleo abundante y barato y se caracterizó por una creciente penetración de los hidrocarburos como energéticos par la generación de energía eléctrica. Durante esos años, la CFE le dio preferencia a las plantas termoeléctricas, en especial a las que usan combustóleo o gas natural como combustible. Se redujo el número de proyectos hidroeléctricos, aunque el tamaño de cada uno era mayor, y los proyectos termoeléctricos crecieron considerablemente, aumentando el tamaño de las unidades generadoras. Asimismo aumentó la importancia relativa de la generación termoeléctrica, que pasó de 48% de la generación total en 1960 a 81% en 1987.

Sin embargo, este proceso de crecimiento de la generación termoeléctrica a base de hidrocarburos, que continúa hasta el presente, fue cuestionado a fines de los años sesenta y principios de los setenta, debido a la preocupación que existía por la declinación de las reservas petroleras mexicanas frente a un consumo creciente de

productos petrolíferos, lo que causó que México se convirtiera en un importador neto de petróleo entre 1970 y 1973. Esta situación hacía aconsejable buscar nuevas fuentes de energía para generar electricidad, que contribuyeran a disminuir la dependencia de los hidrocarburos.

La crisis petrolera mexicana y la consiguiente preocupación por la diversificación energética en la expansión del sector eléctrico llevaron a la decisión de realizar un proyecto nucleoelectrico en Laguna Verde; incluso se llegó a proponer que la CFE no construyera ni una planta generadora más que utilizara hidrocarburos y que el desarrollo futuro se basara fundamentalmente en un programa nucleoelectrico de gran magnitud.

El descubrimiento de una nueva y rica zona petrolera en el sudeste de México, que empezó a producir a principios de 1973, permitió superar la crisis, recuperar la autosuficiencia petrolera e incluso generar excedentes para la exportación. No obstante, la elevación considerable de los precios mundiales del petróleo y del gas natural, debida a las crisis petroleras de 1973 y 1979, restó competitividad a los hidrocarburos para la generación de electricidad. Los precios del petróleo se desplomaron en los primeros años de la década de los ochenta, y después iniciaron una lenta recuperación.

A partir de 1974 se inscribieron varios proyectos hidroeléctricos – como Chicoasén y Peñitas en el río Grijalva y El Caracol en el río Balsas – en el Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico; se amplió el programa de plantas geotermoelectricas y se promovió un programa para la utilización del carbón en el norte

del país, cuya primera etapa fue la construcción de la planta carboeléctrica de Río Escondido. Al mismo tiempo, se mantuvo un programa de plantas termoeléctricas que utilizan el combustible producido en las refinerías de Petróleos Mexicanos como subproducto de la refinación del petróleo.

La crisis económica que surgió a mediados de 1982, que se caracterizó fundamentalmente por el problema de la deuda externa, redujo la disponibilidad de recursos financieros para el desarrollo del sector eléctrico en forma drástica durante varios años. A pesar de que la economía nacional casi no creció durante ese periodo, el consumo de energía eléctrica sí lo hizo, aunque a una tasa menor que en el pasado. La falta de inversiones suficientes agravó el problema del deterioro de las instalaciones existentes, principalmente de las plantas termoeléctricas, por no poder proporcionar mantenimiento oportuno. También empeoró el problema de las pérdidas excesivas en los sistemas de transmisión y sobre todo de distribución, por no haberse realizado las ampliaciones que requería el aumento de la carga. Estos problemas llevaron a una situación típica de muchos países en desarrollo, donde la capacidad de generación operable es inferior a la capacidad nominal, y las pérdidas por transmisión y distribución exceden 20% de la energía neta generada, cuando deberían ser inferiores a 10%. En el caso de México, las pérdidas de transmisión y distribución representaron 14% de la energía neta generada en 1990.

En virtud de la escasez de recursos financieros se dio prioridad a soluciones que dieran resultados a corto plazo con un mínimo de inversión. Primero, se redujo el

programa nucleoelectrico y después se aplazó por tiempo indefinido (excepto la terminación de las dos unidades de Laguna Verde) debido a sus altos costos de inversión y largos periodos de construcción, así como por la falta de consenso en la opinión pública sobre la conveniencia de utilizar esa tecnología.

Por otra parte, la baja de los precios del petróleo y del combustóleo propició la realización de nuevos proyectos de plantas termoeléctricas que usan ese combustible. Además se implantó un programa para rehabilitar las instalaciones existentes, en especial las plantas termoeléctricas.

Para hacer frente al aumento de la demanda de energía eléctrica se han incluido en el Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico, que abarca un periodo de diez años, proyectos que implican inversiones del orden de 3.7 billones de pesos anuales tales como nuevos proyectos hidroeléctricos y 25 proyectos termoeléctricos. De estos últimos, 22% corresponde a plantas termoeléctricas convencionales que utilizan combustóleo o gas natural, 10% a plantas que consumen carbón nacional, 48% a plantas duales que operan con combustóleo o carbón importado, 13% a plantas de ciclo combinado, y 2.2% a plantas geotérmicas; el 4.8% restante corresponde a la segunda unidad de la planta nucleoelectrica de Laguna Verde.

En cuanto al futuro de la generación y transmisión de energía eléctrica cabe señalar que la Comisión Federal de Electricidad, al igual que todas las empresas eléctricas del mundo, deberá considerar aspectos que si bien estaban presentes en el



pasado, no habían alcanzado la importancia que tienen ahora, tales como la protección del ambiente y la conservación de la energía. La prioridad que hoy se otorga a la solución de estos problemas condiciona no sólo las tecnologías que se usarán en el futuro sino también la estructura de las empresas eléctricas.

Uno de los problemas que influirá en el desarrollo de los sistemas de generación de energía es el causado por la utilización de combustibles fósiles (carbón, combustóleo y gas natural) en las plantas termoeléctricas, lo que da lugar a impactos ambientales de mayor o menor magnitud, según el tipo de combustible, que pueden tener consecuencias a corto y a largo plazos. Estos impactos ambientales se manifiestan por la producción de óxidos de azufre y de nitrógeno, que a su vez causan la lluvia ácida; además la combustión de esos energéticos produce inevitablemente bióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) que contribuye al aumento del efecto invernadero en la atmósfera, lo que a largo plazo podría producir un incremento de la temperatura de la superficie terrestre y un cambio global del clima. Hoy en día, éste es un problema que preocupa a todos los países y por lo tanto, todos tendrán que comprometerse a limitar su producción de bióxido de carbono.

Existen varios casos en los que estos problemas influirán en el desarrollo de la generación de energía eléctrica. En primer lugar, son una motivación para usar energéticos más limpios en la generación de electricidad. En el caso de los combustibles fósiles es clara la tendencia mundial a utilizar preferentemente gas natural en lugar de carbón y combustóleo, ya que en comparación con el carbón, el gas natural produce 59% de  $\text{CO}_2$  por unidad de energía generada y, con respecto al combustóleo, 72%; cuando esta

sustitución no es posible, se recurre a tecnologías específicas para obtener una combustión menos contaminante.

En segundo lugar, cualquier aumento de la eficiencia en el proceso de conversión de combustibles fósiles en energía eléctrica contribuirá a disminuir los efectos ambientales, ya que se requerirá menos combustible para producir dicha energía. Por esta razón, en varios países existe actualmente una preferencia por las plantas de ciclo combinada que emplean gas natural como combustible, con lo que pueden alcanzarse eficiencias de conversión de 50%, bastante mayores que las de una planta termoeléctrica convencional.

A continuación se analiza la posible influencia de la conservación de energía en el futuro desarrollo de los sistemas de generación y transmisión.

Es un hecho plenamente demostrado en numerosos países que es posible mantener el desarrollo económico con un consumo de energía mucho menor por unidad de producto producido que en el pasado, cuando los bajos precios de los energéticos no incitaban a su uso eficiente.

Por lo que hace a la industria eléctrica, en la actualidad es una práctica extendida de planeación - de nominada planeación para el costo mínimo - analizar si resulta más conveniente aumentar la capacidad de generación o, por el contrario, invertir para impulsar medidas de uso eficiente y de ahorro de energía eléctrica.

Existen nuevas tecnologías, tanto en iluminación como en diseño de motores y de aparatos eléctricos, o de sistemas que utilizan energía eléctrica, que permiten obtener los resultados deseados con consumos de energía mucho menores a los tradicionales. Por ejemplo, las lámparas fluorescentes compactas consumen 80% menos energía que las incandescentes y no requieren ningún dispositivo especial para su instalación. Un aumento de la eficiencia de los motores eléctricos, que consumen más de la mitad de la energía eléctrica generada en el mundo, puede significar ahorros de energía eléctrica muy importantes con inversiones adicionales relativamente bajas que se amortizan en periodos de tiempo muy cortos. Al perfeccionar el diseño de aparatos electrodomésticos, como refrigeradores, lavadoras, etcétera, sería posible reducir los consumos de energía eléctrica a menos de la mitad.

Por otra parte, pueden lograrse ahorros importantes de energía mediante la producción combinada de energía eléctrica y calor, lo que se conoce con el nombre de cogeneración. Con frecuencia estas dos funciones – generar electricidad y producir calor para procesos industriales o para calefacción – se hacen por separado; si se combinan en un sistema de cogeneración se puede lograr una eficiencia mucho más alta.

Resulta evidente que el uso eficiente y racional de la energía tiene un efecto favorable sobre el ambiente, ya que permite obtener bienes y servicios con un menor consumo de energía y por lo tanto con menores impactos al entorno.

La importancia de los factores de la protección al medio ambiente y la conservación de los recursos energéticos tendrá una repercusión decisiva no sólo en el desarrollo futuro de los sistemas de generación y transmisión sino en las propias empresas eléctricas. Los principales aspectos en que esto empieza a manifestarse son los siguientes:

- Colaboración de las empresas eléctricas con los consumidores para implantar medidas de conservación de energía e introducir tecnologías más eficientes para el uso final de la energía eléctrica.
- Fomento de la cogeneración, conjuntamente con los consumidores industriales.
- Implantación de procedimientos para facilitar la introducción de nuevas tecnologías para generar electricidad.

Estas nuevas actividades tendrán consecuencias incluso en la organización y el funcionamiento de las empresas, que no se dedicarán únicamente a suministrar energía eléctrica con la calidad adecuada y al menor costo posible, sino que se convertirán en empresas de servicio para fomentar y apoyar el uso eficiente de la energía eléctrica y la preservación del ambiente.

#### 2.4.2 Composición de la oferta

Como ya se ha mencionado esta empresa suministra al mercado cuchillas interruptoras de corriente tipo pantógrafo de 123, 245 y 420 KV así como cuchillas interruptoras de apertura vertical de 145 KV. Así mismo, se suministra servicios de mantenimiento a instalaciones eléctricas.

Sus clientes principales se pueden dividir en dos grupos:

- Sector Público:

- Compañía Federal de Electricidad
- Compañía de Luz y Fuerza del Centro
- Comisión Nacional del Agua
- PEMEX

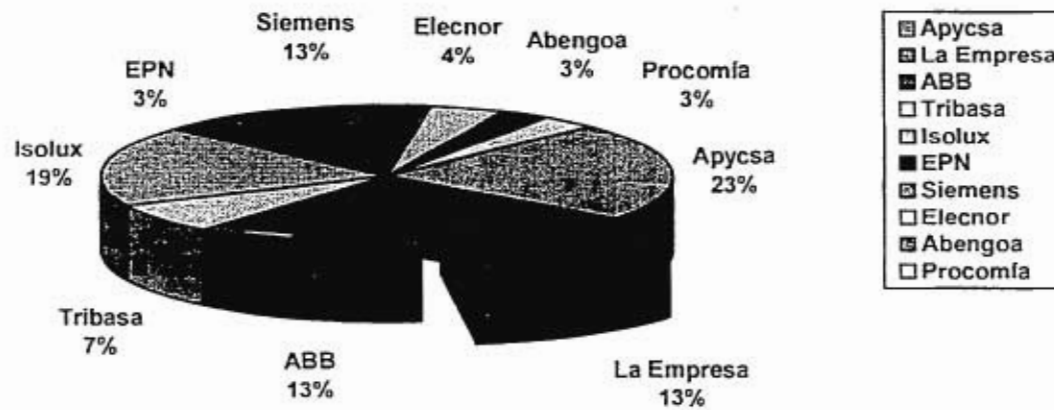
- Sector Privado:

- TRIBASA
- APYCSA
- SIEMENS
- EPN

- VOLTRAK
- ADVANCE ENTERPRISE
- FERMEX
- SISTEMAS ELECTRICOS DE POTENCIA

La siguiente gráfica muestra la participación de mercado de la empresa y de sus competidores.

**PARTICIPACION DE LA EMPRESA EN EL MERCADO MEXICANO  
Subestaciones de Alta Tensión**



De la gráfica anterior podemos observar que la participación de la empresa en el mercado es de 13 %, esto en 1999.

Por las características de la industria, incrementar la participación de mercado no es tarea fácil, la empresa tiene planeado mantener el nivel de participación de 13% en los 5 años del proyecto; posteriormente buscará incrementar esta participación.

Ahora, considerando la demanda proyectada, que se presenta en la Tabla 2.10, y los pronósticos de participación de mercado, mostramos la Tabla 2.11 en donde se presenta la oferta proyectada:

**Tabla 2.11 Proyección de oferta de Cuchillas**

<b>Año</b>	<b>Demanda Total de cuchillas No. de cuchillas</b>	<b>Participación de mercado %</b>	<b>Oferta Total de cuchillas No. de cuchillas</b>
1	5229	13	680
2	9911	13	1288
3	15333	13	1993
4	20570	13	2674
5	27409	13	3563

Ahora, se tiene considerado manejar el portafolio de productos de modo tal que las cuchillas tipo pantógrafo representen el 40 % de las ventas y las cuchillas de apertura vertical el 60 %.



La Tabla 2.12 muestra la oferta proyectada por tipo de producto:

**Tabla 2.12 Proyección de la oferta de cuchillas por tipo de producto**

Año	Oferta de cuchillas pantógrafo No. de cuchillas	Oferta de cuchillas ap. Vertical No. de cuchillas
1	272	408
2	515	773
3	920	1380
4	1234	1851
5	1645	2467

Consideraremos a la tabla anterior como el pronóstico de ventas para el periodo del proyecto.

## 2.5 ANÁLISIS DE PRECIOS

Para la determinación del precio de venta del producto, se consideran dos parámetros, que son el material y el costo de la mano de obra.

### 2.5.1 Determinación del precio promedio

De acuerdo a un análisis realizado entre las empresas que participan en el mercado, los precios de materia prima y mano de obra por tipo de cuchilla (pantógrafo y apertura vertical) a la fecha aparecen en las Tablas 2.13 y 2.14.

FALTA PAGINA

No. **68**

Tabla 2.13 Precios promedio de materia prima por unidad

	Empresa A		Empresa B		Empresa C		La Empresa		PROMEDIO	
	<i>Pantógrafo</i>	<i>A: Vertical</i>	<i>Pantógrafo</i>	<i>A: Vertical</i>	<i>Pantógrafo</i>	<i>A: Vertical</i>	<i>Pantógrafo</i>	<i>A: Vertical</i>	<i>Pantógrafo</i>	<i>A: Vertical</i>
<b>Materia Prima</b>	<i>(\$/unidad)</i>	<i>(\$/unidad)</i>	<i>(\$/unidad)</i>	<i>(\$/unidad)</i>	<i>(\$/unidad)</i>	<i>(\$/unidad)</i>	<i>(\$/unidad)</i>	<i>(\$/unidad)</i>	<i>(\$/unidad)</i>	<i>(\$/unidad)</i>
Partes nacionales	18,260.00	4,250.00	15,800.00	3,500.00	14,800.00	3,200.00	16,000.00	3,600.00	16,215.00	3,637.50
Partes de importación	27,000.00	17,564.00	25,600.00	15,100.00	27,000.00	17,560.00	27,500.00	18,677.00	26,775.00	17,225.25
M P nacional	11,450.00	4,000.00	10,456.00	2,500.00	9,250.00	2,987.00	11,779.00	3,610.00	10,733.75	3,274.25
M P de importación	500.00	150.00	420.00	160.00	358.00	130.00	425.00	156.00	425.75	149.00
<b>Total</b>	<b>57,210.00</b>	<b>25,964.00</b>	<b>52,276.00</b>	<b>21,260.00</b>	<b>51,408.00</b>	<b>23,877.00</b>	<b>55,704.00</b>	<b>26,043.00</b>	<b>54,149.50</b>	<b>24,286.00</b>

Tabla 2.14 Precios promedio de mano de obra por unidad

	Empresa A		Empresa B		Empresa C		La empresa		PROMEDIO	
	<i>Pantógrafo</i> (\$/unidad)	<i>A: Vertical</i> (\$/unidad)	<i>Pantógrafo</i> (\$/unidad)	<i>A: Vertical</i> (\$/unidad)	<i>Pantógrafo</i> (\$/unidad)	<i>A: Vertical</i> (\$/unidad)	<i>Pantógrafo</i> (\$/unidad)	<i>A: Vertical</i> (\$/unidad)	<i>Pantógrafo</i> (\$/unidad)	<i>A: Vertical</i> (\$/unidad)
Mano de Obra										
Directa	13,500.00	7,150.00	15,240.00	5,780.00	14,100.00	6,100.00	13,250.00	4,790.00	14,022.50	5,955.0
Tratamiento Térmico	2,500.00	650.00	2,200.00	820.00	2,000.00	680.00	2,153.00	781.00	2,213.25	732.7
<b>Total</b>	<b>16,000.00</b>	<b>7,800.00</b>	<b>17,440.00</b>	<b>6,600.00</b>	<b>16,100.00</b>	<b>6,780.00</b>	<b>15,403.00</b>	<b>5,571.00</b>	<b>16,235.75</b>	<b>6,687.7</b>

De la información anterior se deduce el precio total promedio, mismo que aparece en la Tabla 2.15:

Tabla 2.15 Precio total promedio (\$/cuchilla)

Precio promedio	Pantógrafo (\$/unidad)	A. Vertical (\$/unidad)
Materia Prima	54,149.50	24,286.00
Mano de Obra	16,235.75	6,687.75
Precio total promedio	70,385.25	30,973.75

La siguiente tabla muestra el comportamiento pronosticado de los precios considerando la inflación esperada en los cinco años del proyecto:

Tabla 2.16 Proyección del precio

AÑO	INFLACIÓN %	MATERIA PRIMA		MANO DE OBRA		PRECIO ESTIMADO	
		Pantógrafo (\$/unidad)	A. Vertical (\$/unidad)	Pantógrafo (\$/unidad)	A. Vertical (\$/unidad)	Pantógrafo (\$/unidad)	A. Vertical (\$/unidad)
1	20	64,979	29,143	19,483	8,025	84,462	37,169
2	20	77,975	34,972	23,379	9,630	101,355	44,602
3	20	93,570	41,966	28,055	11,556	121,626	53,523
4	20	112,284	50,359	33,666	13,868	145,951	64,227
5	20	134,741	60,431	40,400	16,641	175,141	77,073

## 2.6 Comercialización

La estructura de comercialización está constituida por el conjunto de relaciones de organización entre el fabricante (La Empresa) y el consumidor industrial, ya que el camino empleado para la comercialización de los productos de este tipo de actividad es someterse a concurso o licitación. En dicha licitación se elabora una cotización del producto (cuchillas desconectadoras) en la que se anexan los siguientes datos:

- Condiciones generales de Venta
- Tiempo de entrega
- Calidad sobre especificaciones
- Precio de mano de obra
- Precio de materia prima

Básicamente la trayectoria de comercialización es la siguiente: el sector (consumidor) industrial convoca a las plantas productoras para que se sometan a concurso en los diferentes proyectos y presenten sus cotizaciones.

Una vez aceptada la cotización, el consumidor envía el pedido formal de fabricación con la información detallada correspondiente. El productor procede a elaborar la estructura de precios y los formatos para el análisis de venta, considerando los

siguientes factores: número de factura, contrato, cliente, aplicación de anticipo, fianza, importe total facturado, IVA, ventas netas, precio del material y precio de mano de obra.

Una vez concluidas las etapas anteriores se establece el convenio formal mediante la firma de compromiso de aceptación del contrato de pedido por ambas partes.

En el proceso anteriormente explicado, el consumidor es en la mayoría de las veces la Comisión Federal de Electricidad. Los proyectos a licitar son de construcción de sub-estaciones y/o líneas de transmisión, dentro de los cuales está contemplada la utilización de cuchillas desconectoras. El medio de transporte utilizado es terrestre.

En algunas ocasiones, en las cuales La Empresa no es la ganadora en determinada licitación, la empresa que obtuvo el contrato sub-contrata a su vez a La Empresa para producir parte de la cantidad de cuchillas convenidas en el contrato. En este caso, el procedimiento de embalaje y distribución es el mismo que en el caso de que el cliente sea la CFE.

Para los proyectos de exportación, además de los procedimientos mencionados anteriormente, deben de considerarse la realización de trámites internacionales de comercio. El medio de transporte, para el caso de exportación al continente europeo, es vía marítima. En caso de ser exportación a sudamérica o norteamérica el medio de transporte es terrestre.

Este tipo de comercialización, en el cual la relación entre el productor (La Empresa) y el cliente (CFE) es directa, representa reducción en costos en los cuales, en otro tipo de industria, tendría que incurrirse, tales como:

- Promoción (sometida a concurso)
- Mercadotecnia (campañas publicitarias, presencia en medios, etc.)

Dado el tipo de mercado (industrial) las estrategias de persuasión del consumidor son totalmente diferentes que en el caso de una industria de productos de consumo.



## CAPÍTULO 3

### ESTUDIO TÉCNICO

#### 3.1 ESTUDIO DE LOCALIZACIÓN

La localización adecuada de un proyecto puede determinar el éxito o fracaso de un negocio, por ello la decisión de dónde ubicar el negocio obedecerá a criterios no sólo económicos, sino también a criterios estratégicos, institucionales e incluso a preferencias personales.

La importancia de la correcta selección del lugar a ubicar el proyecto tiene repercusiones diversas en las variables que lo afectan y el grado de recuperación económica de cada una puede hacer variar los criterios de evaluación.

El análisis de la ubicación puede tener diferentes profundidades dependiendo claro, del grado de certeza que se pretenda, sin embargo existen dos etapas que constituyen este estudio: la macrolocalización y dentro de ésta la microlocalización definitiva.

La selección de la macrolocalización tendrá varios factores a considerar como las políticas impositivas o el clima de la región, mientras que para la microlocalización estos factores cambian y se vuelven más específicos para ubicar al proyecto dentro de algún punto de la macrozona seleccionada.

Existe un gran número de factores a considerar en un estudio de localización, sin embargo, la clasificación más concentrada debe incluir por lo menos los siguientes:

- Medios de transporte
- Disponibilidad y costo de mano de obra
- Cercanía de las fuentes de abastecimiento
- Factores ambientales
- Cercanía del mercado
- Costo y disponibilidad de terrenos
- Topografía
- Estructura impositiva y legal
- Disponibilidad de agua, energía y otros suministros
- Comunicaciones

### 3.1.1 Macro -Localización

Para el estudio de macrolocalización de esta planta se eligieron tres estados: Hidalgo, Durango y México.

#### 3.1.1.1 Estado de Hidalgo

El Estado de Hidalgo tiene una superficie equivalente de 1.6% del total del Territorio Nacional, representado por 20,987 km<sup>2</sup>.

Este Estado está localizado en la parte central del país al Oeste de la Sierra Madre Oriental, al Noreste de la Altiplanicie Meridional y en el Sur de la Planicie costera nororiental. Colinda con los Estados de San Luis Potosí, Veracruz, Puebla, Tlaxcala y México.

Su localización cercana a la capital del país por la carretera federal No. 85, junto con sus recursos naturales tan importantes como agua para uso industrial, tierras accesibles, materias primas agropecuarias, mineras y energéticos en abundancia, ofrecen una excelente alternativa para los inversionistas, situándose en las proximidades de más de 16 millones de consumidores.

### **Clima.**

La extensión del Estado de Hidalgo permite que exista el clima templado en la llanura, templado frío en la montaña, así como el clima tropical en la Huasteca. La temperatura máxima en el verano es de 29 °C mientras que la temperatura mínima en el invierno es de 5.5 °C, y el promedio de lluvias en el año es de acuerdo a la precipitación pluvial media de 550 mm.

### **Hidrología.**

El Estado tiene varios ríos, tres son los más importantes: Tula, Amajac y Metztitlán o Río Grande.

El Río Tula tiene como principales afluencias el Rosas, Cuautitlán, Guadalupe y Salado. Al unirse con el Río San Juan toma el nombre de Moctezuma, que en parte sirve de límite con el Estado de Querétaro, penetrando posteriormente en el Estado de San Luis Potosí para formar el Río Pánuco.

El Río Amajac nace en la Sierra de Pachuca y sirve de límite entre Atotonilco el Grande y Actopan con el nombre de Río de San Juan. Pasa por los distritos de Molango y Jacala, donde recibe las aguas del Jalpa y va a dar al Río Moctezuma fuera de los límites de la entidad.

## ESTA TESTA NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

El Río Metztitlán o Río Grande se origina en los límites del Estado de Puebla con los escurrimientos del Cerro Tlachaloya, que forma el Río Huiscongo y dan origen al Río Chico de Tulancingo; también se forma de los escurrimientos de Cuasasengo y la Paila, ambos forman el Río San Lorenzo, que da origen al Río Grande de Tulancingo.

Cabe mencionar que sólo la mínima parte de estos recursos es aprovechable debido a las características orográficas existentes.

El Estado cuenta con las siguientes presas de importancia: Endhò, Requeña, Omiltémetl, Vicente Aguirre, Tejocotal, Madero, Esperanza y San Salvador.

### **Regiones Naturales.**

El Estado de Hidalgo cuenta con las siguientes regiones naturales claramente definidas:

Hacia el noreste se localiza la Huasteca, al centro las montañas de la Sierra Madre Oriental y al Sur la zona de planicies y valles. En esta última se encuentra la mayor superficie irrigada y la casi totalidad de sus instalaciones industriales. Por consiguiente es una tierra de fuertes contrastes, es bosque y erosión en la sierra, semiaridez en una parte del Valle del Mezquital.

### Comunicaciones.

El Estado de Hidalgo cuenta con una red de carreteras de 5,745 Km que lo comunican con el resto del país. Entre las más importantes están:

- Carretera Federal México - Tampico
- Carretera Federal México - Cd. Victoria
- Carretera Federal México - Poza Rica
- Carretera Federal México - Querétaro
- Carretera Pachuca - Cd. Sahagún
- Carretera Pachuca - Apan
- Carretera Pachuca - Tulancingo
- Carretera Pachuca - Tula

Por otro lado Hidalgo cuenta con 741 Km de red ferroviaria y las más importantes son:

- ♦ México - Tula - Querétaro
- ♦ México - Nopala - Querétaro
- ♦ México - Pachuca
- ♦ México - Tezontepec - Pachuca
- ♦ México - Zempoala - Cuautepec
- ♦ México - Santiago Tulantepec - Tulancingo

- ◆ México – Irolo - Apan
- ◆ México – Tezontepec – Tlanalapa – Irolo - E. Zapata
- ◆ México – Zempoala – Santiago – Tlalancingo - Apulco

### 3.1.1.2 Estado de Durango

Durango se localiza al noroeste de la parte central de la República Mexicana, contando con una superficie de 123,181 km<sup>2</sup>, que equivalen al 6.2% del país que lo convierte en el cuarto estado del territorio nacional en lo que se refiere a su extensión. Colinda al norte con el Estado de Chihuahua, al sur con Nayarit y Jalisco, al este con los estados de Coahuila y Zacatecas y por último al oeste con Sinaloa.

Las regiones noroeste y suroeste del estado son atravesadas por la Sierra Madre Occidental donde se localizan las regiones de La Quebrada y la superficie forestal más extensa y productiva de madera de pino y encino del país. En Durango encontramos áreas bajas localizadas a 300 m. sobre el nivel del mar y zonas montañosas que rebasan los 2500 m. sobre el nivel del mar lo que le da una enorme variedad de paisajes al Estado, desde la alta montaña hasta el oasis tropical.

#### Clima.

El clima del Estado es templado, su temperatura promedio es de 18.5 °C y tiene una precipitación pluvial de entre 400 y 600 milímetros anuales, considerando de 100 a

150 días de lluvia durante el año, los vientos dominantes son de sur a oeste con una velocidad media de 4,6 m/s.

### **Hidrología.**

Está representada por las corrientes principales de los Ríos: Nazas, Aguanaval, Santiago, Sixtín, Baluarte, Mezquital, Acaponeta, Tepehuanes, Ojo Caliente, Tamazula, Florida y de la vertiente del Pacífico. Sobre las corrientes principales se ubican las presas Francisco Zarco, Lázaro Cárdenas, Peña del Aguila, San Bartolo, Villa Hermosa, Francisco González de la Vega; todas ellas para riego y uso piscícola.

### **Comunicaciones.**

El Estado de Durango está cruzado por dos carreteras nacionales, el Eje Panamericano México - Cd. Juárez y el eje transoceánico Matamoros - Mazatlán, la cuál cuenta con un tramo de autopista de cuatro carriles Durango - Gómez Palacio. La longitud carretera del estado es de 10,145 Km que corresponde a: 2,028 Km de la red federal, 951 Km de la red estatal y 7,166 Km de caminos rurales revestidos.

Existe un aeropuerto en la Ciudad de Durango, y en él prestan sus servicios las siguientes líneas: México Aerolitoral, Aerocalifornia, Aerovías Noroeste y Taesa.



El estado cuenta con una red ferroviaria de 1013 Km y 26 estaciones de carga y descarga, proporcionando servicio a los parques industriales de Durango y Gómez Palacio, y con posibilidad de construir espuela de ferrocarril de la red principal.

#### **Población.**

Población total del Estado:	1'349,378 hab.
Población en Durango:	413,835 hab.
Población de Gómez Palacio:	232,742 hab.
Población en Lerdo:	94,324 hab.

#### **Distribución de la población en el estado:**

Urbana 50%	Rural 50%
Mujeres 50.7%	Hombres 49.3%

### 3.1.1.3 Estado de México

El Estado de México tiene una superficie de 21,355 km<sup>2</sup>, lo que representa el 1.4 por ciento del territorio nacional. Limita con los estados: Hidalgo, Tlaxcala, Puebla, Distrito Federal, Morelos, Guerrero, Michoacán y Querétaro.

#### **Orografía.**

Los principales accidentes orográficos de este estado son la sierra Nevada, cuyas cimas más importantes son el Popocatepetl y el Iztaccihuatl, y al sur de la capital, Toluca, el Xinantécatl o Nevado de Toluca.

#### **Hidrología.**

Las cuencas de los Ríos Pánuco (al noreste), Lerma (al oeste) y Balsas al suroeste captan el caudal de la mayor parte de las corrientes del Estado. Al noreste del D.F. se encuentra el Lago de Texcoco y al norte de Toluca cerca de los límites con Querétaro la Laguna de Huapango.

### **3.1.2 Micro – Localización**

#### **3.1.2.1 Método cualitativo por puntos.**

Este método consiste en definir los principales factores determinantes de una localización y comparar las diferentes alternativas que se tienen, calificando cada uno de los factores seleccionados mediante alguna escala, por ejemplo de 0 a 5.

Dado que los estados de Hidalgo y de México presentan características apropiadas para la instalación de la planta, para definir la microzona se tomaron las alternativas siguientes: Texcoco, Cuautitlán, Tizayuca y Lerma. El cuadro comparativo de estas zonas se muestra a continuación:

CUADRO COMPARATIVO DE LOCALIZACIÓN

FACTORES A CONSIDERAR	PONDERACION	TEXCOGO	CALIFICACION	QUAUTITLAN	CALIFICACION	TIZAYUCA	CALIFICACION	LERMA	CALIFICACION
<b>CLIMA EMPRESARIAL</b>									
Capacidad de dirección local	3.00%	5	0.15	5	0.15	5	0.15	5	0.15
Cercanía al cliente	2.00%	5	0.1	2	0.04	5	0.1	2	0.04
Rechazo de la población a nueva industria	2.00%	5	0.1	4	0.08	5	0.1	5	0.1
		0	0	0	0	0	0	0	0
<b>CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO</b>									
Superficie	3.00%	4	0.12	2	0.06	4	0.12	4	0.12
Emissiones	3.00%	2	0.06	3	0.09	4	0.12	5	0.15
Topografía	3.00%	3	0.09	3	0.09	4	0.12	4	0.12
Situación limítrofe	3.00%	4	0.12	4	0.12	5	0.15	4	0.12
Características sísmicas	4.00%	5	0.2	5	0.2	5	0.2	5	0.2
Resistencia del suelo	3.00%	4	0.12	4	0.12	4	0.12	4	0.12
Disponibilidad de agua	4.00%	4	0.16	5	0.2	5	0.2	4	0.16
		0	0	0	0	0	0	0	0
<b>RIESGOS / PERMISOS</b>									
Requisitos ecológicos	6.00%	4	0.24	4	0.24	5	0.3	3	0.18
Permisos de construcción	4.00%	4	0.16	4	0.16	5	0.2	3	0.12
Permisos para el uso del suelo	3.00%	4	0.12	3	0.09	5	0.15	3	0.09
		0	0	0	0	0	0	0	0
<b>FACILIDADES DE TRANSPORTE PÚBLICO</b>	9.00%	3	0.27	4	0.36	4	0.36	3	0.27
		0	0	0	0	0	0	0	0
<b>SERVICIOS</b>									
Suministro eléctrico	8.00%	3	0.24	1	0.08	5	0.4	5	0.4
Gas	8.00%	3	0.24	3	0.24	5	0.4	3	0.24
Agua	8.00%	4	0.32	5	0.4	5	0.4	5	0.4
Drenaje	8.00%	3	0.24	2	0.16	5	0.4	4	0.32
		0	0	0	0	0	0	0	0
<b>COMUNICACIÓN</b>	8.00%	4	0.32	3	0.24	4	0.32	4	0.32
		0	0	0	0	0	0	0	0
<b>OFERTA DE PERSONAL CALIFICADO</b>	4.00%	3	0.12	3	0.12	4	0.16	3	0.12
		0	0	0	0	0	0	0	0
<b>ESTANDAR DE VIDA (escuelas, IMSS, criminalidad)</b>	4.00%	3	0.12	2	0.08	3	0.12	2	0.08
<b>TOTAL</b>	<b>100.00%</b>		<b>3.61</b>		<b>3.32</b>		<b>3.90</b>		<b>3.22</b>

Del análisis que aparece en la tabla anterior se observa que el Municipio con la más alta calificación es el de Tizayuca, habiendo obtenido un total de 4.39 puntos. Así pues, es el Municipio de Tizayuca el elegido.

### **3.2 MUNICIPIO DE TIZAYUCA**

Tras el estudio comparativo anterior, se eligió el municipio de Tizayuca en el Estado de Hidalgo para la instalación de la planta.

Dentro del plan de desarrollo vigente se tiene zonificada el área del centro de la población de Tizayuca, con los usos de suelo siguientes:

1. Habitacional.
2. Institucional.
3. Industrial.
4. Agroindustrial.
5. Comercial.
6. Servicios.
7. Agrícola.
8. Espacios verdes y abiertos.
9. Granjas.
10. Baldíos.

La zona destinada para uso industrial se encuentra ubicada hacia el lado sur de la población, a un costado de la carretera federal México - Pachuca, cuenta con un área aproximada de 150 hectáreas, colinda hacia el norte con zonas agrícolas, agroindustrial, hacia el sur con la carretera federal México - Pachuca, hacia el este con zonas agrícolas y hacia el oeste con la citada carretera.

En las inmediaciones de la zona industrial, en dirección suroeste se piensa destinar el área para uso habitacional, ambas zonas sólo estarán separadas por la carretera.

En términos generales el tipo de industria asentada en la zona industrial de Tizayuca es de tipo ligero y semipesado. Se cuenta con avenidas para la comunicación de la zona con la carretera federal.

### **3.2.1 Descripción del Predio**

El predio que se pretende ocupar es plano, de suelo suave, arcilloso y con vocación agrícola, actualmente se encuentra libre de construcción pudiendo apreciarse a simple vista que no ha sido previamente utilizado para uso industrial, no se observan rasgos que pudieran evidenciar la presencia de zonas de almacenamiento de materiales o residuos.

Las colindancias son las siguientes: al norte con 2 lotes actualmente baldíos, uno de los cuales ha servido para almacenamiento de escorias y arenas de fundición, presentando una ocupación de aproximadamente el 80% de su superficie con estos materiales. En el costado oeste del mismo, se encuentra una planta de fundición, aunque sin colindar directamente con el predio de interés.

Al sur el predio colinda con la carretera federal México - Pachuca, existiendo una separación entre ambos de aproximadamente 15 m., que corresponden al derecho de vía, frente al predio y cruzando la carretera se contempla la ubicación de una zona habitacional que forma parte del plan de desarrollo de la población.

Hacia el este colinda con un terreno agrícola que actualmente se cultiva; el siguiente predio en esta dirección se ocupa por una industria metalmecánica que fabrica equipo para tratamiento de agua.

Hacia el noreste, colinda con 4 predios, el primero de ellos en dirección norte - sur es ocupado por una empresa que procesa piedra caliza y mármol, empleando en alguna etapa de su proceso ácidos como materia prima, sin embargo no se observaron instalaciones importantes de almacenamiento, por lo que se asume que no los maneja en volúmenes elevados. Esta empresa tiene una zona para la disposición de desechos muy cerca de la colindancia con el predio de interés, cuya naturaleza es aparentemente mineral.

El segundo predio colindante corresponde a una empresa que se dedica a la producción de puratos, no se detectó almacenamiento de materiales peligrosos tales como ácidos o solventes, tampoco se detectó la existencia de almacenamiento de residuos en las inmediaciones del predio.

El tercer predio colindante está ocupado por una empresa que manufactura fertilizantes, no se detectó la existencia de almacenamiento de materiales peligrosos.

El cuarto predio colindante está ocupado por una empresa metalmecánica que manufactura estructuras para la instalación de naves industriales, siendo su actividad predominante soldadura y pintura.

Haciendo un resumen de las características anteriores del terreno, podemos comentar lo siguiente:

El predio no presenta a simple vista indicios de contaminación de suelos, no existen indicios de uso industrial previo, dado que las empresas colindantes no desarrollan actividades que pudieran ser altamente riesgosas, no se prevé la existencia de peligro ambiental. No existe actividad volcánica en la zona, el riesgo de sismo es similar al existente en la zona metropolitana de la Ciudad de México. Difícilmente puede ocurrir una inundación dado que la precipitación pluvial en la zona es moderada. El uso de suelo para industria es compatible con los alrededores, que se destinan al uso industrial y se



encuentran comprendidos dentro de la zona destinada para tal fin dentro del plan de desarrollo del municipio para esta zona.

En conclusión, el terreno seleccionado para la instalación de la planta es apto para tal fin, presentando características favorables tales como cercanía a vías de comunicación que en este caso es la carretera federal México - Pachuca, lo cual ofrece una ventaja en cuanto al transporte de la materia prima y producto terminado. Además, se cuenta con la cercanía del proveedor más importante para la fabricación de la cuchilla, una empresa de fundición de aluminio.

### **3.3 CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA**

#### **3.3.1 Nave Industrial.**

La nave industrial se va a construir sobre terreno que tiene una capacidad mínima de carga de  $1 \text{ kg/cm}^2$ , y sus dimensiones serán de  $45 \times 70 \text{ m}$ . y una altura de  $11.5 \text{ m}$ .

Se prevé la operación de 2 grúas viajeras con capacidad de carga de 10 toneladas cada una. La altura mínima del gancho de la grúa debe ser  $9.5 \text{ m}$ .

El sistema de techumbre deberá ser hermético a polvo y agua principalmente y tiene que proporcionar el suficiente aislamiento térmico para que el interior sea adecuado al trabajador a una temperatura aproximada de  $21 \text{ }^\circ\text{C}$ . Así mismo deberá tener una pendiente adecuada para el desagüe de las lluvias.

A continuación se presenta la Tabla 3.1 con la información de la maquinaria y el equipo que se adquirirá.

Tabla 3.1 Relación de la maquinaria y equipo a adquirir

DESCRIPCIÓN	COSTO US\$
Herramientas de ensamble y pruebas para cuchilla	33,333
Paquete de software de manufactura CAD (4 piezas)	11,333
Montacargas y equipo de transporte interno	13,521
Camión Ford 3.5 ton.	19,048
Pick-up Ford 2.5 ton.	9,287
VW Jetta 1996	13,175
Equipo de pintura	36,329
Herramientas varias	3,480
Copiadora Sharp	13,405
Equipo de medición y prueba para mantenimiento y servicio	19,000
Equipo de empaque	2,000
<b>TOTAL</b>	<b>173,911</b>

Se ha tomado la decisión de ya no manufacturar ninguna de las piezas que se requieren en el ensamble del producto, por lo que sólo la maquinaria que se conservará y se ubicará en un área denominada de procesos especiales es la siguiente:

CANTIDAD	DESCRIPCION
1	Torno
1	Prensa hidráulica
2	Troqueladora
1	Dobladora de barras de cobre
3	Sierra de cinta
1	Planta soldadora
1	Equipo de oxicorte
1	Equipo de metalizado

### 3.3.2 Oficinas y áreas auxiliares.

Serán con dimensiones de 13 m X 45 m junto a la nave de producción, con una altura mínima de 3m.

Se contará con:

Sala de juntas, recepción, baños, comedor y cocina.

La estructura será con marcos de fierro estructural sobre los que se apoyará el sistema de techumbre y falso plafón.

Los muros serán de lámina protegida contra intemperismo y provista de material aislante térmico y acústico, y el falso plafón será del mismo material.

La instalación hidráulica y sanitaria será de cobre y colocación oculta exclusiva para los servicios de sanitarios y de limpieza.

**Tabla 3.2 Relación de mobiliario de oficina a adquirir**

DESCRIPCIÓN	COSTO US\$
Muebles de oficina	33,471
Sillas	10,898
Conmutador telefónico y fax	20,000
Copiadora Sharp	10,000
Equipo de fax	1,454
Reloj checador	3,910
<b>TOTAL</b>	<b>79,733</b>

### **3.4 INGENIERÍA DE PROYECTO**

#### **3.4.1 Proceso de fabricación**

##### **Fabricación del polo de la cuchilla tipo pantógrafo**

A continuación se establecerán las etapas constructivas del polo de la cuchilla tipo pantógrafo.

### **Planeación de la producción.**

\* Previo al inicio del ensamble del polo de la cuchilla tipo pantógrafo, se debe elaborar un plan de calidad en el que se muestren las etapas de fabricación de cuchillas, así como de los puntos de inspección y verificación en cada etapa.

La información requerida para la fabricación de cuchillas es la siguiente:

- Planos y dibujos de la cuchilla y sus partes.
- Lista de materiales y componentes.
- Especificaciones y normas aplicables.
- Plan de calidad.
- Instrucciones de proceso.
- Instrucciones de inspección.

### **Procesos Externos.**

\* Adquisición y verificación de las piezas de fundición de aluminio, maquila de maquinado y plateado electrolítico.

## **Procedimiento de ensamble.**

### **1. Brazo de Cuchilla.**

- 1.1 Ensamble tubo de contacto según planos.
- 1.2 Ensamble de rótula media (perno, lámina de cepal y contacto fijo chico).
- 1.3 Rótula lateral maquinada.
- 1.4 Ensamble de contacto anular de la rótula lateral según planos.
- 1.5 Metalizado en la caja del anillo anular
- 1.6 Ensamble del tubo de contacto-brazo y brazo-tubo medio.
- 1.7 Ensamble tubo medio-rótula lateral.

### **2. Caja de Tijera.**

- 2.1 Ensamble de la caja de engranes de la cuchilla.
- 2.2 Ensamble Flecha-Hebel.
- 2.3 Ensamble de tensor.
- 2.4 Ensamble del almacenador.
- 2.5 Ensamble del conector.

### 3. Ensamble de Brazos a Caja de Tijera.

3.1 Los brazos de tijera se ensamblan a los colectores de la caja de tijeras, éstos se sujetan firmemente al conector.

### 4. Calibración de Fuerza de Contactos para Cuchilla Pantógrafo.

4.1 Mediante calibración del tensor y con el movimiento giratorio de la brida de la caja de tijeras, deberá calibrarse la fuerza de contacto entre los tubos de contacto y el contracontacto.

### 5. Pruebas de Rutina.

\* Se realizan las siguientes pruebas de rutina:

- Operación Mecánica.
- Resistencia del Circuito Principal.

### 6. Embalaje.

### 7. Almacén.



## **Fabricación del accionamiento motriz para cuchilla tipo pantógrafo**

### **Planeación de la Producción.**

\* Previo al inicio del ensamble del accionamiento motriz para la cuchilla tipo pantógrafo, se debe de elaborar un plan de calidad en el que se muestren las etapas de fabricación del accionamiento motriz, así como los puntos de inspección y verificación en cada etapa.

### **Procesos Externos.**

\* Adquisición y verificación de las piezas de fundición de aluminio, maquila de maquinado y plateado electrolítico.

### **Ensamble del accionamiento.**

- \* Habilitado de la tapa del accionamiento.
- \* Ensamble del motorreductor.
  - Armado del motorreductor
- \* Ensamble del soporte del interruptor auxiliar.
  - Armado del soporte del interruptor auxiliar.
- \* Ensamble del arnés con dispositivos.
  - Armado del arnés con dispositivos.
  - Armado del interruptor auxiliar.

- Riel con tabillas.
- \* Ensamble del interruptor auxiliar a soporte.
- \* Ensamble del seguidor.
- \* Ensamble del casquillo de señalización.
  - Armado del casquillo de señalización.
- \* Ensamble de placa del termostato.
  - Armado de placa de termostato.
- \* Ensamble de microswitch.
- \* Conexión termostato y microswitch.
- \* Calibración.
- \* Ensamble de carcasa.
  - Armado de carcasa.
- \* Pruebas
  - Operación mecánica
  - Potencial aplicado 200 V durante un minuto.
  
- \* Embalaje.
  
- \* Almacén.

Simbolos empleados en los cuosogramas.

Con el fin de representar gráficamente la sucesión de actividades de un proceso, se emplean los siguientes símbolos:

**Operación.**

La operación hace avanzar al material, elemento o servicio un paso más hacia el final, ya sea modificando su forma, su composición o añadiendo o quitando partes.

**Inspección.**

En la inspección se verifica que una operación se ejecutó correctamente en lo referente a calidad y cantidad.

**Transporte.**

Se dice que existe transporte cuando un objeto se traslada de un lugar a otro, salvo que el traslado forme parte de una operación o sea efectuado por un operario en su lugar de trabajo.

**Demora.**

Espera indica demora en el desarrollo de los hechos, por ejemplo, trabajo en suspenso entre dos operaciones sucesivas o abandono momentáneo.

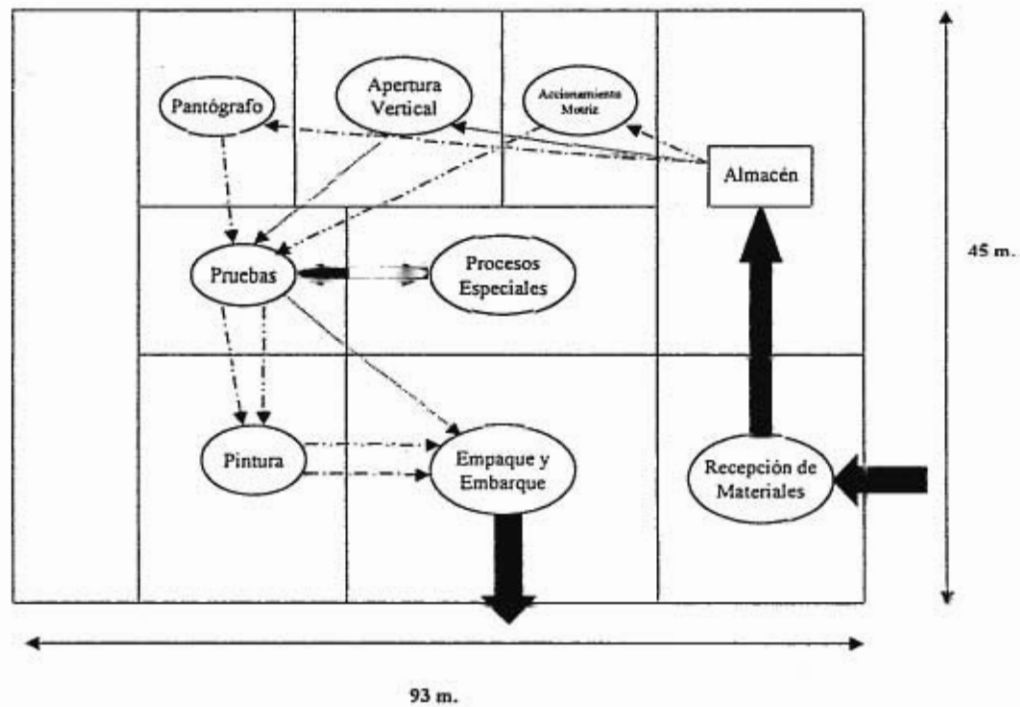
**Almacenamiento.**

Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén donde se recibe o entrega mediante alguna forma de autorización.

**Actividades combinadas.**

Cuando varias actividades son ejecutadas al mismo tiempo o por el mismo operario en el mismo lugar de trabajo, se combinan los símbolos de tales actividades.

A continuación el diagrama con el recorrido de los materiales dentro de la planta.



**Recorrido de los Materiales**

### **3.4.2 Pruebas Prototipo**

Las pruebas de prototipo deben cumplir con lo indicado en la Norma CEI-129. Adicionalmente en las pruebas mecánicas para las cuchillas de 123 kv, debe considerarse la altura de montaje, el accionamiento manual y/o eléctrico con movimiento del mecanismo rotante.

#### **Pruebas de rutina**

Todas las pruebas que se enumeran a continuación son de rutina y deben estar dentro del alcance de suministro e incluidas en el precio del equipo.

Estas pruebas se hacen al 100% de los aparatos, aunque cabe la posibilidad según lo establecido en la norma, que se realice un muestreo estadístico definido, previo acuerdo entre Comisión Federal de Electricidad y el proveedor, así como efectuarse según lo establecido en la Norma CEI-129 Sección 7.

Estas pruebas se deben realizar a las cuchillas y mecanismos de puesta a tierra, cuando se soliciten en las características particulares.

- Tensión de aguante a 60 Hz en seco al circuito principal.

Los valores de tensión de prueba de la cuchilla a tierra y entre polos y entre terminales con la cuchilla abierta, se indican en la tabla I de la especificación y debe efectuarse esta prueba de acuerdo con la Norma CEI-129, Sección 6.

- Potencial aplicado a circuitos auxiliares de fuerza y control.

Todos los circuitos auxiliares de fuerza y control deben someterse a una tensión de prueba de 2000 V, 60 Hz, durante un minuto.

- Medición de la resistencia del circuito principal

La medición de la resistencia debe efectuarse en cada polo del circuito principal de la cuchilla. Esta prueba debe estar de acuerdo y no exceder los valores establecidos en la Norma CEI-129, Sección 7.

- Pruebas de operación mecánica.

Estas pruebas deben incluir lo siguiente:

- a) A tensión nominal de los circuitos auxiliares de control y fuerza:

-50 ciclos de apertura y cierre.

- b) A tensión máxima (110%) de los circuitos auxiliares de control y fuerza:

-10 ciclos de apertura y cierre.

- c) A tensión mínima (85%) de los circuitos auxiliares de control y fuerza:

-10 ciclos de apertura y cierre.

Durante estas pruebas de operación mecánica, no se permiten ajustes y no deben presentarse fallas en la operación. También durante cada ciclo de operación, la cuchilla debe alcanzar la posición fija de cerrada y abierta.

Después de estas pruebas, ninguna parte de las cuchillas desconectadoras debe haber sufrido daños o deformaciones permanentes.

- Pruebas de recubrimiento anticorrosivo.

Los recubrimientos anticorrosivos deben cumplir con lo establecido en la especificación CFE D8500-01, CFE D8500-02 y CFE L0000-15, así como con la Norma NOM-J-151.

- Criterio de aceptación o rechazo de las pruebas.

Las pruebas que implican el rechazo de la cuchilla por no cumplir con lo establecido en esta especificación, son las siguientes:

- a) Potencial aplicado al circuito principal.
- b) Potencial aplicado a circuitos auxiliares de fuerza y control.
- c) Medición de la resistencia del circuito principal.
- d) Pruebas de operación mecánica.



Finalmente, el control de calidad para el producto terminado consiste en la verificación de lo siguiente:

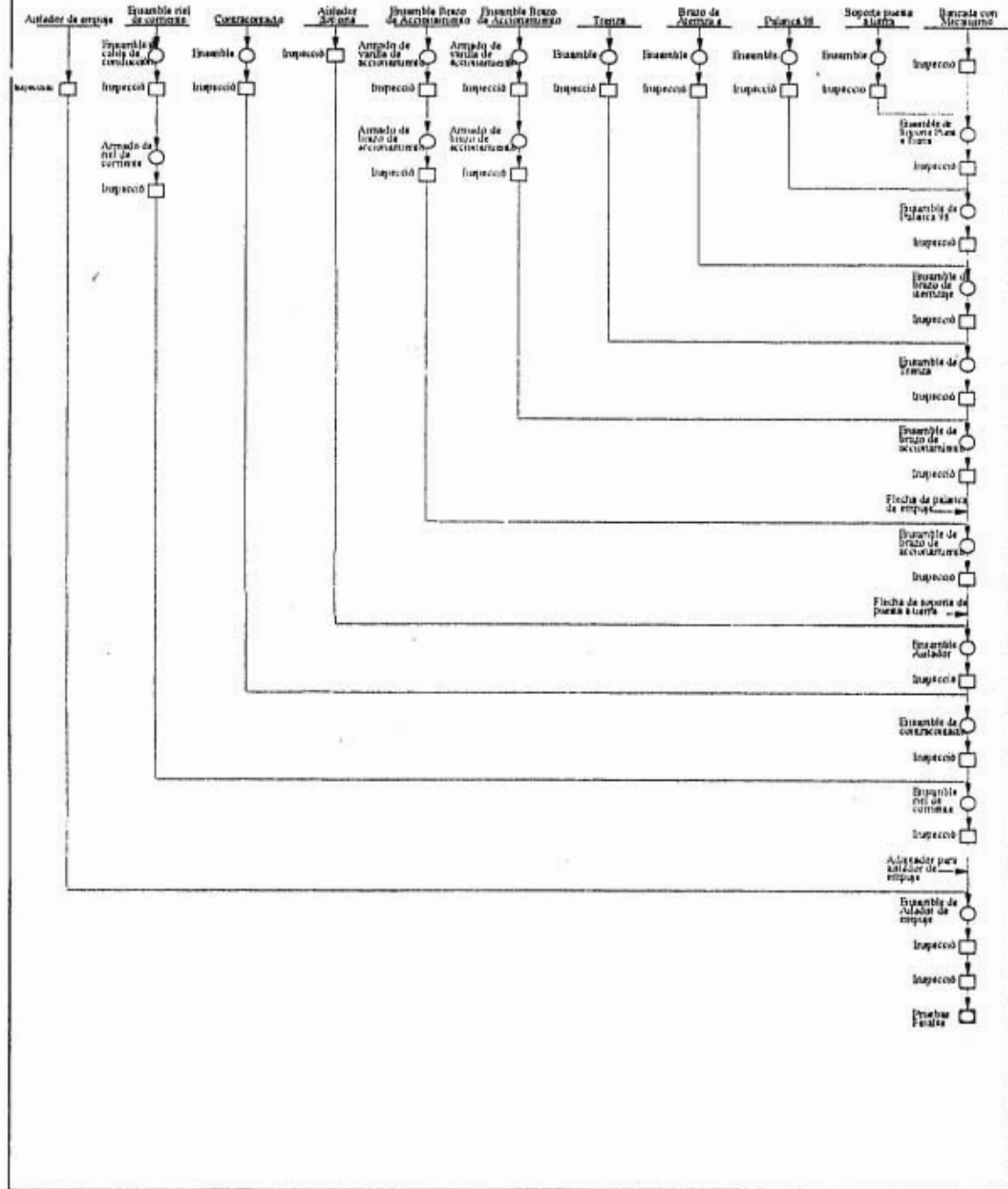
- ◆ Inspección visual
- ◆ Limpieza
- ◆ Componentes completos
- ◆ Componentes correctamente sujetos
- ◆ Tapa de la caja del desconector
- ◆ Prueba de recubrimientos
- ◆ Pintura
- ◆ Espesor
- ◆ Adherencia
- ◆ El movimiento en la dirección axial debe ser de 0.2 a 0.3 mm.
- ◆ Ajuste media tijera
- ◆ Apretar tornillos de contactos fijos chicos a rótula a 10 N
- ◆ Apretar tornillos de tubos medios a brazo y rótula media a 25 N
- ◆ Apretar tornillos de tubo de contacto y brazo a 25 N
- ◆ Ensamblar media tijera con conectores de caja y apretar tornillos a 25 N
- ◆ Verificar juego axial de la segunda mitad de la tijera debe ser de 0.1 a 0.3 mm
- ◆ En la posición de cierre comprobar posición final vertical y paralela
- ◆ En la posición de apertura verificar que la posición de ambos brazos debe ser 3 grados sobre la horizontal hacia arriba
- ◆ En posición de cierre verificar presión de contactos (1450 N)

- ◆ Verificar marcado del punto medio de la caja
- ◆ Pruebas eléctricas
- ◆ Medición de caída de tensión <40.8 milivolts
- ◆ Resistencia del circuito principal <102 ohms
- ◆ Operación mecánica
- ◆ 50 operaciones cierre-apertura
- ◆ Empaque
- ◆ Embarque

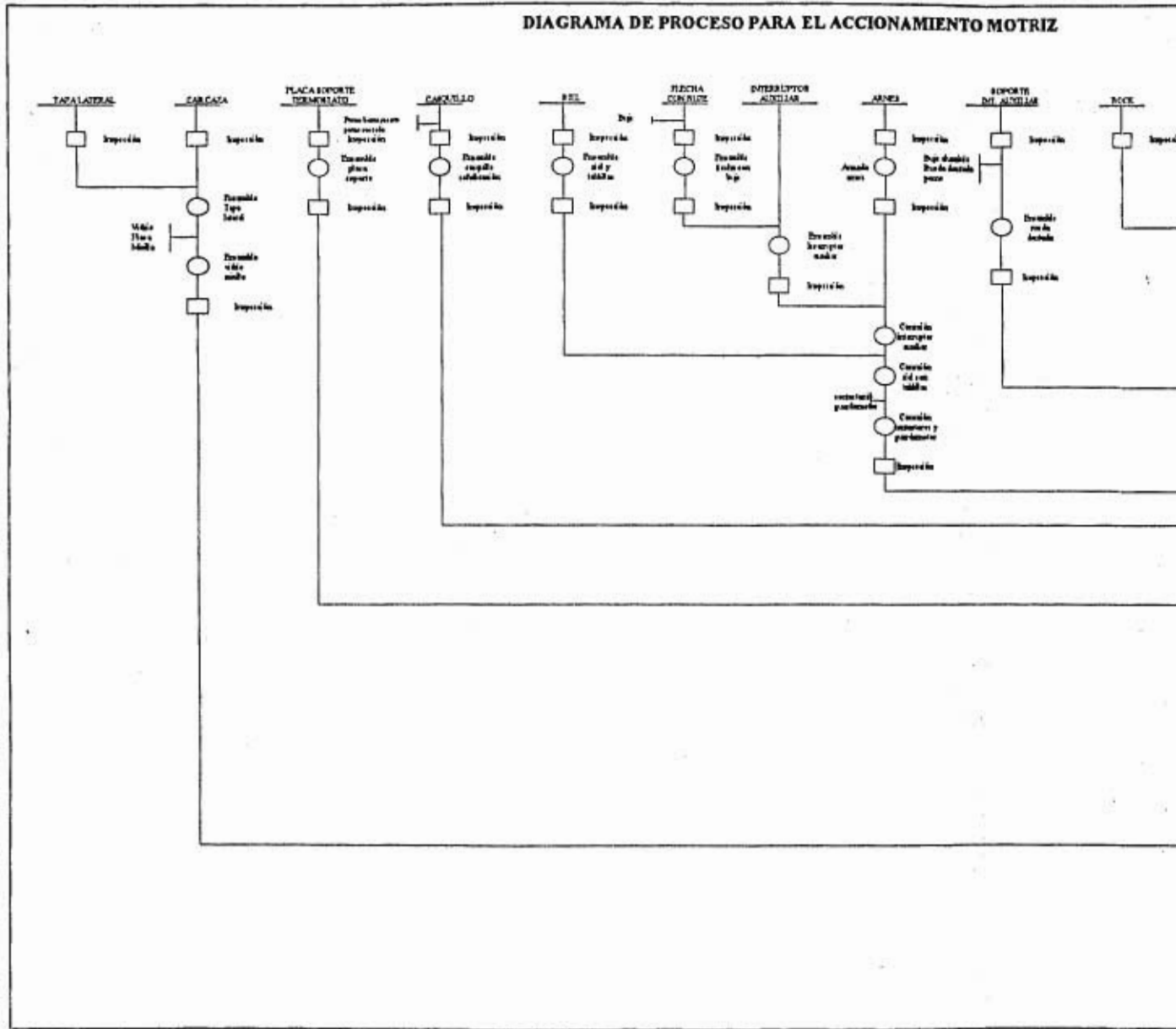




DIAGRAMA DE FLUJO DEL PUNO DE LA CUBIERTA APERTURA VERTICAL



### DIAGRAMA DE PROCESO PARA EL ACCIONAMIENTO MOTRIZ





### 3.4.3 Lay-Out de la Planta

El diseño del *lay-out* de una planta industrial consiste en la planeación de la ubicación de máquinas, estaciones de trabajo, áreas de servicio al cliente, área de almacenamiento de materiales y producto terminado, pasillos, recorrido de los materiales a lo largo del proceso de producción, etc., dentro de las instalaciones de la planta.

El *lay-out* proporciona información sobre el arreglo físico de los procesos, así como del espacio necesario para llevar a cabo las actividades productivas. El diseño del *lay-out* está íntimamente relacionado con el diseño del proceso, mismo que deberá estar enfocado a cumplir con los siguientes objetivos: minimizar los costos de producción, lograr entregas rápidas y a tiempo de producto terminado, lograr productos de alta calidad así como proporcionar flexibilidad a la producción.

Por su parte, el diseño de un *lay-out* deberá cumplir con lo siguiente:

- Proveer suficiente capacidad de producción.
- Reducir el costo de acarreo de materiales
- Proveer el espacio necesario para cada máquina
- Optimizar el trabajo de personas, máquinas y equipo
- Dar flexibilidad al proceso
- Asegurar las condiciones de seguridad necesarias para el trabajador
- Facilitar la supervisión del trabajo



- Facilitar el mantenimiento de máquinas e instalaciones

En un proceso de manufactura son muchos y muy variados los tipos de materiales que se manejan: materias primas, componentes adquiridos externamente, materia prima en proceso, productos terminados, producto empacado, materiales de desperdicio, etc. El diseño del *lay-out* de la planta de manufactura debe tomar en consideración el tipo de material que se va a manejar, por ejemplo, en el caso de este proyecto, las características de la estructura metálica de la nave deben considerar el uso de grúas viajeras que se necesitan para el manejo de materiales pesados, así como el piso de la nave debe tener la capacidad de soportar el desgaste que representa el diario manejo de materiales con estas características.

Se define como un sistema de acarreo de materiales, como toda la red de transporte que recibe el material, lo almacena, lo mueve a través de los puntos de proceso y finalmente deposita el producto terminado ya empacado en el vehículo que se emplea para hacer llegar el producto al consumidor final.

Existen varios principios básicos a considerar al diseñar un sistema de acarreo de materiales, los cuales se enumeran a continuación:

1. Los materiales deben moverse a través de las instalaciones de la fábrica en trayectorias directas, minimizándose el zigzag o los retrocesos.

2. Los procesos de producción que estén relacionados, deberán ser organizados de tal forma que permita el flujo directo de los materiales.

3. Los elementos mecánicos para el transporte de materiales deben ser colocados, y las áreas de almacenamiento de materiales localizadas de tal forma que el esfuerzo humano necesario para alcanzar y levantar materiales así como transitar por las instalaciones de la planta se minimice.

4. Los materiales voluminosos o pesados deben recorrer la menor distancia posible, por lo que se debe localizar los procesos que los utilizan cerca del área de recepción y embarque.

5. El número de veces que un mismo material es movido se debe minimizar.

6. Los equipos de acarreo de materiales deben siempre transportar cargas completas, las cargas parciales o vacías deben ser evitadas.

Existen 4 clasificaciones básicas de *lay-out* para una planta de manufactura, éstos son:

### **Lay-out por Proceso**

Se emplean cuando la producción se hace en lotes pequeños de varios productos diferentes. Generalmente se emplean máquinas que tienen diversas aplicaciones y que pueden ser ajustadas rápidamente para realizar nuevas operaciones para diferentes productos. Comúnmente se pueden encontrar grupos de máquinas localizadas en áreas donde se realizan actividades similares, como por ejemplo puede existir el departamento de maquinado, de ensamble, de pintado, hornado, etc.

Los trabajadores tienen la capacidad de cambiar rápidamente y adaptarse a tareas diferentes dado el gran número de actividades que se deben realizar a cada lote de producción.

Los productos pasan un tiempo relativamente largo en el proceso lo que ocasiona grandes cantidades de inventarios en proceso.

### **Lay-out por Producto**

Se diseña para localizar unos cuantos diseños de producto diferentes. Permiten un flujo de material directo a lo largo de las instalaciones.

Tipicamente se utilizan máquinas especializadas que se alistan una vez para realizar una operación específica al producto durante un período prolongado de tiempo. Un cambio de producto en este tipo de *lay-out* representa costos elevados y tiempos prolongados de paro en el proceso.

El arreglo de las máquinas generalmente es por producto, y en cada uno de los departamentos se realizan numerosas operaciones diferentes.

Los trabajadores en este tipo de *lay-out* tienen un rango limitado de operaciones diferentes por realizar, por lo que la inversión en entrenamiento y educación es reducida. Sin embargo, la planeación de las actividades es compleja y tienden a cambiar cada vez que ocurre un cambio en el producto.

#### **Lay-out por Células de Manufactura**

En este tipo de arreglos, las máquinas están agrupadas en células, las cuales actúan como islas de producción organizadas bajo un esquema de *lay-out* por producto. Cada célula de manufactura está diseñada para producir una "familia de partes" (algunas partes con características similares, lo que representa tiempos y procedimientos de alistamiento parecidos).

El arreglo de un *lay-out* por medio de células de manufactura presenta los siguientes beneficios:

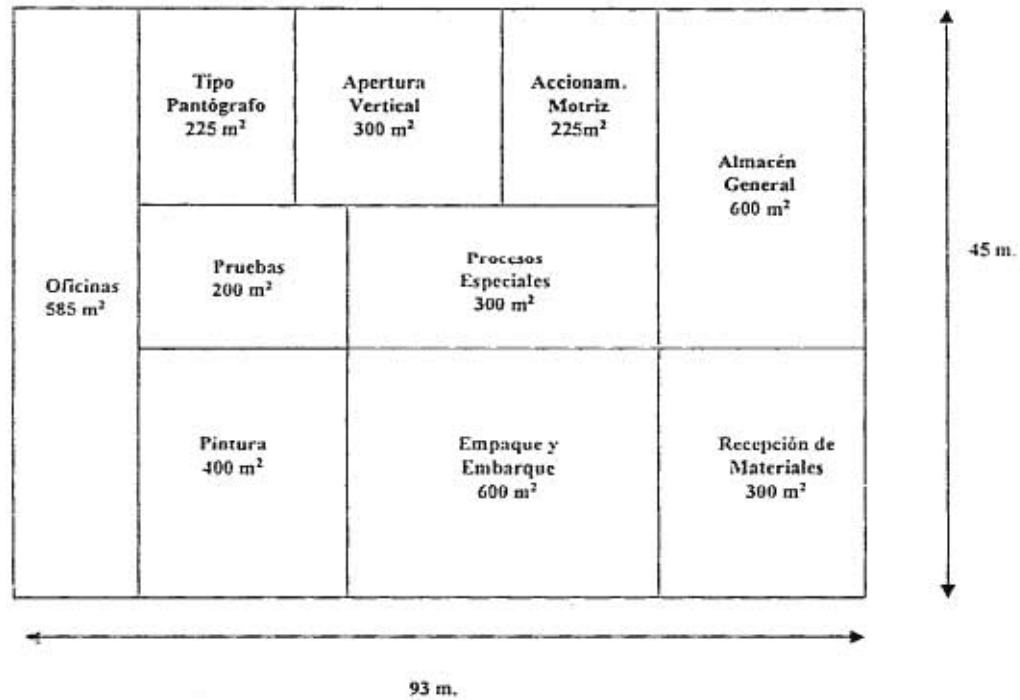
- Se simplifican los cambios en las máquinas.
- El período de entrenamiento de los operarios se acorta.
- Se reducen los costos de manejo de materiales.
- Las partes pueden hacerse y embarcarse más rápidamente.
- Menor inventario en proceso.
- Es más fácil automatizar la producción.

#### **Lay-out por Posición Fija**

Consiste en crear rutas de acceso para trabajadores, materiales, maquinaria y equipo al producto que guarda una posición fija, como puede ser un avión o un barco. Este tipo de *lay-out* se emplea cuando el producto final es muy grande, pesado o frágil. El principal objetivo en el diseño del *lay-out* es el de reducir la distancia de recorrido de los materiales.

El tipo de *lay-out* que se propone para esta planta se puede apreciar en el plano siguiente, y como se puede observar se trata de una combinación de los tipos de *lay-out* anteriores, en donde algunas zonas están destinadas a procesos específicos como el pintado y las pruebas de operación eléctricas y mecánicas de los equipos, y en otras, el producto va siendo transportado para el ensamble de sus partes.

A continuación el *Lay - Out* de la planta.



**Lay-Out de la Planta**

#### 3.4.4 Condiciones de trabajo

La productividad que puede llegar a alcanzar una fábrica está íntimamente relacionada con las condiciones de bienestar que rodean al trabajador. Siempre será más eficiente en su trabajo aquella persona que cuente con los elementos necesarios para llevarlo a cabo y lo rodee un ambiente de seguridad, orden e higiene. Los aspectos a considerar para lograr un ambiente de trabajo adecuado y que maximice el desempeño del trabajador son los siguientes:

##### **n) Seguridad e Higiene**

Se debe tener un estricto apego a las reglas y normas técnicas de la fábrica. Se asegurará que todo el personal que labore en la empresa tenga conocimiento del reglamento de seguridad, así mismo, un programa de mantenimiento preventivo de toda la maquinaria y equipo es indispensable para evitar accidentes debidos al mal funcionamiento del equipo.

Por lo que se refiere a la higiene, se debe tener un manejo adecuado de los materiales de desecho almacenándolos correctamente, y teniendo un sistema de recolección de basura eficiente. Del mismo modo se evitará la contaminación de la atmósfera común proveniente de procesos contaminantes como el pintado, mediante la extracción del aire de esta zona y el uso obligatorio del equipo de protección que la gente que labora en esta área deberá portar.

Se contará con los extintores suficientes en caso de incendio y se instruirá a todo el personal para poder utilizarlos adecuadamente. Una ruta de evacuación así como las salidas de emergencia serán señaladas en las instalaciones de la planta.

#### **b) Locales de trabajo**

Con lo referente a este punto, se pone especial importancia en el aislamiento de las operaciones molestas o peligrosas, como el pintado o las pruebas eléctricas del producto terminado. Cada trabajador tendrá el espacio suficiente para asegurar una correcta ventilación.

El piso de la fábrica deberá ser antiderrapante, y tendrá propiedades aislantes. No se permitirá apilar materia prima o desechos en corredores o pasillos, ya que esto impide el flujo adecuado de personal, sobre todo en un caso de emergencia.

Todo el personal será responsable del orden y limpieza de su área de trabajo, misma que deberá quedar perfectamente arreglada y limpia al final de cada jornada.

#### **c) Agua**

Las instalaciones deberán de contar con una abundante cantidad de agua para asegurar la limpieza del trabajador y evitar infecciones y otras enfermedades.



La fábrica deberá contar con instalaciones sanitarias adecuadas y con un número suficiente de regaderas para todos los trabajadores. Así mismo, el agua destinada al consumo humano deberá ser siempre potable y debidamente tratada.

#### **d) Iluminación**

Este es un aspecto de mucha importancia ya que se calcula que el 80% de la información requerida para ejecutar un trabajo se adquiere por la vista, así pues, una iluminación adecuada agilizará la producción, disminuirá el número de piezas defectuosas y reducirá el riesgo de la ocurrencia de accidentes.

La iluminación debe adaptarse al tipo de trabajo a realizar, y para esta fábrica se considera un nivel de 500 lux como adecuado. Sin embargo se debe verificar constantemente los niveles de iluminación de las áreas de trabajo, ya que la intensidad de la luz disminuye rápidamente una vez instaladas las luminarias, de un 10 a un 20% al principio y con mayor lentitud después, hasta alcanzar el 50% o menos del valor inicial, conforme aumenta la acumulación de polvo y grasa en las fuentes de iluminación.

También se debe tener especial preocupación en lograr una distribución de la luz uniforme y evitar la formación de sombras demasiado pronunciadas, y de contrastes luminosos excesivos entre el objeto trabajado y el espacio circundante.

### **e) Ruido**

Los niveles de ruido inherentes al proceso de ensamble de las cuchillas no representa un peligro para la salud de los trabajadores, sin embargo se tendrá un aislamiento acústico entre oficinas administrativas y la nave, ya que el trabajo realizado en las primeras requiere de una mayor concentración.

### **f) Condiciones climáticas**

Se contará con un sistema de aire acondicionado que asegura las condiciones óptimas de temperatura para las actividades de la fábrica. Con lo que respecta a la nave, se mantendrá un nivel de temperatura de entre 16 y 18 °C, que es el óptimo para trabajos de montaje, y de 20 a 22 °C en las oficinas.

La ventilación es un aspecto muy importante para mantener un ambiente de trabajo agradable. No se debe confundir la ventilación con la simple circulación de aire; la primera sustituye el aire viciado por aire fresco, mientras que la segunda sólo mueve el aire pero sin renovarlo.

Para lograr una correcta ventilación que disperse el calor de la maquinaria, disminuya la contaminación atmosférica y mantenga una sensación de frescura en el aire, la circulación del aire no será menor a 50 m<sup>3</sup> por hora y por trabajador. El volumen de

aire debe cambiar de 4 a 8 veces por hora en las oficinas, y de 8 a 12 veces cada hora dentro de la nave.

### **3.5 ORGANIZACIÓN Y MARCO LEGAL**

#### **3.5.1 Estructura Organizacional**

La forma en la que está organizada la empresa se describe a continuación:

- **Dirección General.**

La Dirección General de la empresa es el máximo nivel en México y reporta directamente a la matriz en Alemania. Tiene a su cargo el manejo de la empresa mediante los departamentos siguientes: Técnico, Producción, Comercial, Control de Calidad y el de Ventas.

- **Gerencia Técnica.**

Esta gerencia tiene a su cargo la coordinación de todo lo relacionado a aspectos técnicos y tecnológicos de la producción. Le reportan los siguientes departamentos:

- Departamento de Desarrollo.
- Departamento de Servicio.
- Departamento de Pruebas.
- Departamento de Ingeniería.

- **Gerencia de Producción.**

Tiene a su cargo los siguientes departamentos:

- Departamento de Suministro de Materiales Locales
- Departamento de Suministro de Materiales de Importación
- Departamento de Fabricación

- **Gerencia Comercial**

Tiene a su cargo lo relacionado al registro contable y el control financiero de la empresa así como el manejo de nómina y de compras en general. Se compone de los departamentos:

- Departamento de Contraloría
- Departamento de Contabilidad
- Departamento de Compras
- Departamento de Personal

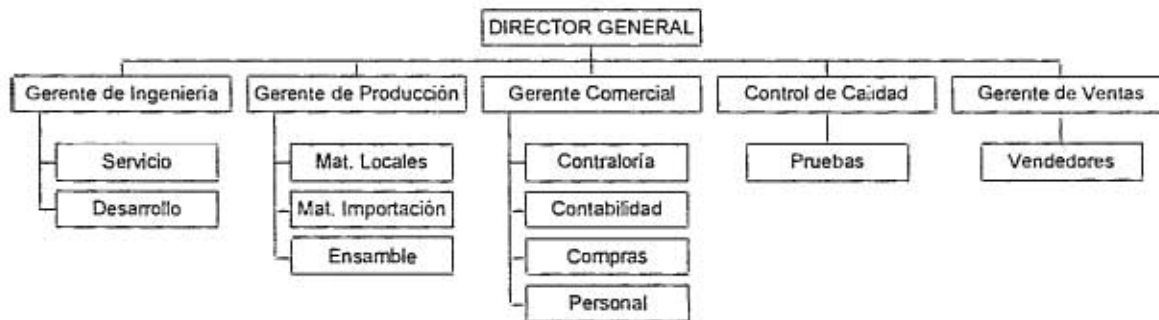
- **Gerencia de Control de Calidad**

Responsable de la verificación de la calidad de los productos terminados así como de la correcta aplicación y aprobación de las pruebas de todos y cada uno de los equipos producidos.

- Gerencia de Ventas

Encargada de la comercialización de las cuchillas e interruptores, por medio de la participación en concursos convocados por CFE y Compañía de Luz y Fuerza del Centro, así como atender pedidos internacionales. El organigrama se muestra a continuación:

# Organigrama de la Empresa



### 3.5.2 Licencias y permisos

Las licencias y permisos requeridos para la instalación de una planta de este tipo en el municipio de Tizayuca, en el Estado de Hidalgo, se muestran a continuación:

**Tabla 3.3 Relación de Trámites necesarios en el estado de Hidalgo**

TRÁMITE	DEPENDENCIA GUBERNAMENTAL
Licencia de construcción.	Dirección de Obras Públicas Municipales, Tizayuca, Estado de Hidalgo.
Licencia de alineamiento y/o número oficial.	Dirección de Obras Públicas Municipales, Tizayuca, Estado de Hidalgo.
Solicitud de conexión al drenaje municipal para una descarga tipo industrial.	Dirección de Obras Públicas Municipales, Tizayuca, Estado de Hidalgo.
Contrato para la prestación de servicios de agua para uso industrial.	Sistema de agua potable de Tizayuca, Estado de Hidalgo.
Licencia de uso de suelo.	Dirección de Obras Públicas Municipales, Tizayuca, Estado de Hidalgo
Contrato para el suministro de energía en alta tensión a servicio individual.	Compañía de Luz y Fuerza del Centro.
Estudio de impacto ambiental estatal.	Secretaría de Desarrollo Urbano, Comunicaciones y Obras Públicas, Estado de Hidalgo.
Estudio de impacto ambiental federal	Secretaría de Desarrollo Social
Licencia sanitaria	Subsecretaría de Regulación y Fomento Sanitario.

## CAPÍTULO 4

### ESTUDIO ECONÓMICO

Un aspecto de vital importancia en la decisión de llevar a cabo o no un proyecto lo constituye el estudio económico o financiero, en donde se determinarán el monto de las inversiones necesarias para realizar el proyecto así como los ingresos que se esperan obtener.

El estudio económico proporciona información sobre la rentabilidad del proyecto, el tiempo en el cual se recuperará la inversión inicial y define las condiciones que deben existir para que lo anterior se cumpla.

Por ello, el objetivo del presente capítulo es determinar la rentabilidad del proyecto presentado en esta tesis, valiéndose de la información de los capítulos anteriores y de nuevas cifras que serán proporcionadas de manera sintetizada, ya que el desglose de las mismas carece de relevancia alguna y sólo importa la cifra con la que impactará a la inversión inicial. Como ejemplo de lo anterior podemos citar el rubro de "Herramientas Varias" o el de "Mobiliario de Oficina".

El punto de inicio de este estudio será determinar el monto de la inversión inicial del proyecto, que se compone de varios puntos: inversión en terreno, obra civil, maquinaria y equipo, vehículos de transporte, mobiliario de oficina, entre otros.



#### 4.1 INVERSIÓN INICIAL

A continuación se presentará el análisis de las inversiones requeridas para este proyecto así como de los ingresos que se tienen proyectados.

##### 4.1.1 Terreno.

Se realizará la compra de un terreno con una superficie de 5,200 m<sup>2</sup>, con un costo estimado de \$252.40 el metro cuadrado, lo que da un total de:

$$(5,200 \text{ m}^2) * (\$252.40/\text{m}^2) = \$1'312,480.-$$

#### 4.1.2 Obra Civil e Instalaciones.

El costo de la obra civil de esta planta se compone de la siguiente manera:

a) Nave Industrial	\$	3'392,241.92
b) Oficinas Administrativas		995,212.70
c) Vinildades		568,827.56
d) Obras Exteriores		835,528.82
e) Equipo Hidroneumático		14,332.83
f) Instalación Eléctrica		1'287,750.00
g) Instalación Telefónica		110,395.90
h) Aire Acondicionado		390,000.00

**TOTAL:** \$7'594,289.82

#### 4.1.3 Maquinaria y equipo.

Con lo que se refiere a la maquinaria y equipo que es necesario adquirir para las nuevas instalaciones se presenta a continuación la relación:

1) Herramienta de ensamble y pruebas	\$	225,000
2) Equipo de Pintura		193,650
3) Herramientas Varias		26,100
4) Equipo de Empaque		15,000

**TOTAL:** \$ 459,750.-

#### 4.1.4 Vehículos de Transporte.

* Camión de carga	\$ 142,860
* Pick Up	69,600
* Auto mediano	98,812
* Montacargas	101,250

**TOTAL:** \$ 412,522

En resumen la inversión inicial será de:

**Tabla 4.1 Inversión Inicial**

<b>CONCEPTO</b>	<b>CANTIDAD</b>
Terreno	1'312,500
Obra Civil	7'594,290
Maquinaria y Equipo	459,750
Mobiliario y Equipo de Oficina	565,775
Vehículos de Transporte	412,522
Permisos y Abogados	150,000
Gastos de Arranque	375,000
<b>TOTAL: \$10'869,837</b>	

El monto de la inversión total es :

**\$ 10,869,837**

#### 4.2 COSTO DEL CAPITAL PROPIO

Para realizar el análisis del costo de capital propio, la referencia más conveniente es la tasa de los Certificados de la Tesorería CETES a 28 días; a febrero de 1999 esta tasa es de 26 %, adicionalmente consideraremos 8 puntos porcentuales que se dan como premio al riesgo; esto nos da un costo de capital propio de 34 %, mismo que será considerado como la Tasa de Retorno Mínimo Atractiva (TREMA).

La tasa anual de financiamiento es de 36 %, en la Tabla 4.2 se presentan las posibles combinaciones de apalancamiento así como el costo de capital ponderado:

**Tabla 4.2 Combinaciones de Apalancamiento**

Financiado (%)	Aportación (%)	Costo de capital ponderado (%)
30	70	34.6
40	60	34.8
50	50	35.0
60	40	35.2
70	30	35.4
80	20	35.6
90	10	35.8

La prima combinación presenta el menor costo de capital ponderado (34.6 %), sin embargo la segunda opción (40 % financiamiento, 60 % aportación) fue la elegida por considerarse más equilibrada. Así pues, el costo de capital ponderado será de 34.8 % y la estructura de apalancamiento será de 40 % de financiamiento y el 60 % de aportación de accionistas.

#### 4.2.1 Tabla de depreciación de Activos

A continuación la Tabla 4.3 de depreciación de activos, considerando un periodo de 5 años para el proyecto.

Tabla 4.3 Tabla de Depreciación de Activos

CONCEPTO	INVERSION INICIAL	% ANUAL	1	2	3	4	5
	(\$)		(\$)	(\$)	(\$)	(\$)	(\$)
Obra Civil	7,594,290	5	379,715	379,715	379,715	379,715	379,715
Maquinaria y Equipo	459,750	10	45,975	45,975	45,975	45,975	45,975
Vehículos de Transporte	412,522	20	82,504	82,504	82,504	82,504	82,504
Mobiliario y Eq. De ofic.	565,775	10	56,578	56,578	56,578	56,578	56,578
<b>TOTAL</b>			<b>564,771</b>	<b>564,771</b>	<b>564,771</b>	<b>564,771</b>	<b>564,771</b>

#### 4.2.2 Tabla de pagos de la deuda

A continuación la Tabla 4.4 de pagos de la deuda. Las condiciones son las siguientes:

Financiamiento:	40 %
Monto:	4,347,935
Tasa de interés anual:	36 %
Año de gracia:	Si
Anualidad:	1,993,790

Tabla 4.4 Pagos de la Deuda

Periodo	Monto \$	Interés %	Anualidad \$	Pago a principal \$	Saldo \$
1	4,347,935	1,565,257	0	0	4,347,935
2	4,347,935	1,565,257	1,993,790	428,534	3,919,401
3	3,919,401	1,410,984	1,993,790	582,806	3,336,596
4	3,336,596	1,201,174	1,993,790	792,616	2,543,980
5	2,543,980	915,833	1,993,790	1,077,958	1,466,022
6	1,466,022	527,768	1,993,790	1,466,022	0

### 4.3 Análisis de Costos de Producción

La Tabla 4.5 muestra el análisis de los costos de producción considerando la inflación estimada.

**Tabla 4.5 Costos de Producción (Mano de Obra y Materia Prima)**

AÑO	INFLACION %	MATERIA PRIMA		MANO DE OBRA	
		COSTO ESTIMADO		COSTO ESTIMADO	
		Pantógrafo (\$/unidad)	A. Vertical (\$/unidad)	Pantógrafo (\$/unidad)	A. Vertical (\$/unidad)
1	20	64,979	29,143	19,483	8,025
2	20	77,975	34,972	23,379	9,630
3	20	93,570	41,966	28,055	11,556
4	20	112,284	50,359	33,666	13,868
5	20	134,741	60,431	40,400	16,641

La Tabla 4.6 muestra la producción de cuchillas planeada para el proyecto.

**Tabla 4.6 Producción de Cuchillas (No. de Cuchillas)**

Año	Oferta de cuchillas pantógrafo (No. de cuchillas)	Oferta de cuchillas ap. Vertical (No. de cuchillas)
1	272	408
2	515	773
3	797	1196
4	1070	1604
5	1425	2138

Multiplicando el número de cuchillas a producir por su costo obtenemos los costos totales anuales para el proyecto, mismos que aparecen en la Tabla 4.7:



Tabla 4.7 Costo total de Producción

Año	Materia Prima			Mano de Obra		
	Pantógrafo (\$)	Vertical (\$)	Total (\$)	Pantógrafo (\$)	Vertical (\$)	Total (\$)
1	17,669,821	11,897,213	29,566,833	5,297,917	3,273,438	8,571,354
2	40,188,187	27,038,548	67,224,734	12,049,702	7,445,181	19,494,883
3	74,604,146	50,189,834	124,793,980	22,368,708	13,821,011	36,189,717
4	120,105,397	80,800,737	200,906,135	38,011,435	22,250,479	60,261,914
5	192,040,087	129,194,899	321,234,786	57,579,753	35,576,952	93,156,705

#### 4.3.1 Presupuesto de Costos de Producción

La Tabla 4.8 muestra la totalidad de los costos de producción incurridos:

Tabla 4.8 Costos de Producción Totales

Concepto	1	2	3	4	5
AÑO					
Unidades	\$ x 1000	\$ x 1000	\$ x 1000	\$ x 1000	\$ x 1000
Materia Prima	29,557	67,225	124,794	200,909	321,235
Electricidad	108	130	156	187	225
Agua	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2
Mano de obra directa	8,571	19,495	36,190	58,262	93,157
Costos directos	7,820	14,368	20,502	28,497	38,268
Mantenimiento	80	96	115	138	166
Seguros	150	180	216	259	311
Costos indirectos	350	420	504	604	726
<b>Total</b>	<b>46,636</b>	<b>101,914</b>	<b>182,477</b>	<b>288,853</b>	<b>454,088</b>

#### 4.4 Ingreso por Ventas

La Tabla 4.9 presenta el precio de ventas proyectado para el proyecto, considerando un 25 % de margen sobre costo de producción:

Tabla 4.9 Proyección de precio de Venta

AÑO	PRECIO ESTIMADO		25 % de Margen	
	Pantógrafo (\$/unidad)	A. Vertical (\$/unidad)	Pantógrafo (\$/unidad)	A. Vertical (\$/unidad)
1	84,462	37,169	105,578	46,461
2	101,355	44,602	126,693	55,753
3	121,626	53,523	152,032	66,903
4	145,951	64,227	182,439	80,284
5	175,141	77,073	218,926	96,341

Ahora se presenta la Tabla 4.10 con la proyección de venta (unidades), que multiplicado por el precio de venta nos da el ingreso total por ventas.

Tabla 4.10 Ingreso por Ventas

AÑO	Ventas Cuchillas Pantógrafo (Unidades)	Ventas Apert. Vertical (Unidades)	PRECIO ESTIMADO		Total Ingresos \$
			Pantógrafo (\$/unidad)	A. Vertical (\$/unidad)	
1	272	408	105,578	46,461	47,660,235
2	515	773	126,693	55,753	108,399,521
3	797	1196	152,032	66,903	201,229,620
4	1070	1604	182,439	80,284	323,960,061
5	1425	2138	218,926	96,341	517,989,363

#### 4.5 Estado de Resultados

Habiendo analizado los costos de producción y teniendo los ingresos por ventas, procederemos a analizar el Estado de Resultados, mismo que aparece en la Tabla 4.11:

Tabla 4.11 Estado de Resultados

Año	1	2	3	4	5
	\$ x 1000	\$ x 1000	\$ x 1000	\$ x 1000	\$ x 1000
<i>Ingreso por ventas</i>	47,660	108,400	201,230	323,960	517,989
<i>- Costos de producción</i>	46,636	101,914	182,477	288,853	454,088
<i>Utilidad Marginal</i>	1,024	6,486	18,753	35,107	63,902
<i>- Costos de Administración</i>	3,096	3,870	4,838	6,047	7,559
<i>- Costos financieros</i>	1,565	1,565	1,411	1,201	916
<i>- Depreciación</i>	565	565	565	565	565
<i>Utilidad Bruta</i>	-4,202	486	11,939	27,294	54,862
<i>- I.S.R.</i>			4,179	9,553	19,202
<i>- R.U.T.</i>			1,194	2,729	5,486
<i>Utilidad Neta</i>	-4,202	486	6,567	15,012	30,174
<i>+ Depreciación y amortización</i>	565	565	565	565	565
<i>- Pago a principal</i>		429	583	793	1,078
<i>Flujo neto de efectivo</i>	-3,637	622	6,549	14,784	29,661

**4.6 Análisis de Tasa Interna de Retorno (TIR), Tasa de Retorno Mínima Atractiva (TREMA) y Valor Presente Neto (VPN)**

A continuación se presenta el flujo neto de efectivo considerando los \$ 10,869,837 de inversión inicial :

**Tabla 4.12 Flujo Neto de Efectivo**

Año	0	1	2	3	4	5
Flujo	-10,869	-3,637	622	6,549	14,784	29,661

Este flujo de efectivo representa una TIR de: 36.23 % y un VPN de \$ 935,740.

A continuación los criterios utilizados para toma de decisiones en relación con la técnica de evaluación utilizada:

**Tabla 4.13 Criterios de Análisis Económico**

Técnica	Aceptación	Rechazo
TIR	$\geq$ TREMA	$<$ TREMA
VPN	$\geq$ 0	$<$ 0

Para el proyecto la TREMA es de 34 % y la TIR es de 36.23 %, al ser esta última mayor que la primera el proyecto es aceptado.

Por otro lado el Valor Presente Neto (VPN) es mayor a cero por lo tanto el proyecto es aceptado.

## CONCLUSIONES

El desarrollo del sector eléctrico en México es una de las premisas más importantes para el Gobierno Federal, a pesar de la profunda crisis financiera de carácter global por la que el mundo está atravesando. Es necesario que una gran cantidad de recursos sea destinada para incrementar la capacidad de generación y distribución eléctrica, que cumplan con los crecientes requerimientos de energía del país. Esto abre un amplio panorama para la realización de inversiones a mediano y largo plazo en proyectos relacionados con este sector.

La reubicación de la planta de ensamble, objeto de este trabajo, además de ser una necesidad dadas las expectativas de crecimiento del mercado de equipo eléctrico, es una solución que presenta numerosas ventajas, como pueden ser el incremento en la capacidad de producción con respecto a la actual, la posibilidad de cambiar de sistema de producción a uno más eficiente, en donde se mezclan la producción en línea, por producto y por células de manufactura. Asimismo, se pueden aprovechar los beneficios que se ofrecen en el interior de la República Mexicana a la inversión productiva, contribuyendo también a la descentralización de la capital del país.

Después de realizar el estudio de localización y evaluando las diferentes alternativas se eligió el Parque Industrial del Municipio de Tizayuca, en el Estado de Hidalgo, por presentar características adecuadas en cuanto a factores tan importantes como cercanía a los principales proveedores de materia prima, fácil acceso y vías de comunicación adecuadas.

Desde el punto de vista del inversionista, la Tasa Interna de Retorno Mínima Atractiva (TRIEMA) es de 34 %, la Tasa Interna de Retorno (TIR) del proyecto es de 36.23 %, siendo esta última mayor que la primera el proyecto es atractivo desde el punto de vista económico. Es preciso mencionar

que es un poco problemático establecer un juicio ante esta cifra dada la volatilidad de los mercados internacionales misma que ha afectado de manera severa el comportamiento de las tasas de interés, siendo la de los CETES la que se toma como referencia para determinar la TREMA.

Las expectativas de crecimiento futuras son muy alentadoras dado el proceso de modernización e inversión que se está llevando a cabo y que se tiene contemplado para el futuro.

En fechas recientes el Ejecutivo propuso una iniciativa de reforma constitucional en materia de Energía Eléctrica en la cual se permitiría la participación de capital privado en el sector eléctrico. Este tema tiene aristas tanto de corte económico y sobre todo de corte político. No es menester de este trabajo hacer un análisis de las implicaciones políticas que se derivan de esta propuesta, misma que debe ser aceptada por el Congreso de la Unión; sin embargo, las implicaciones económicas son definitivamente relevantes para el caso que acabamos de estudiar.

Una apertura en materia de inversión en el sector eléctrico, en donde empresas tanto nacionales como extranjeras tengan la posibilidad de inyectar capital a proyectos de energía eléctrica implica, por un lado, una mayor competencia en el mercado, dada la presencia de diversos participantes en el mismo, y por el otro, un impulso al crecimiento del mercado eléctrico, del cual se derivaría una mayor demanda del producto en estudio: Cuchillas Desconectoras.

Estas implicaciones, que de manera general se esbozan, son en definitivo factores positivos que inclinan la balanza hacia la aceptación del proyecto en estudio.

## BIBLIOGRAFÍA

- (1) Baca Urbina Gabriel  
Evaluación de Proyectos  
3a. Edición  
Mc. Graw Hill  
México, 1995
- (2) Raúl Martín José  
Diseño de Subestaciones Eléctricas  
Mc. Graw Hill  
México, 1992
- (3) Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal  
Documento de Prospectiva del Sector Eléctrico  
México, 1996
- (4) Plan Nacional de Desarrollo del Sector Eléctrico 1995-2000
- (5) Página de Internet de la Secretaría de Energía