



**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA**  
**“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”**  
**VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**TRABAJO DE GRADO**

**ESTUDIO DE LA ADECUACIÓN TECNOLÓGICA DEL ESTATOR DE LA  
UNIDAD CINCO DE CASA MÁQUINAS I DEL PROYECTO DE  
REHABILITACIÓN DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA MACAGUA PARA LA  
EMPRESA IMPSA CARIBE C.A**

**Autora:** T.S.U. Luna O, Mariela D.  
**Tutor Académico:** Ing. Andrés Blanco.  
**Tutor Industrial:** Ing. Andreína Romero.  
**Fecha:** Diciembre 2011

**RESUMEN**

En el presente trabajo se estableció como objetivo evaluar la Adecuación Tecnológica del Estator de la Unidad Cinco de Casa Máquinas I del Proyecto de Rehabilitación de la Central Hidroeléctrica Macagua para la Empresa Impsa Caribe C.A. El estudio fue realizado aplicando el diseño de tipo no experimental, descriptiva, evaluativa y de campo. Como resultado de la investigación, se analizó la situación actual del estator nuevo, para determinar las especificaciones técnicas del proyecto, se efectuó un estudio técnico con el fin de tener información para el análisis del costo total del estator, también fue determinado el número de equipos, herramientas, materiales de consumos necesarios, para realizar la adecuación tecnológica. Para ello se diseñó un cronograma de actividades en Project del montaje del estator. Para realizar el estudio económico a través del Análisis de Precios Unitarios se definió los objetivos, metas y los días que se ejecutarán las actividades del Bobinado del Estator

**Palabras Claves:** Adecuación, Tecnología, Costo, Evaluación, Precios, Estator y Análisis de Precios Unitarios.

## INTRODUCCIÓN

**INDUSTRIAS METALÚRGICAS PESCARMONA (IMPSA)** es una corporación de origen argentino, dedicada a producir soluciones integrales para generación de energía eléctrica a partir de recursos renovables, que centra sus actividades en proyectos de energía hidráulica y eólica, como así también movimiento, logística de cargas en los puertos y procesos de diferentes industrias.

El presente trabajo es de tipo exploratorio, evaluativo, descriptivo de campo y su objetivo principal está basado en un estudio de adecuación tecnológica observando directamente el proceso de fabricación del estator de la unidad cinco de Casa de Máquinas I garantizando una producción óptima y ofreciéndole calidad al cliente.

El concepto de proyectos de Rehabilitación aplicado a los grandes generadores eléctricos de Casa de Máquinas I Macagua involucra el reemplazo total del estator antiguo por uno nuevo ya que es de la época de los años 60, será cambiado por uno de mayor capacidad es decir 60 Megavatios a 86 Megavatios, lo que significa un incremento total de 120 Megavatios adicionales y gran parte de los elementos nuevos, es decir, Carcasa, Apilado, Núcleo, Ensayo del Núcleo y Bobinado del estator, bajo exigentes criterios de diseño y calidad que constará de 900 barras y 450 anura donde, la verificación de los parámetros eléctricos consiste en pruebas rigurosas que exigen grandes esfuerzos electromecánicos, sumados al factor de seguridad y confiabilidad de una planta en operación implican altos riesgos en el proyecto.

El análisis de los resultados permite calcular los costos totales del estator determinado por el número de equipos, herramientas, materiales de consumos necesarios, para realizar la adecuación tecnológica. Para lo cual

se diseñó un cronograma de actividades en Project del montaje del estator definiéndose objetivos, metas y los días que se ejecutarán las actividades del bobinador y se aplicó el análisis de precios unitarios aplicado al estator de la unidad 5 de la Casa de Máquinas I de la Central Hidroeléctrica “Antonio José de Sucre”

Este proyecto se encuentra Estructurado a través de (seis) capítulos divididos de la siguiente manera:

**En el Capítulo I** se describe de manera clara y precisa: El Problema; los objetivos generales y específicos así como también la justificación e importancia de la investigación, Alcance y Delimitación. **En el Capítulo II** están contenidas: Generalidades de la Empresa; se halla la información referida INDUSTRIAS METALÚRGICAS PESCARMONA (IMPSA) y lugar donde se realizó el presente trabajo de investigación. **En el Capítulo III** se expone: Marco Teórico; se muestran las bases teóricas para el desarrollo de este proyecto. **En el Capítulo IV** el Marco Metodológico está integrado por: diseño de la investigación, tipo de investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos para la recolección de datos y el procedimiento de la información. **En el Capítulo V:** Situación Actual; describe la situación actual que se presenta en el área donde se realizará el estudio y una breve descripción de cada uno de los métodos utilizados. **En el Capítulo VI:** Análisis y Resultados; se presenta en detalle los métodos utilizados para el análisis de los datos recopilados y los resultados arrojados por el estudio.

Finalmente, se presentan las conclusiones, recomendaciones, bibliografía, los apéndices y anexo

## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA**

En este capítulo se muestran el planteamiento del problema el cual se encuentra estructurado por la siguiente manera: Descripción de la problemática, Objetivos de la Investigación, Justificación e Importancia, Alcance, Delimitación o Alcance y Limitación las cuales se describen con más detalle a continuación.

#### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

IMPSA es una empresa global dedicada a producir soluciones integrales para generación de energía eléctrica a partir de recursos renovables, puertos y procesos de diferentes industrias a nivel mundial, desde su creación en 1907, experimentó un crecimiento permanente hasta llegar a lo que es la actualidad.

IMPSA está instalada en Venezuela desde el 2006, bajo la figura de IMPSA CARIBE C.A, se encuentra desarrollando diferentes proyectos hidroeléctricos para CVG EDELCA, unos de los principales proyecto es la Renovación de la Central Hidroeléctricas Antonio José de Sucre Macagua I, uno de su contrato es Rehabilitación y Reemplazo de sus equipos existentes de Casa de Máquinas I, Provisión de un Laboratorio para Ensayo Hidráulicos y Ensayos Electromagnético.

En la Central Hidroeléctrica “Antonio José de Sucre”, Casa de Máquinas I dispone de diferentes sistemas y equipos que hacen posibles el aprovechamiento óptimo del Potencial Hidroeléctrico de la región Guayana, entre ellos se encuentran los Generadores, el conformado de las máquinas y equipo eléctrico, los cuales operan desde hace 50 años encontrándose obsoletos y en condiciones de falla, hoy en día se encuentran en proyecto de Rehabilitación por la empresa IMPSA CARIBE C.A, por la cual contrató CVG EDELCA C.A, adquiriendo equipo de alta tecnología por tal motivo deben estar disponible en condiciones óptimas de operación para ejercer su función en cualquier instante.

Estos generadores de Casa de Máquinas I se encuentran descontinuados por ser estos electromecánicos se ha comprobado que ha aumentado el mantenimiento por múltiples fallas, debido a que tiene muchos años en funcionamiento y para la empresa resulta más costosos hacer mantenimiento, antes esta situación se requiere reemplazo total por máquinas nuevas por otras de mejor calidad y alta tecnología para así garantizar la disponibilidad y operatividad de los equipo para agilizar la operación en caso de emergencia presente en la Rehabilitación en dicha Casa de Máquinas.

El Departamento de Aseguramiento de Control de Calidad de IMPSA CARIBE C.A, se encuentra asociada a la gerencia de proyecto Macagua depende de la coordinación de contrataciones, tiene como función principal satisfacer a sus clientes mediante un producto final que cumpla con los requisitos y exigencias propuestos, mejorando continuamente el sistema de gestión de calidad a través del desarrollo del capital humano.

Por tal motivo El Departamento de Aseguramiento de Control de Calidad nace la necesidad de realizar un Estudio de Adecuación Tecnológica

al Estator de la Unidad cinco (5) de Casa Máquinas I del proyecto de Rehabilitación de la Central Hidroeléctrica Macagua.

Cabe destacar que cada trabajador supervisa la calidad de lo que ejecuta, sin contar con el conocimiento, habilidad y destrezas absoluta necesarias para elaborar esta labor. Esta debilidad genera entre otras cosas el riesgo de las no conformidades de las piezas y el rechazo devolución de las mismas cuando llegan al hacer inspeccionada, trae costos extras debido a la necesidad de volver a realizar el trabajo. Es importante señalar que el proceso que se lleva a cabo en casa de máquinas I nivel 17.

## **1.2 OBJETIVO DE LA INVESTIGACION**

A continuación se da a conocer el objetivo primordial de la investigación, como también los objetivos específicos que conducen al logro del objetivo general.

### **1.2.1 Objetivo General**

Realizar un estudio de la Adecuación Tecnológica del Estator de la Unidad cinco de Casa Máquinas I del proyecto de Rehabilitación de la Central Hidroeléctrica Macagua I para la empresa IMPSA CARIBE C.A.

### **1.2.2 Objetivo Especifico**

1. Realizar un diagnóstico del estado actual del Estator de Casa Máquinas I.
2. Generar estrategias de mejoras en el estator cinco, aplicando un análisis DOFA.

3. Analizar los resultados obtenidos y dar recomendaciones según el análisis DOFA.
4. Analizar la alternativa del reemplazo total del estator para la Adecuación tecnológica.
5. Realizar el estudio técnico del Estator para la Adecuación Tecnológica.
6. Determinar los costos asociados, en base al estudio técnico.
7. Efectuar la evaluación económica de la alternativa planteada.
8. Realizar el plan de adecuación tecnológica.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

Con la presente investigación se plantea la realización de un estudio de Adecuación Tecnológica de un Estator parte inmóvil de un generador eléctrico de Casa de Máquinas I, lo cual aportará a la unidad de Aseguramiento de Control de Calidad la descripción de los procesos de forma clara y precisa, lo cual permitirá contar con un documento de referencias de consultas de todas las alternativas técnico económica, además de estimar el costos y tiempo del total reemplazo del estator de Casa de Máquinas I de Macagua.

Con lo anteriormente definido surge la necesidad de hacer un estudio de Adecuación Tecnológica del Estator número cinco para la Rehabilitación de la Central Hidroeléctrica Macagua I para la empresa IMPSA CARIBE C.A, con la realización de esta investigación no sólo se beneficia la empresa sino también supervisores e inspectores de calidad que al realizar su trabajo lo harán más confiable donde mejorará la confiabilidad en la operación y acelerará el procedimiento en cuanto a maniobra y función, además,

permitirá la obtención rápida de fallas o problemas en el sistema de los equipos eléctricos y ejecutando un plan de adecuación tecnológica correspondiente. Por otra parte aumentará la producción de energía eléctrica de manera confiable.

#### **1.4 ALCANCE**

La presente investigación estuvo enfocada a un estudio de Adecuación Tecnológica del estator número cinco en el cual se establecerán las distintas alternativas técnico-económica, costos y el tiempo de reemplazo de nuevo generador así obtener un enfoque general y concreto para mejorar la información contenida para así facilitar al personal técnico y electricista agilizar estas actividades que implican gran minuciosidad y precaución, pues se trata de equipos que representan por sí solo, una avanzada tecnología que requiere para su dominio un estudio continuo y adiestramiento por parte del personal.

#### **1.5 DELIMITACION**

La presente investigación se llevará a cabo en el Departamento de Aseguramiento de Control de Calidad de la empresa de IMPSA CARIBE C.A, y estará enfocada a la Adecuación Tecnológica de los planes para la puesta en marcha en servicio de un estator parte de un generador eléctrico basado en la Rehabilitación de Casa de Máquinas I de la Central Hidroeléctrica “Antonio José de Sucre”. Macagua I, Ciudad Guayana, Estado Bolívar.



## CAPITULO II

### GENERALIDADES DE LA EMPRESA

En este capítulo de este proyecto se muestran la reseña histórica, se describen todos los procesos conforman en la empresa **INDUSTRIAS METALÚRGICAS PESCARMONA (IMPSA)** y lugar donde se realizó el presente trabajo de investigación.

#### 2.1 RESEÑA HISTÓRICA

**INDUSTRIAS METALÚRGICAS PESCARMONA (IMPSA)** es una corporación empresaria de origen argentino, dedicada a producir soluciones integrales para generación de energía eléctrica a partir de recursos renovables, que centra sus actividades en proyectos de energía hidráulica y eólica, como así también movimiento, logística de cargas en los puertos y procesos de diferentes industrias.

IMPSA tiene más de cien años, La compañía fue fundada en 1907 experimentó un crecimiento permanente hasta llegar a lo que es en la actualidad: una empresa comprometida con sus Clientes, que crea soluciones integrales de alto valor, responsable socialmente con las comunidades en las que trabaja, con profunda conciencia medioambiental, y vocación de largo plazo en la investigación y desarrollo de tecnologías sustentables y producía partes fundidas para compuertas de canales de irrigación vitivinícola, luego en 1965 se expande a producir turbinas

hidráulicas y más tarde en 1980 se expande internacionalmente (Ver Tabla 1)

**Tabla1. Cuadro comparativo de los años de trayectorias de Industrias Metalúrgicas Pescarmona (IMPESA C.A)**

<b>AÑO</b>	<b>TRAYECTORIA</b>
<b>1900</b>	Los orígenes de IMPESA se remontan al año 1907 cuando el abuelo de actual Presidente, Enrique M. Pescarmona, fundó Talleres Metalúrgicos Enrique Epaminondas Pescarmona en la Provincia de Mendoza. Allí se fabricaban repuestos de hierro fundido, equipos para la industria vitivinícola y compuertas para canales de irrigación.
<b>1910</b>	Durante la década de 1910-1920, Pescarmona se convierte en el líder en la provisión de equipamiento para vitivinicultura.
<b>1920</b>	Manufactura de Compuertas y otros componentes de metalúrgica liviana.
<b>1940</b>	En 1946, la familia Pescarmona fundó Construcciones Metálicas Pescarmona S.R.L. ("CMP") para dedicarse al diseño y construcción de estructuras metálicas, compuertas de riego y otros equipos electromecánicos.
<b>1960</b>	La actual empresa IMPESA (Industrias Metalúrgicas Pescarmona S.A.) se fundó en 1965 mediante la transferencia de los activos y pasivos de CMP. Desde entonces se expandió y diversificó ampliamente su producción y actividades vinculadas.
<b>1970</b>	Durante ésta década IMPESA creó el mix de productos que sigue vigente hasta el día de hoy, y se convirtió en el líder en generación hidroeléctrica en Argentina.
<b>1980</b>	En los años 80 surge el concepto de proveedor de soluciones totales. Para alcanzar este objetivo se implementó una política agresiva de Investigación y Desarrollo que permitió hacer realidad este nuevo enfoque. Como evidencia concreta de esto, la compañía construyó su propio laboratorio hidráulico en Mendoza, en el Centro de investigación Tecnológica (CIT), el cual es uno de los más avanzados en el mundo. Paralelamente, las operaciones de la compañía se expandieron internacionalmente.
<b>1990</b>	Durante los años noventa la compañía comenzó a desarrollar proyectos bajo modalidades BOT (Build, Operate & Transfer), BROT (Build, Rehab, Operate & Maintenance) y BOM (Build, Operate & Maintenance).

	<p>Con este logro IMPSA se convirtió en el principal desarrollador de proyectos “hydro” en el mundo y un proveedor de soluciones totales. Desde la ingeniería, aprovisionamiento y construcción hasta la operación y mantenimiento, IMPSA desarrolló un profundo “know how” y tecnología que incluye no sólo aspectos tecnológicos sino también financieros y de gerenciamiento.</p> <p>IMPISA obtuvo su primer contrato internacional BROT – el complejo hidroeléctrico CBK en Filipinas – para cuatro plantas generadoras. La compañía recibió financiamiento internacional de 19 bancos, y la mayor cobertura de riesgo político otorgada por las principales aseguradoras del mundo: USD 560 millones (incluidos capital e intereses). Por esta estructuración financiera recibió diversos premios de la prensa especializada.</p> <p>A principios de la década, IMPISA desarrolló un software integrado para el dimensionamiento, diseño, verificación y simulación de generadores hidroeléctricos. Este enfoque holístico significó un gran paso en términos tecnológicos, ya que concentra en una herramienta todas las disciplinas requeridas para la concepción de la máquina.</p> <p>Las investigaciones sobre energía eólica comienzan en esta etapa. Los avances van a concluir con la nueva unidad de negocios IMPISA Wind.</p>
2000	<p>Con un “Backlog” de más de 21.700 MW en energía renovable, IMPISA está enfocada en brindar una respuesta efectiva a la necesidad global de generación sustentable de energía eléctrica.</p> <p>En particular, Tocomá puede ser nombrado como ejemplo del tipo de proyectos que la compañía lleva a cabo actualmente. IMPISA firmó con CVG Edelca el contrato para el diseño, fabricación, transporte y montaje, del equipamiento electromecánico para la central hidroeléctrica Tocomá; en proceso de construcción sobre el río Caroní, en el estado de Bolívar, Venezuela. Proveerá 10 unidades generadoras Kaplan de 233 MW, que son las de mayor potencia y eficiencia del mundo.</p> <p>Durante el mes de diciembre de 2007, IMPISA cerró un paquete de financiación a 12 años con la Caixa Econômica Federal para producir energía eólica para Eletrobrás, a partir del 2008.</p> <p>En cuanto a Energía Eólica, IMPISA está desarrollando cinco parques eólicos en Brasil, totalizando más de 300 MW de capacidad instalada. Las mismas estarán equipadas con unidades de 1.500 KW. En la actualidad, uno de estos parques, Praias de Parajurú, ya fue puesto en marcha.</p>

	<p>Paralelamente la empresa está desarrollando nuevas versiones de su particular UNIPOWER, para llegar a una potencia unitaria de 4MW en los próximos 3 años.</p> <p>En mayo del 2008 firmó contrato con la Provincia de la Rioja, bajo la modalidad EPC, para proveer un aerogenerador del tipo IWP-83 de 2.1 MW clase II, para el proyecto Arauco I.</p> <p>Al final de este mismo año, se firmó un nuevo contrato para realizar la segunda etapa del proyecto, que consiste en el suministro de 11 nuevos equipos de iguales características bajo la misma modalidad. Además, IMPSA tiene a cargo la operación y mantenimiento del parque.</p> <p>En setiembre del 2008 inauguró su fábrica de aerogeneradores en el puerto de Suape, en el estado de Pernambuco, Brasil. La nueva planta tiene capacidad para fabricar 300 equipos por año, para abastecer el mercado local, regional y global.</p> <p>Por otro lado, en el año 2005 IMPSA Port Systems proporcionó las grúas para el puerto PTP en Malasia, las cuales son las más grandes del mundo actualmente.</p>
<b>2010</b>	<p>En 2010 IMPSA se adjudicó la participación dentro del Proyecto Belo Monte, en el estado de Pará, Brasil, a orillas del Río Xingu. Belo Monte será la tercera central hidroeléctrica más grande del mundo, y la más grande en proceso de construcción durante la próxima década. IMPSA fabricará equipos para cuatro unidades de generación completas, totalizando 2.500 MW de potencia.</p> <p>También en Brasil, IMPSA firmó un contrato con la Companhia Hidroelétrica San Francisco (CHESF) para desarrollar un parque eólico en Casa Nova, estado de Bahía. IMPSA Wind proveerá 120 aerogeneradores de 1.5 MW, representando una capacidad instalada de 180 MW. Este se convertirá en el mayor parque eólico de Brasil.</p> <p>En Argentina, IMPSA desarrollará los complejos Cóndor Cliff y La Barrancosa, en la provincia de Santa Cruz. El proyecto tendrá una potencia instalada de 1.740 MW y generará más de 5.500 GWh anuales de energía renovable. Cóndor Cliff se equipará con 6 unidades generadoras del tipo Francis de 190 MW por unidad y La Barrancosa con 5 unidades del tipo Kaplan de 120 MW por unidad.</p>

Fuente: [www.impsa.com](http://www.impsa.com)

El 93% de las acciones de IMPSA están incluidas dentro de la Corporación IMPSA, un conjunto multinacional de compañías cuyo principal accionista es la familia Pescarmona.

Ha participado en más de 200 proyectos hidroeléctricos en los últimos 25 años. Siendo en 2008 una de las empresas más grandes a nivel mundial de sus rubros. Tiene centros de producción en Argentina, Brasil y Malasia. Posee oficinas en Colombia, Venezuela, Estados Unidos, China e India (Ver Figura 1).

En la actualidad la empresa cuenta con una cartera de proyectos de generación de energía eléctrica a partir de recursos renovables en ejecución que supera los 6.000 MW de capacidad instalada y más de 2.000 MMUSD.



**Figura 1. Ubicación Global de IMPSA**  
Fuente: [www.impsa.com](http://www.impsa.com)

IMPSA cuenta con una red comercial global con oficinas localizadas en: Argentina, Brasil, Chile, Ecuador, Colombia, USA, Malasia, China, India, Vietnam y en Venezuela (IMPSA CARIBE, c.a.). Gracias a su efectividad a la hora de sumar valor, la empresa tiene una trayectoria avalada por sus centenares de proyectos instalados en todo el mundo.

## 2.2 UNIDADES DE NEGOCIO

A través de la profunda comprensión de las necesidades de sus Clientes, IMPSA ha desarrollado una interesante combinación de productos, organizados a través de las siguientes unidades de negocios: IMPSA Hydro - IMPSA Wind - IMPSA Energy - IMPSA Process.



### 2.2.1 IMPSA Hydro.

IMPSA Hydro: Posee y mejora permanentemente la tecnología necesaria para el diseño, la construcción, montaje y puesta en marcha de centrales hidroeléctricas. Incluyendo turbinas hidráulicas, generadores, automatización y equipo hidromecánico asociado. Posee el contrato para la provisión de 10 turbinas Kaplan de 233 MW, **las de mayor potencia que habrá en el mundo** para la central en Tocomá, Venezuela (Ver Figura 2).



Figura 2. Turbina Hidráulica en Yacyreta  
Fuente: [www.impsa.com](http://www.impsa.com)

### **2.2.2 IMPSA Wind**

IMPSA Wind: produce aerogeneradores de 1.500 KW y posee en fase de diseño Aerogeneradores de aprox 3,5 MW. Tiene una planta de fabricación en Argentina y esta construyendo (2008) una planta en Suape, Brasil con capacidad de fabricación de 200 Turbinas/año. Posee el contrato de construcción de 3 granjas eólicas al norte de Brasil que totalizan 66 turbinas de 1,5 MW c/u. Fabrica Aerogeneradores de gran potencia de diseño Alemán de la empresa Vensys AG (Ver Figura 3).



**Figura 3. Aerogenerador Eólico de Potencia**  
Fuente: [www.impsa.com](http://www.impsa.com)

### **2.2.3 IMPSA Energy**

IMPSA Energy: Estudia y desarrolla los proyectos que involucran intervención de capital de la empresa en las diferentes modalidades de comercialización.

#### 2.2.4 IMPSA Process

IMPSA Process: Es la unidad de negocios que tiene como objetivo suministrar equipos de proceso utilizados en distintas industrias tales como la Petroquímica y Nuclear.

#### 2.2.5 IMPSA Port Systems

IMPSA Port Systems: Esta unidad es líder mundial en la provisión de Grúas Porta-Contenedores, soluciones de logística, monitoreo, operación y mantenimiento para puertos. IMPSA Port Systems ha instalado en el mundo más de 500 grúas. **Incluyendo las más grandes y altas del mundo**, tales como Puerto de Algeciras (España) (Ver Figura 4).



**Figura 4. Puerto de Algeciras (España)**  
Fuente: [www.impsa.com](http://www.impsa.com)



## **2.3 MISIÓN, VISIÓN Y VALORES DE LA EMPRESA**

### **2.3.1 Misión**

Brindar mejores beneficios a la sociedad mediante la producción de productos y servicios de alto valor agregado a través del crecimiento continuo y sustentado de los negocios. Utilizar para este objetivo la innovación vinculada al desarrollo de proyectos de infraestructura para la producción de energía limpia a partir de fuentes renovables, de equipos para procesos y de servicios logísticos para el movimiento de bienes e información.

IMPESA proclama su vocación de liderazgo en las áreas en las que el uso del conocimiento y la creatividad, sumada a la experiencia acumulada a lo largo de cien años de constantes innovaciones, impulsen su crecimiento y el de la sociedad, a través de la producción de bienes y prestación de servicios de alto valor agregado.

### **2.3.2 Visión**

Ser un motor de desarrollo para el mundo con nuevos productos y servicios de alto valor agregado y tecnología, creando riqueza y ayudando al desarrollo de las comunidades en las que actúa.

Ser impulsor del desarrollo nacional, regional y mundial a través de sus productos e innovaciones tecnológicas.

### 2.3.3 Valores

La sustancia del espíritu de la empresa son sus valores. Ellos son los que ordenan el desarrollo de la misma dentro de la comunidad global. A lo largo de su historia IMPSA ha manifestado de forma preferencial algunas cualidades que ya son reconocidas como el sello indeleble de su identidad. IMPSA es (Ver Figura 5).



**Figura 5. Cualidades.**  
Fuente: [www.impsa.com](http://www.impsa.com)

## 2.4 NUESTROS OBJETIVOS

- Lograr un crecimiento rentable y sostenido de la organización, concentrándose en sectores de fuerte impacto en la sociedad tales como; el aprovechamiento de las energías de fuentes renovables y la mejora en la infraestructura de la logística del movimiento de bienes y servicios.
- Afianzar nuestra presencia como desarrolladores e inversores en proyectos de infraestructura energética con operación y mantenimiento en concesiones a largo plazo.

- Afianzar nuestra posición como proveedor de equipamientos de alta tecnología para proyectos de generación de energía, manteniendo e incrementando nuestras ventajas competitivas.
- Implementar el uso de fuentes de energía renovables creando conciencia en la sociedad del impacto positivo para el medio ambiente.
- Continuar con nuestra estrategia de generación de valor, aumentando el volumen de ventas y rentabilidad de los actuales y futuros negocios.
- Desarrollar nuevos negocios en áreas en las que exista sinergia con el posicionamiento de IMPSA y con nuestros recursos tecnológicos, financieros y de conocimiento.

## **2.5 POLÍTICA DE CALIDAD**

Nuestro Sistema de Gestión de Calidad busca cubrir y superar las expectativas de nuestros clientes, desde el diseño del producto, su fabricación, pruebas en fábrica, instalación en sitio, puesta en marcha, operación, servicios post-venta y otros servicios asociados, sin desatender los valores propios de la Organización y los reglamentarios establecidos por las legislaciones vigentes en cualquier parte del mundo.

El Sistema de Gestión de calidad tiene más de treinta años de implementación. Comenzó como exigencia de nuestros clientes, y actualmente se encuentra certificado bajo el estándar internacional ISO 9001:2000.

Pensando en eliminar o minimizar los impactos sobre el medio ambiente producidos por sus actividades, IMPSA integró su Sistema de Calidad con un Sistema de Gestión Ambiental de manera tal que cumple con los requisitos de la norma ISO 14001.

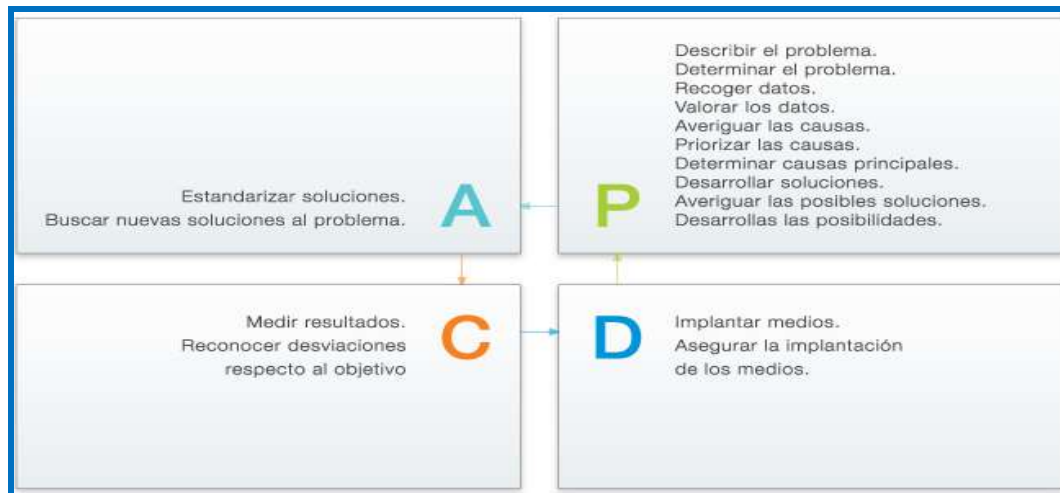
IMPESA ha calificado desde hace más de veinte años para el diseño, fabricación, inspección y montaje de recipientes sometidos a alta presión, de acuerdo al Código ASME, obteniendo las certificaciones ASME U y U2.

## **2.6 OBJETIVOS ESTRATEGICOS COMO POLITICA DE CALIDAD**

La Dirección de IMPESA establece como Política de Calidad el cumplimiento de los siguientes Objetivos Estratégicos (Ver figura 6)

- A través de nuestra calidad y eficiencia, mantener el liderazgo en la industria de generación de energía a través de fuentes renovables, y ser reconocido en esa forma por nuestros Clientes, Proveedores, Empleados y la Comunidad.
- Superar en el tiempo nuestras ventas, la calidad y confiabilidad de nuestros productos y servicios.
- Priorizar la actualización continua de tecnologías y procesos, que son la herramienta básica del crecimiento de la organización y su personal.
- Lograr la innovación tecnológica, la capacitación permanente y el profesionalismo del personal para la búsqueda permanente de la excelencia
- Mejorar continuamente la eficiencia de nuestros procesos, con el objetivo de maximizar nuestra calidad y rentabilidad
- Acrecentar nuestra competitividad manteniendo nuestro compromiso con los objetivos de calidad, para los cuales nos comprometemos a:
  - ✓ Estimular la creatividad, la iniciativa y el sentido de responsabilidad de nuestros colaboradores.

- ✓ Difundir permanentemente las directivas de Calidad establecidas en el Manual de Gestión de Calidad y en los procedimientos del Sistema de Gestión de Calidad.



**Figura6. Objetivos Estratégicos.**  
Fuente: [www.impsa.com](http://www.impsa.com)

## 2.7 COMPROMISO SOCIAL

Responsabilidad, satisfacción al Cliente y contribución al desarrollo Social. La responsabilidad social de IMPSA y su gente abarca la provisión de nuestros productos y servicios de alto valor agregado, satisfaciendo las demandas de nuestros clientes, creando amplias oportunidades de trabajo, dando valor para sus accionistas y aumentando la calidad de vida de las comunidades donde hacemos negocios a través de la innovación y el desarrollo.

Por ello, la empresa adquiere un rol activo de desarrollo sustentable en el ámbito de la sociedad en la que se inserta, respetando la cultura e idiosincrasia de cada región, entendiendo a su gente y ayudando a sus organizaciones y entidades.

Con la firme convicción que el desarrollo de valores y virtudes constituyen el pilar de una comunidad, IMPSA contribuye al desarrollo de los sectores de menores recursos apoyando las instituciones de progreso y con voluntad de superación de cada pueblo.

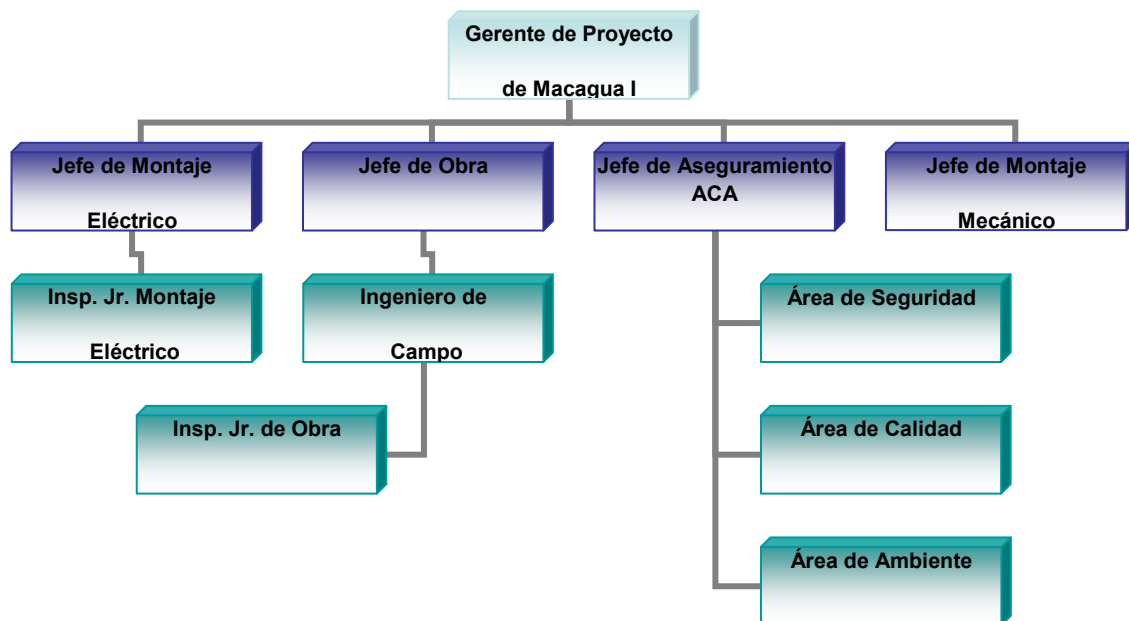
Tanto en Argentina como a nivel mundial, IMPSA se traslada con paso decidido por los caminos de la solidaridad y responsabilidad social empresaria, consciente que el bienestar de muchos depende de la acción y voluntad de todos nosotros.

## **2.8 IMPSA EN VENEZUELA**

En Venezuela IMPSA crea una Oficina Comercial, bajo la figura jurídica de IMPSA CARIBE, C.A., la cual comienza a funcionar a partir del año 2006, con los desarrollos de Ingeniería de los Proyectos de Construcción de la Central Hidroeléctrica Tocomá y la Rehabilitación de la Casa de Máquinas I de Macagua, ambos pertenecientes a la Empresa Electrificación del Caroní (EDELCA) bajo la coordinación de la Corporación Eléctrica Nacional CORPOELEC.

## **2.9 ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DE LA EMPRESA**

La estructura organizativa de IMPSA CARIBE C.A, tal como se muestra en la figura 7 se encuentra conformada principalmente por la siguiente jerarquía en la coordinación Macagua



**Figura 7. Organigrama Actual de la Empresa IMPSA Caribe en Proyecto macagua.**  
Fuente: Impsa Caribe

## 2.10 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DEL ÁREA DE TRABAJO DE INVESTIGACION

A continuación se dará una breve explicación de las instalaciones donde se llevan a cabo el proyecto

### 2.10.1 Descripción CVG EDELCA C.A

Electrificación del Caroní, (EDELCA C.A), filial de la Corporación Eléctrica Nacional, adscrita al Ministerio del Poder Popular para la Energía Eléctrica, es la empresa de generación hidroeléctrica más importante que posee Venezuela. Forma parte del conglomerado industrial ubicado en la región Guayana, conformado por las empresas básicas del aluminio, hierro, acero, carbón, bauxita y actividades afines.

EDELCA opera las Centrales Hidroeléctricas Simón Bolívar en Guri con una capacidad instalada de 10.000 Megavatios, considerada la segunda en importancia en el mundo, la Central Hidroeléctrica Antonio José de Sucre en Macagua con una capacidad instalada de 3.140 Megavatios y Francisco de Miranda en Caruachi, con una capacidad instalada de 2.280 megavatios.

Su ubicación en las caudalosas aguas del río Caroní, al sur del país, le permite a EDELCA producir electricidad en armonía con el ambiente, a un costo razonable y con un significativo ahorro de petróleo.

#### **2.10.2 Descripción de la casa de Máquina I de Macagua**

La Central Hidroeléctrica Antonio José de Sucre en Macagua I, fue la primera planta construida en los llamados saltos inferiores del río Caroní, localizada a 10 kilómetros de su desembocadura en el río Orinoco, en Ciudad Guayana estado Bolívar. Fue un aprovechamiento a filo de agua, es decir que no requirió la formación de un embalse para su Operación. Alberga en su Casa de Máquinas 6 unidades tipo Francis, cada una con una capacidad nominal promedio de 64.430 kilovatios.

Su construcción se inició en 1956, entrando en funcionamiento en 1959 la primera unidad de generación y para 1961 se puso en operación la última de ellas, alcanzándose una capacidad instalada total de 370 megavatios.

#### **2.10.3 Departamento de Aseguramiento de control de calidad de Impsa Caribe**

El departamento de aseguramiento de Control de calidad de la empresa (IMPISA) C.A. Tiene como principal función satisfacer a sus clientes



mediante un producto final que cumpla con los requisitos y exigencias propuestos, mejorando continuamente el sistema de gestión de calidad a través del desarrollo del capital humano.

#### **2.10.4 Funciones de Aseguramiento de la Calidad en Obra-Proyecto Macagua**

El Departamento de ACA para proyecto Macagua; está conformado por la siguiente plantilla de personal.

01 Jefe de ACA en Obra.

01 Inspectora de Calidad.

02 Inspector Mecánico.

01 Inspector Eléctrico.

01 Supervisor de Topografía.

De igual manera el Departamento de Seguridad y Ambiente para proyecto Macagua; está conformado por:

01 Jefe de Seguridad y Ambiente en Obra

01 Analista de Seguridad

02 Inspectoras de Seguridad

01 Analista de Ambiente

El Sector de ACA Proyecto Macagua; confeccionará toda la documentación que resulte de las diversas actividades derivadas de los Planes de Inspección que han sido desarrollados en conjunto con el cliente final EDELCA, para los procesos de Desmontaje, Montaje, y Puesta en Marcha de los diversos equipos a instalar en Casa de Maquinas I de Macagua; cumpliendo los requerimientos de cliente y control de calidad del producto para satisfacción y expectativa de cliente.

El Sector de ACA Proyecto Macagua; confeccionará toda la documentación que resulte de las diversas actividades derivados de los Planes de Inspección que han sido desarrollados en conjunto con el cliente final EDELCA, para los procesos de Desmontaje, Montaje, y Puesta en Marcha de los diversos equipos a instalar en Casa de Maquinas I de Macagua; cumpliendo los requerimientos de cliente y control de calidad del producto para satisfacción y expectativa de cliente. Actualmente se están ejecutando los procesos de montaje de los diversos equipos que conforman la Unidad 5 de la Casa de Maquinas I de Macagua.

Actualmente se están ejecutando los procesos de montaje de los diversos equipos que conforman la Unidad 5 de la Casa de Maquinas I de Macagua.

El sector de ACA; tiene entre sus funciones principales las siguientes actividades:

- Control y Manejo de Documentación de Obra.
- Manejo y Generación de Documentos de No Conformidades.
- Manejo y Generación de Informes de Control.
- Generación y Archivos de Protocolos de los Diferentes Manuales de Montaje y Puesta en Marcha.
- Control de los Instrumentos de Medición de Obra propios y de las Subcontratistas.
- Conocimiento del Sistema de Gestión Integrado entre otros.

## **2.10 5 Descripción del Área de Trabajo Investigativo**

La investigación se efectuará en La Central Hidroeléctrica Antonio José de Sucre en Macagua I en Casa de Máquinas I, donde actualmente se están realizando los procesos de Desmontaje, Montaje y Puesta en Marcha de los equipos que conforman las 6 Unidad generadora de la Casa de Maquinas I de Macagua.; así lograr el cumplimiento de los objetivo de control de calidad, para satisfacción y expectativa de cliente.

## **CAPITULO III**

### **MARCO TEÓRICO**

En este capítulo se expone la revisión de las bases teóricas del estudio, que permitirán el desarrollo de la presente investigación cuyo objetivo es realizar un estudio de Adecuación Tecnológica del Estator de la unidad cinco de Casa Máquinas I del proyecto de Rehabilitación de la Central Hidroeléctrica Macagua para el Área de Aseguramiento de Control de Calidad en la empresa (IMPESA CARIBE C.A)

#### **3.1 BASES TEORICAS**

#### **3.2 ADECUACION TECNOLOGICA**

Es el rediseño de las soluciones técnicas disponibles, cuando no están diseñadas de acuerdo con las necesidades y con las condiciones específicas disponibles. La adecuación significa, en otras palabras, aceptar las nuevas condiciones y responder de manera positiva ante ellas. Sirve para señalar el proceso de adaptación que una persona, situación o fenómeno puede realizar ante el cambio de ciertas condiciones preexistentes.

#### **3.3 CENTRALES HIDROELÉCTRICAS**

Una central hidroeléctrica es aquella en la que la energía potencial del agua almacenada en un embalse se transforma en la energía cinética necesaria para mover el rotor de un generador, y posteriormente transformarse en energía eléctrica. Por ese motivo, se llaman también centrales hidráulicas (Ver Figura 8)



**Figura 8. Vista Aérea de la Central Hidroeléctrica Antonio José de Sucre Macagua.**  
**Fuente: Intranet CVG EDELCA.**

Sabemos que la energía se transforma, es decir, no se pierde. De igual manera, para obtener energía eléctrica debemos partir de alguna otra forma de energía y realizar un proceso de transformación. Concentrando grandes cantidades de agua en un embalse se obtiene inicialmente **energía potencial**. Por la acción de la gravedad, el agua adquiere energía cinética o de movimiento: pasa de un nivel superior a otro muy bajo, a través de las obras de conducción. A la energía desarrollada por el agua al caer se le denomina **energía hidráulica**.

Por su masa y velocidad, el agua produce un empuje que se aplica a las turbinas, las cuales transforman la energía hidráulica en **energía mecánica**. Esta se propaga a los generadores acoplados a las turbinas.

### **3.3.1 Componentes Principales de una Central Hidroeléctrica**

Los elementos principales que constituyen una central hidráulica son los siguientes:

#### **3.3.1.1 Almacenamiento de agua**

Este constituye el requerimiento básico de una central hidroeléctrica, se usa para almacenar el agua que puede ser utilizada para accionar las turbinas que producen potencia eléctrica en los generadores. El almacenamiento debe ser natural de preferencia, como es el caso de los lagos. Los almacenamientos artificiales se pueden lograr mediante la construcción de cortinas para presas.

#### **3.3.1.2 Presa**

Una cortina es una estructura de concreto o de cualquier otro material que se construyen en un lugar adecuado sobre la trayectoria de los ríos, siendo la función primaria de una cortina el almacenar y dar altura al agua. Su diseño debe ser económico y confiable.

#### **3.3.1.3 Compuerta de Toma**

Se encuentran instaladas en el Dique-Toma de la Planta a la entrada de las tuberías forzadas. Las compuertas son del tipo radial porque giran alrededor de dos puntos describiendo un arco de circunferencia deslizando sobre dos rieles especiales.

#### **3.3.1.4 Tubería forzada**

El conducto de agua o tubería de conducción, se usa para transportar el agua desde el almacenamiento hasta las turbinas, en el sitio llamado Casa

de Máquinas. La Tubería Forzada incluye también a las compuertas de toma y en general el sistema de control de flujo del agua.

#### **3.3.1.5 La Casa de Máquinas y el Equipo**

La casa de máquinas consiste del edificio principal de un desarrollo hidroeléctrico, en donde tiene lugar la conversión de la energía del agua en energía eléctrica.

La Casa de Máquinas tiene como misión proteger el equipo electro-hidráulico que convierte la energía potencial del agua en electricidad. El número, tipo y potencia de las turbinas, su disposición con respecto al canal de descarga, la altura de salto y la geomorfología del sitio, condicionan la topología del edificio.

Algunos de los elementos más importantes que se encuentran en la casa de máquinas son los siguientes:

- ✓ Turbinas.
- ✓ Generadores eléctricos.
- ✓ Gobernadores.
- ✓ Sistema de Excitación
- ✓ Transformadores de Potencia
- ✓ Barras de Fase Aislada.
- ✓ Sistemas Auxiliares.

➤ **Turbina** Es la rueda hidráulica con paletas curvas de relevante importancia también para la unidad, ya que es la encargada de hacer girar la

unidad con la ayuda de la fuerza del agua ejercida sobre ella, transformando la energía hidráulica en energía mecánica para que se pueda producir la electricidad por el generador.

Las Turbinas instalada en la Central Hidroeléctrica Antonio José de sucre Macagua I son llamadas Turbinas Francis.

**Las Turbinas Francis:** Son conocidas como turbinas de sobrepresión por ser variable la presión en las zonas del rodete o de admisión total ya que éste se encuentra sometido a la influencia directa del agua en toda su periferia. También se conocen como turbinas **radiales-axiales** y turbinas de reacción.

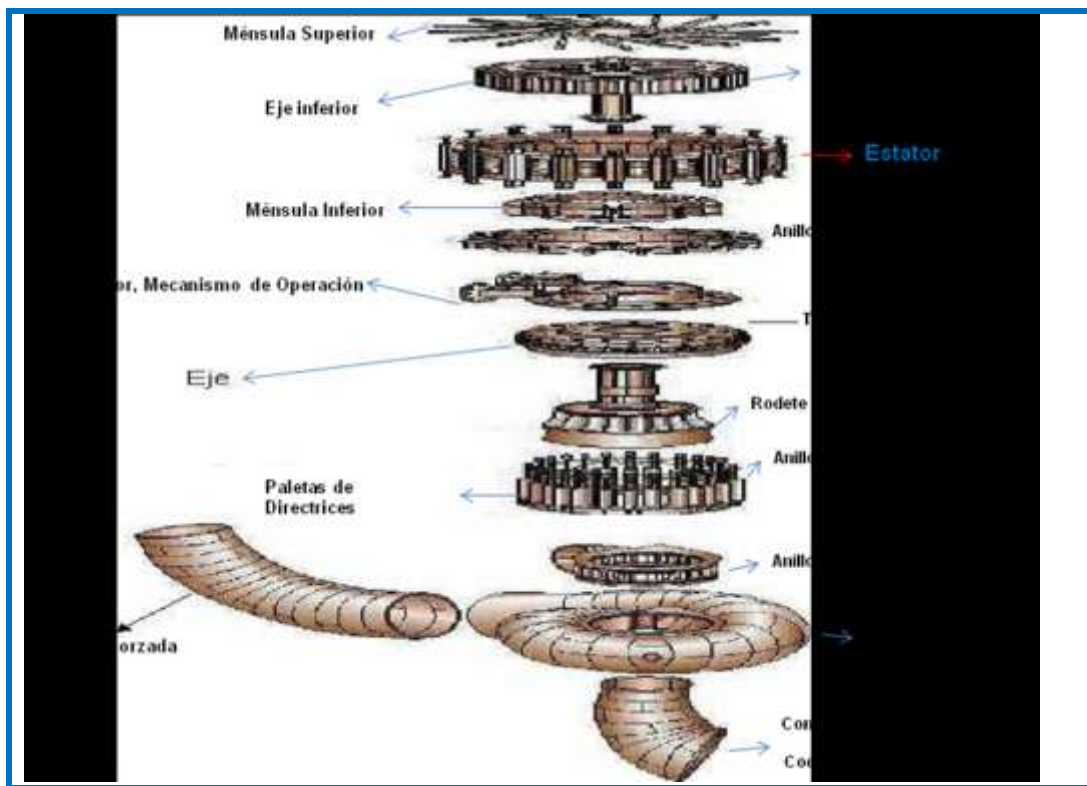
- **Generador Eléctrico:** Uno de los principales elementos dentro de una central hidroeléctrica es el Generador eléctrico, el cual pertenece al grupo de dispositivos llamados máquinas eléctricas rotativas. Se le llama también **Alternador** porque produce corriente alterna.

Dichas máquinas se encargan en convertir la energía mecánica en eléctrica (Generador) o energía eléctrica en energía mecánica (Motor), capaz de mantener una diferencia de potencial eléctrico entre dos de sus puntos, llamados polos, terminales o bornes utilizando ya sea corriente alterna o corriente continua y basando su funcionamiento en el principio de inducción electromagnética.

Partes principales del Generador de Casa de Máquinas I Macagua.

A continuación se procede a describir el despiece las principales partes del generador y la función que desempeñan (Ver figura 9).





**Figura 9. Despiece de un Generador Eléctrico de Casa Máquina I Macagua.**  
**Fuente: Impsa Caribe.**

Características principales de la Unidad Generadora de la Central Hidroeléctrica Antonio José de sucre Macagua I

En el caso de la Central hidroeléctrica Antonio José de sucre se aprovecha el agua de los llamados saltos inferiores del río Caroní, Para el control del rio se construyó una Presa con 6 seis Compuertas de Toma, donde se lleva el agua a la entrada de las tuberías forzadas hacia casa de máquinas, en la cual se encuentran las turbinas de las unidades generadoras Unidad1, Unidad 2, Unidad 3, Unidad 4, Unidad 5 y Unidad 6. La potencia generada por cada unidad generadora es de 60MW.

El generador Está formado básicamente por dos elementos uno que gira concéntricamente llamado **Rotor** y el otro fijo cuyo nombre genérico es el **Estator**: Este estudio ha sido enfocado al estator.

➤ **El Rotor:** es la parte móvil conectada al eje de la turbina. Es el que actúa como inductor el rotor está en el interior del estator y gira accionado por la turbina. Está formada en su parte interior por un eje, y en su parte más externa por unos circuitos, que se transforman en electroimanes cuando se les aplica una pequeña cantidad de corriente. (Ver Figura 10).



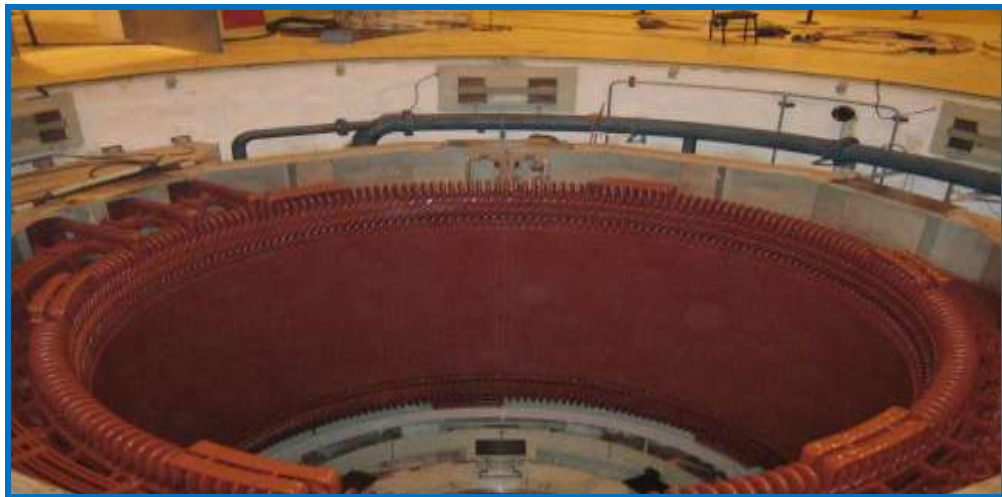
Figura 10. Rotor de un generador de la Central Hidroeléctrica Paute ecuador  
Fuente: [http://www.hidropaute.com/espanol/itecnica/itec\\_cuenca.htm](http://www.hidropaute.com/espanol/itecnica/itec_cuenca.htm)

➤ **El estator:** es la parte estática del generador, actúa como inducido el estator es una Armadura metálica, que permanece en reposo, cubierta en su interior por unos hilos de cobre, que forman diversos circuitos.

## ✓ **ESTATOR**

El estator es el elemento que opera como base, permitiendo que desde ese punto se lleve a cabo la rotación de la máquina. El estator es la parte inmóvil del generador eléctrico o motor eléctrico no se mueve mecánicamente, pero si magnéticamente

La parte móvil en un motor eléctrico es rotor. Dependiendo de la configuración de un dispositivo electromotor que hace girar el estator puede actuar como electroimán del campo, obrando recíprocamente con armadura crear el movimiento o lo puede actuar como armadura, recibiendo su influencia de bobinas de campo móviles en el rotor. (Ver Figura 11)



**Figura 11. Estator de un generador de la Central Hidroeléctrica Paute ecuador**  
Fuente: [http://www.hidropaute.com/espanol/itecnica/itec\\_cuenca.htm](http://www.hidropaute.com/espanol/itecnica/itec_cuenca.htm)

Los Elementos más Importantes del Estator de un Generador de Corriente Alterna, son las siguientes :

- ✓ Componentes mecánicas.
- ✓ Sistema de conexión en estrella.

✓ Sistema de conexión en delta.

➤ **Componentes mecánicas:** Los componentes mecánicos del estator son los siguientes:

✓ **La carcasa:** Es la estructura soldada, construida en chapa. Es la parte externa de la máquina que envuelve al estator y comprende la cubierta, la base y los apoyos. En la cubierta se encuentran los conductos y orificios para la ventilación. En los apoyos se aseguran generalmente los portaescobillas para el inductor acoplada al mismo eje principal de la máquina; los anillos con los portaescobillas colocados; los orificios para la ventilación; y la caja de bornes principales en un costado. La base está formada por un dado de hormigón, que debe tener dimensiones adecuadas para absorber las vibraciones que produce el movimiento la máquina.

✓ **El núcleo:** Está formado por el apilado de chapas de acero al silicio de alta permeabilidad y bajas pérdidas que induce magnéticamente la corriente a las bobinas, está conformado por láminas de poco espesor aisladas eléctricamente para evitar corrientes parásitas, por ser de hierro magnético, se debe revisar que no exista oxidación que pueda provocar contacto eléctrico entre laminillas formando un paquete, mediante una serie de pernos o de chavetas en forma de cola de milano.

✓ **Las bobinas:** El bobinado estatórico está compuesto por barras, tipo ondulado, de doble capa con dos circuitos paralelos por fase, posee seis terminales de línea y seis terminales de neutro. El bobinado se conecta en estrella. Las barras del bobinado estatórico están compuestas por conductores elementales transpuestos por el método Roebel en la parte recta de la barra. Los conductores elementales están aislados

individualmente con fibra de vidrio embebida en resina epoxi. El aislamiento principal de las barras se aplica en forma continua en toda la zona recta y extremos de la barra.

- ✓ **Sistema de conexión en estrella:** Los devanados del estator de un generador de Corriente alterna, están conectados generalmente en estrella, T1, T2, T3 representan las terminales de línea (al sistema) T4, T5, T6 son las terminales que unidas forman el neutro. Como se observa en la figura 12

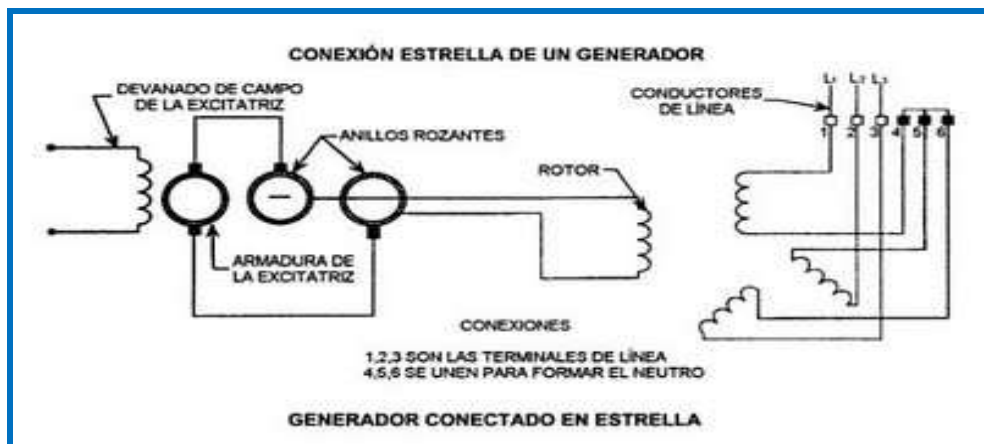


Figura 12. Conexión Estrella.

Fuente: <http://acer.forestales.upm.es/basicas/udfisica/magnet/generador.htm>

- ✓ **Sistema de conexión delta.** La conexión delta se hace conectando las terminales 1 a 6, 2 a 4 y 3 a 5, las terminales de línea se conectan a 1, 2 y 3, con esta conexión se tiene con relación a la conexión estrella, un voltaje menor, pero en cambio se incrementa la corriente de línea (Ver Figura 13).

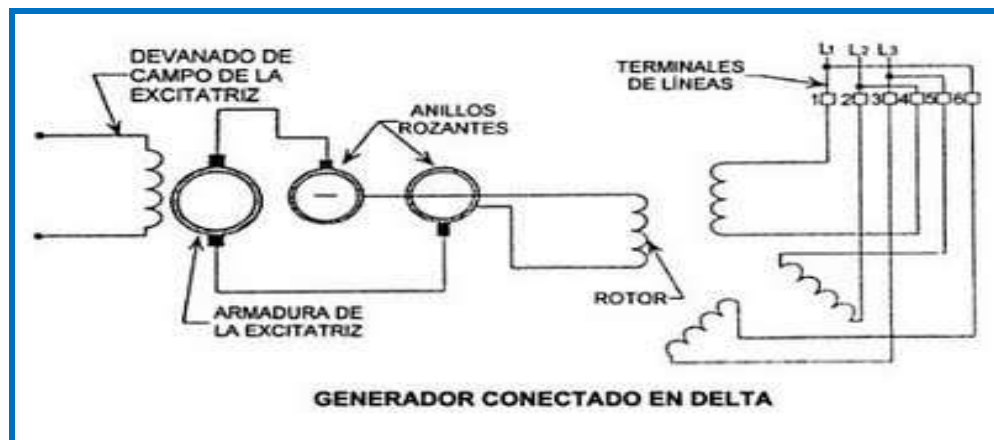


Figura 13. Conexión Delta.

Fuente: <http://acer.forestales.upm.es/basicas/udfisica/magnet/generador.htm>

- **Gobernador:** Conjunto o sistema de la unidad encargado de controlar los niveles de velocidad y estabilidad de la misma, este sistema en la actualidad es de tipo mecánico-hidráulico (obsoletos), pero serán sustituidos por sistemas de tipo electro-hidráulico completamente digitales, lo que permitirá un control más rápido de la unidad, incrementar la eficiencia de la misma, mejorando la estabilidad y confiabilidad, reduciendo notoriamente los costos de mantenimiento.
- **Sistema de Excitación:** Conjunto o sistema de la unidad encargado de excitar a los componentes o elementos, que son responsables de generar la energía eléctrica, este sistema en la actualidad es de tipo dinámico y serán reemplazados por sistemas de excitación de tipo estático completos, los cuales permiten aumentar el desempeño de la unidad, los niveles de confiabilidad, mejora de la eficiencia y una reducción considerable de los costos de mantenimiento.
- **Transformadores de Potencia:** Equipos eléctricos de relevante importancia para la unidad generadora, ya que se encarga de transformar el potencial eléctrico emanado del generador en energía eléctrica de alta

tensión, es decir de un voltaje nominal entre 13,8 a 115 kV y a una frecuencia de 60 Hz.

➤ **Barras de Fase Aislada:** Conjunto de conductores o barras de cobre de alto calibre que permiten la interconexión interna de ciertos componentes o elementos aislados dentro de la unidad, así como también la interconexión de la unidad con componentes o elementos externos a la misma, entre estos están: barras para derivaciones hacia el transformador de excitación, cubículos de protección de ondas de impulso, cubículos de transformadores de potencia, sistemas de puesta a tierra del neutro del generador, entre otros.

➤ **Sistemas Auxiliares** Conjunto de componentes o elementos indispensables para el buen funcionamiento y desempeño de la unidad en operación: Estos se dividen en tres grupos:

➤ **Canal de Descarga:** El canal de descarga es un conducto para transportar el agua descargada de la turbina al río, el agua después de accionar la turbina pasa a través del tubo aspirador hacia el canal de descarga.

### 3.4 PLAN DE ACCION

Son instrumentos gerenciales de programación y control de la ejecución anual de los proyectos y actividades que deben llevar a cabo las dependencias para dar cumplimiento a las estrategias y proyectos establecidos en el plan estratégico.

### **3.4.1 Estrategias de Mejoras**

El plan de mejora es un mecanismo para identificar riesgos e incertidumbre dentro de la empresa, y al estar conscientes de ellos, trabajar en soluciones que generen mejores resultados.

Durante la Etapa de Planificación Estratégica y a Partir del Análisis DOFA se Debe Poder Contestar Cada una de las Siguietes Preguntas:

- ¿Cómo se puede explotar cada fortaleza?
- ¿Cómo se puede aprovechar cada oportunidad?
- ¿Cómo se puede detener cada debilidad?
- ¿Cómo se puede defender de cada amenaza?

### **3.4.2 Análisis Dofa**

El análisis DOFA es una de las herramientas esenciales que provee de los insumos necesarios al proceso de planeación estratégica, proporcionando la información necesaria para la implantación de acciones y medidas correctivas y la generación de nuevos o mejores proyectos de mejora continua.

En el proceso de análisis de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, el Análisis DOFA, se consideran los factores económicos, políticos, sociales y culturales que representan las influencias del ámbito externo, que inciden sobre que hacer interno, ya que potencialmente pueden favorecer o poner en riesgo el cumplimiento de la Misión. La previsión de



esas oportunidades y amenazas posibilita la construcción de escenarios anticipados que permitan reorientar el rumbo de una organización.

Las fortalezas y debilidades corresponden al ámbito interno de la organización y dentro del proceso de planeación estratégica, se debe realizar el análisis de cuáles son esas fortalezas con las que cuenta y cuales las debilidades que obstaculizan o impiden el cumplimiento de sus objetivos organizacionales.

#### **3.4.2.1 Ventajas**

- ✓ Facilitan el análisis del que hacer empresarial que por atribución debe cumplir cada organización en línea al marco jurídico con el cual se ha constituido.
- ✓ Facilitan la realización de un diagnóstico para la construcción de estrategias que permitan reorientar el rumbo empresarial, al identificar la posición actual y la capacidad de respuesta de la organización en el concierto de las empresas.
- ✓ Permiten identificar la correspondencia entre la inversión y la rentabilidad. De esta forma, el proceso de planeación estratégica se considera funcional cuando las debilidades se ven disminuidas, las fortalezas son incrementadas, el impacto de las amenazas es considerado y atendido puntualmente y el aprovechamiento de las oportunidades es capitalizado en el alcance de los objetivos, la Misión y Visión de la empresa en gestión

#### **3.4.3 Matriz Dofa**

La matriz DOFA (también conocida como matriz FODA o análisis DAFA en inglés SWOT), es una herramienta utilizada para la formulación y

evaluación de estrategia. Generalmente es utilizada para empresas, pero igualmente puede aplicarse a personas, países, entre otras. Permite analizar elementos internos o externos de programas y proyectos. Se representa a través de una matriz de doble entrada, en la que el nivel horizontal se analiza los factores positivos y los negativos. En la lectura vertical se analizan los factores internos y por tanto controlables del programa o proyecto y los factores externos, considerados no controlables. Su nombre proviene de las siglas: Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas (Ver Figura 14)

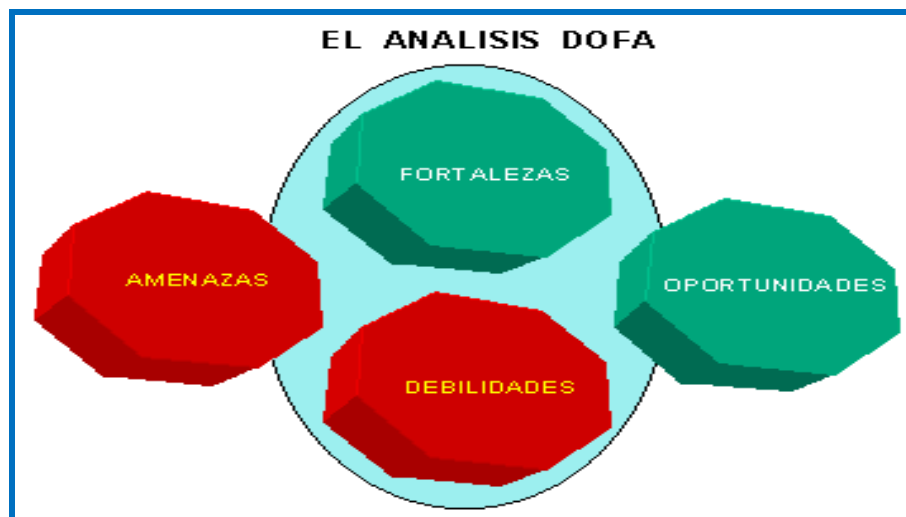


Figura 14. Análisis Dofa  
Fuente: <http://www.dequate.com/gerencia/mercadeo/mk17.htm>

Lo anterior significa que el análisis DOFA consta de dos partes: una interna y otra externa.

➤ **Fortalezas y Debilidades** son factores internos a la empresa, que crean o destruyen valor. Incluyen los recursos, activos, habilidades, entre otras.

- **Oportunidades y Amenazas** son factores externos, y como tales están fuera del control de la empresa. Se incluyen en estos la competencia, la demografía, economía, política, factores sociales, legales o culturales.

#### **3.4.3.1 Oportunidades**

Las Oportunidades son aquellas situaciones externas, positivas, que se generan en el entorno y que, una vez identificadas, pueden ser aprovechadas.

Algunas de las preguntas que se pueden realizar y que contribuyen en el desarrollo son:

- ¿A qué buenas oportunidades se enfrenta la empresa?
- ¿De qué tendencias del mercado se tiene información?
- ¿Existe una coyuntura en la economía del país?
- ¿Qué cambios de tecnología se están presentando en el mercado?
- ¿Qué cambios en la normatividad legal y/o política se están presentando?
- ¿Qué cambios en los patrones sociales y de estilos de vida se están presentando?

### **3.4.3.2 Amenazas**

Las Amenazas son situaciones negativas, externas al programa o proyecto, que pueden atacar contra éste, por lo que llegado al caso, puede ser necesario diseñar una estrategia adecuada para poder sortearla.

Algunas de las preguntas que se pueden realizar y que contribuyen en el desarrollo son:

- ¿A qué obstáculos se enfrenta la empresa?
- ¿Qué están haciendo los competidores?
- ¿Se tienen problemas de recursos de capital?
- ¿Puede algunas de las amenazas impedir totalmente la actividad de la empresa

### **3.4.3.3 Fortaleza**

Las Fortalezas son todos aquellos elementos internos y positivos que diferencian al programa o proyecto de otros de igual clase.

Algunas de las preguntas que se pueden realizar y que contribuyen en el desarrollo son:

- ¿Qué ventajas tiene la empresa?
- ¿Qué hace la empresa mejor que cualquier otra?
- ¿A qué recursos de bajo coste o de manera única se tiene acceso?
- ¿Qué percibe la gente del mercado como una fortaleza?
- ¿Qué elementos facilitan obtener una venta?

#### 3.4.3.4 Debilidades

Las Debilidades se refieren, por el contrario, a todos aquellos elementos, recursos, habilidades y actitudes que la empresa ya tiene y que constituyen barreras para lograr la buena marcha de la organización. También se pueden clasificar: Aspectos del Servicio que se brinda, Aspectos Financieros, Aspectos de Mercado, Aspectos Organizacionales, Aspectos de Control.

Las Debilidades son problemas internos, que, una vez identificados y desarrollando una adecuada estrategia, pueden y deben eliminarse.

Algunas de las preguntas que se pueden realizar y que contribuyen en el desarrollo son:

- ¿Qué se puede mejorar?
- ¿Que se debería evitar?
- ¿Qué percibe la gente del mercado como una debilidad?
- ¿Qué factores reducen las ventas o el éxito del proyecto?

#### 3.4.4 Definición de Estrategia

La Matriz DOFA, nos indica cuatro estrategias alternativas conceptualmente distintas. Algunas de las estrategias se interceptan o pueden ser llevadas a cabo de manera concurrente y de manera concertada. Pero para propósitos de discusión, el enfoque estará sobre las interacciones de los cuatro conjuntos de variables.

- **La Estrategia DA (Mini-Mini):** En general, el objetivo de la estrategia DA (Debilidades vs Amenazas), es el de minimizar tanto las debilidades

como las amenazas. Una empresa que estuviera enfrentada sólo con amenazas externas y con debilidades internas, pudiera encontrarse en una situación totalmente precaria. De hecho, tal institución tendría que luchar por su supervivencia o llegar hasta su liquidación. Pero existen otras alternativas. Por ejemplo, esa empresa podría reducir sus operaciones buscando ya sea sobreponerse a sus debilidades o para esperar tiempos mejores, cuando desaparezcan esas amenazas. A menudo esas son falsas esperanzas porque la empresa no puede parar sino la competencia se lleva todo el mercado. Sin embargo, cualquiera que sea la estrategia seleccionada, la posición DA se deberá siempre tratar de evitar.

➤ **La Estrategia DO (Mini-Maxi):** La segunda estrategia, DO (Debilidades vs Oportunidades), intenta minimizar las debilidades y maximizar las oportunidades. Una organización podría identificar oportunidades en el medio ambiente externo pero tener debilidades organizacionales que le eviten aprovechar las ventajas del mercado. Por ejemplo, a una universidad se le podría presentar la oportunidad de una gran demanda por sus egresados, pero su capacidad instalada podría ser insuficiente. Una estrategia posible sería adquirir esa capacidad con instalaciones tecnológicas. Una táctica alternativa podría ser obtener mayor presupuesto para construir las instalaciones necesarias. Es claro que otra estrategia sería el no hacer absolutamente nada y dejar pasar la oportunidad y que la aproveche la competencia, pero esto, lógicamente, no lo podemos permitir.

➤ **La Estrategia FA (Maxi-Mini):** Esta estrategia FA (Fortalezas vs Amenazas), se basa en las fortalezas de la institución que pueden copar con las amenazas del medio ambiente externo. Su objetivo es maximizar las primeras mientras se minimizan las segundas. Esto, sin embargo, no significa necesariamente que una organización fuerte tenga que dedicarse a buscar

amenazas en el medio ambiente externo para enfrentarlas. Por el contrario, las fortalezas de una institución deben ser usadas con mucho cuidado y mucha discreción.

➤ **La Estrategia FO (Maxi-Maxi):** A cualquier empresa le agradaría estar siempre en la situación donde pudiera maximizar tanto sus fortalezas como sus oportunidades, es decir aplicar siempre la estrategia FO (Fortalezas vs Oportunidades) Tales organizaciones podrían tomar sus fortalezas, utilizando recursos para aprovechar la oportunidad del mercado para sus productos y servicios. Por ejemplo, una empresa constructora con su prestigio ampliamente reconocido como una de sus grandes fortalezas, podría aprovechar la oportunidad de la gran demanda externa por viviendas bien construidas y con acabados bien terminados. Las empresas exitosas, aún si ellas han tenido que usar de manera temporal alguna de las tres estrategias antes mencionadas, siempre harán lo posible por llegar a la situación donde puedan trabajar a partir de las fortalezas para aprovechar las oportunidades. Si tienen debilidades, esas instituciones lucharán para sobreponerlas y convertirlas en fortalezas. Si encaran amenazas, ellas las coparán para poder enfocarse en las oportunidades

### 3.5 ESTUDIO TÉCNICO

El estudio técnico debe ser congruente con los objetivos del proyecto de inversión y con los niveles de profundidad del estudio en su conjunto. Este puede desarrollarse en los niveles de idea, prefactibilidad, factibilidad y proyecto definitivo.

Aporta información cualitativa y cuantitativa respecto a los factores productivos que deberá contener una nueva unidad en operación, esto es: tecnología, magnitud de los costos de inversión, recursos, previsiones para la nueva unidad productiva.

### **3.6 ESTUDIO ECONÓMICO**

Su objetivo es ordenar y sistematizar la información de carácter monetario y elaborar los cuadros analíticos que sirven de base para la evaluación económica. Comienza con la determinación de los costos totales y de la inversión inicial, cuya base son los estudios de ingeniería, ya que tanto los costos como la inversión inicial dependen de la tecnología seleccionada.

Continúa con la determinación de la depreciación y amortización, dada su naturaleza líquida. Los aspectos que sirven de base para la evaluación económica, son la determinación de la tasa de rendimiento mínima aceptable y el cálculo de los flujos netos de efectivo, ambos, tasa y flujos, se calculan con y sin financiamiento. Los flujos provienen del estado de resultados proyectos para el horizonte de tiempo seleccionado.

### **3.7 EVALUACIÓN ECONÓMICA**

Esta parte se propone describir los métodos actuales de evaluación que toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo, como son la tasa interna de rendimiento y el valor presente neto, se anotan sus limitaciones de aplicación y son comparados con métodos contables de evaluación que no toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo, y en ancho se muestra su aplicación práctica.

Esta parte es muy importante, pues es la que al final permite decidir la implantación del proyecto. Normalmente no se encuentran problemas en relación con el mercado o la tecnología disponible que se empleara en la fabricación del producto, por tanto la decisión de inversión casi siempre recae en la evaluación económica. Ahí, radica su importancia. Por eso, los



métodos y los conceptos aplicados deben ser claros y convincentes para el inversionista.

### 3.8 ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO (APU)

Son herramientas de trabajo que permiten determinar la estructura de un precio o costo en función de sus componentes.

#### 3.8.1 Componentes de un APU (Análisis de Precio Unitario)

- **Materiales:** Son los insumos que deben utilizarse para ejecutar una actividad.
- **Equipos:** Son las herramientas, maquinarias y artilugios que deben emplearse para ejecutar una actividad.
- **Mano de Obra:** Es el personal humano no profesional que efectuará la actividad que se estudia y estará clasificado según el tabulador del contrato colectivo en vigencia.
- **Costos Asociados a los Salarios (C.A.S.):** Los Costos Asociados a los Salarios son aquellas erogaciones que la empresa debe efectuar al trabajador, a entes gubernamentales o a terceros según lo establecido en las cláusulas de los contratos colectivos.
- **Administración y Gastos Generales:** Son los gastos atribuibles a la gerenciación de la obra expresados en porcentajes, se incluyen:
  - ✓ Gastos de oficina.

- ✓ Salarios de empleados administrativos.
- ✓ Seguros.
- ✓ Otros gastos (liberalidades, etc.).
- ✓ Financiamiento
- ✓ Imprevistos y Utilidades.

Los APU se utilizan como elementos comprobatorios de las estructuras de costos de cada una de las actividades relacionadas en la ejecución de un proyecto permiten:

- ✓ **Justificar:** Costos y sobrecostos.
- ✓ **Evaluar:** Rendimientos vs. costos.
- ✓ **Analizar:** Flujos de cada uno de los componentes.
- ✓ **Ajustar:** Posibles costos finales del proyecto.

### **3.8.2 Depreciación por Mercado (Dmerc)**

Cada una de las partes y equipos tienen un mercado de mediano comercio dentro del contexto general de la industria. El factor de ajuste por mercado representa la apreciación de los peritos en base a su investigación dentro del mercado de la posibilidad de colocar los bienes objeto de este avalúo. Para cuantificar la incidencia del mercado se hace uso de los siguientes factores de ajuste.

### **3.8.3 Depreciación Por Tecnología (Dtec)**

Mediante este factor de ajuste se considera la obsolescencia de tipo tecnológico que pudieran tener los equipos. Cuando los equipos presentan el mismo tipo de tecnología, no existe depreciación. Pero al existir variaciones de modelo que optimicen los sistemas de producción, deba hacerse una corrección que estime diferencia en tecnología que existe entre los equipos actuales y aquella que cuentan los equipos que se valoran. Para ello se debe consultar a proveedores y usuarios quienes son los conocedores de las posibles variantes que pudieran existir, a manera de emitir un juicio.

## CAPITULO IV

### MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se presentan los diversos procedimientos referidos al diseño metodológico que se ejecutaròn en el desarrollo del estudio de la investigación, llevándose los más apropiados para recopilación, presentación y análisis de los datos que se llevaron a cabo para el desarrollo de la Adecuación Tecnológica de la empresa IMPSA CARIBE C.A.

#### 4.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

En este sentido; **Méndez (2003)** indica que “Mediante este diseño de investigación se pretende mejorar un proceso o producto, probar concepciones teóricas en situaciones o problemas reales y desarrollar nuevas destrezas o estrategias para resolver problemas con aplicación a un sistema, aparato o ambiente de trabajo”.

Con relación a estos; **Zorrilla (1993:43)**, “La investigación de campo o investigación directa es la que se efectúa directamente de la realidad, en el lugar y tiempo en que ocurren los fenómenos objeto de estudio permitiéndole al investigador cerciorarse de las condiciones reales en que se han conseguido los datos”.

Esta investigación se basa en un diseño no experimental de campo debido a que se observa el fenómeno tal como se da en el contexto real para luego analizarlo ya que requiere intervenir directamente en el área y con el personal involucrado en el proceso de fabricación, sin manipulación deliberada o controlar variable, por lo que no se construye ninguna situación,

porque se utilizaron datos reales de los acontecimientos relacionados al área de Rehabilitación Casa de Máquinas I en nivel 17 de CVG EDELCA C.A, e igualmente de manera directa, de forma ordenada lo que permitió tener los resultados esperados.

## 4.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación realizada para la creación de este proyecto está basada principalmente en una revisión bibliográfica a fin de obtener información general del tema a ser investigado, de igual manera se considera de campo ya que la información fue recolectada de forma directa de la realidad donde ocurren los hechos, por medio de entrevista no estructurada, también se considera descriptiva, evaluativa ya que el objetivo a realizar es un estudio de la Adecuación Tecnológica del estator de la Unidad cinco de Casa Máquinas I del proyecto de Rehabilitación de la Central Hidroeléctrica Macagua para la empresa IMPSA CARIBE C.A.

En virtud de lo expresado; **Tamayo (2005)**, “La investigación descriptiva es la que comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, y la composición o procesos de los fenómenos. El enfoque se hace sobre conclusiones dominantes o sobre cómo una persona, grupo o cosa se conduce o funciona el presente”.

## 4.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

Para el logro de los objetivos de la investigación, fue preciso determinar la población y la muestra objeto de estudio, señalando las características más resaltantes y significativas de éstas.

#### 4.3.1 Población

Según; **Balestrini (2002)** la población “es un conjunto finito o infinito de personas, casos o elementos que presentan características comunes” (p. 137); es decir es la totalidad del fenómeno a investigar, o que se pretende indagar.

Basado en esta definición antes expuesta de la cual se extrajo la información para desarrollar esta investigación, la población es finita, la misma estuvo constituida por los procesos, equipos, instrumentos, herramienta, instalaciones y los trabajadores que laboran en IMPSA CARIBE, C.A para el proyecto de Rehabilitación de Casa de Máquinas I de CVG EDELCA.

#### 4.3.2 Muestra

En base a esto; **Balestrini, (1997)**, “la muestra estadística es una parte de la población, es decir, un número de individuos u objetos seleccionados científicamente, cada uno de los cuales es un elemento del universo. La muestra es obtenida con el fin de investigar, a partir del conocimiento de sus características particulares, las propiedades de una población”.

En función de lo anterior indicado el tamaño de la muestra para el desarrollo de esta investigación coincide con la población objeto de estudio, es decir, estuvo conformado por el área antes mencionada

#### 4.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.

Para la elaboración de esta investigación se utilizaron las siguientes técnicas e instrumentos, con el fin de obtener informaciones necesarias para la recolección de datos:

Según Sabino A: **Carlos (2002)**, un instrumento de recolección de datos es “Cualquier recurso de que se vale el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos la información.” (p. 143).

##### 4.4.1 Revisión de Documentos, Manuales.

Se refiere a la revisión de documentos bibliográficos disponibles, libros, manuales y normativas de la empresa, folletos, y normas, con el intención de alcanzar una base teórica amplia almacenados en el Departamento Aseguramiento de Control de Calidad de la empresa (IMPESA CARIBE C.A), los cuales sirven de apoyo para la realizar un estudio de la Adecuación Tecnológica de Estator de la unidad cinco de Casa Máquinas I

##### 4.4.2 Observación Directa

De acuerdo; **Tamayo (2001)** señala lo siguiente: “La técnica de observación directa es aquella en el cual el investigador puede observar y recoger datos mediante su propia observación”. (Pág.123).

La observación directa, se realizó una inspección visual para evaluar las actividades elaboradas, esta técnica permitió conocer e identificar directa y objetivamente la situación actual y formalizar un análisis más detallado y cuidadoso de las actividades que se ejecutan en Casa de Maquina I.

#### **4.4.3 Entrevista no Estructurada**

Al respecto; **Briones (1990)**, afirma lo siguiente: “La entrevista no estructurada es aquella que incluye temas de estudio, dentro de las cuales el investigador formula preguntas que la parecen más apropiadas y con el vocabulario que más se adapte a la situación”. (Pág.71).

Para facilitar la obtención de datos mediante un dialogo de información que se obtuvieron entre persona, opiniones, referencias y conocimientos técnicos, se realizaron entrevistas no estructuradas que fueron la fuente de información más precisa y detallada, ya que permitieron levantar la información necesaria para conocer la ejecución de las actividades, efectuadas de manera directa con el personal ingenieros y técnicos encargados de llevar a cabo este proyecto de Adecuación Tecnológica, con el fin de escuchar sus recomendaciones y sugerencias en lo que se refiere a la aplicación.

#### **4.4.4 Herramientas Computacionales Internet e Intranet**

En referencia a los instrumentos computacionales se mantuvo el uso continuo de los Paquetes Office, ambiente Windows, también se empleó e control de documentación interna, Intranet para la información de envió y recepción de la información de la organización y el Internet para la documentación sobre los procesos de inventario y almacenamiento, entre otros, los cuales servirán de soporte o guía para elaborar la documentación necesaria.



## 4.5 MATERIALES E INSTRUMENTOS UTILIZADOS

Para la recolección de datos, se utilizaron unas series de instrumentos y recursos los cuales se pueden mencionar:

### 4.5.1 Recursos Físicos

- **Tablero de madera, hojas blancas, lápices, lapiceros, marcadores:** Se utilizaron en la recolección de datos, para hacer anotaciones entrevista realizadas al personal del área operativa durante la observación directa.
- **Cámara fotográfica digital:** este instrumento fue utilizado para captar imagen.
- **Computadora.** Se utilizo para procesar información y datos
- **Impresoras.** Se uso para imprimir información suministrada del computador.
- **Fotocopiadoras.** Se uso para fotocopiar manuales y hojas de datos
- **Manuales:** sirve como documentos para realizar la investigación conocer en proceso del estator.
- **Memoria USB:** sirve para almacenar toda la información concerniente al proyecto realizado, por su facilidad de manejo y bajo costo, para el respaldo de la información.

#### **4.5.2 Recurso Humano, Consultas Académicas e Industriales**

Obteniendo orientación acerca de los pasos a seguir para realizar la investigación y aclarar dudas al respecto.

- Asesor Académico: Ing. Industrial.
- Asesor Industrial: Ing. Eléctrico.
- Supervisor de Obra.
- Inspectores.
- Personal Obrero.

#### **4.5.3 Equipos de Protección Personal**

Los equipos mencionados a continuación son necesarios para trabajar en las áreas de la empresa y suministrados por la misma.

- Camisa manga corta.
- Pantalón largo (tela jean).
- Botas de seguridad.
- Casco y lentes.
- Protector auditivo
- Mascarilla.

#### 4.6 PROCEDIMIENTO DE LA INFORMACIÓN

A continuación se presentaran el procedimiento utilizado en la investigación será manejada de la siguiente manera:

1. Recolección y evaluación del sistema del estator, tomando en cuenta las necesidades del Departamento de Aseguramiento de Control de Calidad de la empresa.
2. Análisis del procedimiento del manual del estator, referencias bibliográficas e Internet dicha información será estudiada para obtener resultados que ayude a desarrollar la adecuación tecnológica
3. Realización de entrevistas no estructurada al personal que desempeña cargo dentro del Área de Aseguramiento de la calidad con el fin de conocer las funciones, objetivos, equipos donde se pudo aclarar ciertas dudas referentes al temas de estudio.
4. Descripción de la situación actual del estator, considerando detalladamente todos los factores o aspectos en el desarrollo.
5. Se generaron estrategias de mejoras en el estator de la unidad cinco, aplicando un análisis DOFA
6. Se Analizaron los resultados obtenidos y se dieron recomendaciones según el análisis DOFA
7. Se analizaron la alternativa del reemplazo total del estator para la adecuación.

8. Definición de un estudio técnico del estator para la adecuación del estator
9. Verificación de los costos asociados en base al estudio técnico.
10. Realización del análisis de la evaluación económica y preciso unitarios
11. Realización de un plan de adecuación tecnológica

## **CAPITULO V**

### **SITUACIÓN ACTUAL**

A través de este capítulo se describe el diagnóstico de la situación actual con el fin de ofrecer una solución adecuada que contribuya para la mejora continua de dicho proceso en la que se encuentran operando el personal de la empresa IMPSA CARIBE C.A en Casa de Máquinas I Macagua.

#### **5.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

##### **5.1.1 Lugar Donde se Realiza el Estudio**

La Central Hidroeléctrica “Antonio José de Sucre” (MACAGUA), Electrificación del Caroní, C.A. (EDELCA), está concebida como una empresa de servicio que suministra grandes bloques de energía, es la empresa de generación hidroeléctrica más importante que posee Venezuela, forma parte del conglomerado industrial ubicado en la región Guayana, conformado por las empresas básicas del aluminio, hierro, acero, carbón, bauxita y actividades afines como también para la zona central del país, a través del Sistema Interconectado Nacional.

La empresa está orientada a cumplir con el propósito de ser una empresa líder en el sector eléctrico aprovechando la experiencia acumulada en la elaboración de grandes proyectos de generación y transmisión de energía eléctrica, realiza sus operaciones a través de 20 unidades generadoras, ubicada en su tres Casa de Máquinas: 6 (seis) en casa de

Máquinas I, 12 (doce) en Casa de Máquinas II y 2 (dos) en Casa de Máquinas III.

### **5.1.2 Descripción de Casa de Máquinas I**

#### **5.1.2.1 Casa de Máquinas I**

Fue un aprovechamiento a filo de agua, es decir que no requirió la formación de un embalse para su operación. Albergan en su Casa de Máquina 6 unidades tipo Francis, cada una con una capacidad nominal promedio de 60 Megavatios. (Ver Figura, 15, 16,17)

**Casa de  
Máquinas I**



**Figura 15. Vista Aérea de Macagua (Casa de Máquinas I)**  
**Fuente: Intranet de C.V.G Edelca**



**Figura 16. Caudal Casa de Máquinas I- Macagua.**  
Fuente: el Autor



**Unidades  
Generadoras  
Tipo Francis**

**Figura 17. Unidades Generadoras Casa de Máquina I Macagua.**  
Fuente: El Autor.

Casa de Máquinas I está ubicada en el nivel 13,9 (M.S.N.M) operan 6 (seis) Unidades Generadoras de energía hidroeléctrica tipo Francis de tecnología no muy avanzada por ser de la época de los años 60; por tal motivo CVG EDELCA C.A, contrata a la CORPORACION **INDUSTRIAS**

**METALÚRGICAS PESCARMONA (IMPSA)** de origen argentino dedicada a producir soluciones integrales para generación de energía eléctrica a partir de recursos renovables, que centra sus actividades en proyectos de energía hidráulica y eólica, como también movimiento de logística de cargas en los puertos y procesos de diferentes industrias.

La empresa IMPSA llega a Venezuela creando una oficina comercial bajo la figura jurídica de IMPSA CARIBE C.A en el año 2006 con diferentes proyectos de desarrollo uno de ellos la Rehabilitación de la Casa de Máquinas I de Macagua pertenecientes a la Empresa Electrificación del Caroní (EDELCA) bajo la coordinación de la Corporación Eléctrica Nacional CORPOELEC. Por lo cual se desea el reemplazo de las 6 (seis) Unidades que generan 60 Megavatios por otras de mayor capacidad 86 Megavatios, lo que significa un incremento total de 120 megavatios adicionales que serán instalados y que van a ser entregados al pueblo en forma confiable y segura a través de la interconexión con el Sistema Regional de 115 KV.

En el Proyecto de Rehabilitación de Casa de Máquinas I, la empresa IMPSA CARIBE C.A está realizando la puesta en marcha de la unidad 5 (cinco) y la sustitución de la unidad 6 (seis), los trabajos que se realizan a la unidad 5 (cinco) son: Desmontaje total de la unidad Generadora, Armado del Estator; Armado del Rotor, Montaje del Conjunto de Turbina, Trabajos de Sandblasting y WaterSandblasting, Trabajos de Conexión de tablero Eléctrico y de Servicios Auxiliares, Montaje del Conjunto de Generador. Estos trabajos serán realizados a las otras (4) unidades restantes que se encuentran operando, por lo cual se está llevando a cabo un estudio de Adecuación Tecnológica al estator de la unidad generadora (5) cinco, la cual estará compuesta de tecnología nueva y una serie de elementos nuevos entre otros. (Ver Figura 18 y 19)





**Figura 18. Estator Viejo de la Unidad 5 (cinco) de Casa de Máquinas I.**  
**Fuente: El Autor.**



**Figura 19. Ménsula Inferior del Estator Viejo de la Unidad 5 (cinco)**  
**Fuente: El Autor.**

### **5.1.2.2 Evaluación de los Componentes y Equipos de Casa de Máquinas I.**

#### **5.1.2.2.1 Generador**

Los generadores de Casa de Máquinas I han venido presentando una serie de problemas, que denotan el envejecimiento de los mismos. Dicho problemas han disminuido la confiabilidad del mismo y aumentando su frecuencias de mantenimiento. Dentro de las dificultades que se ha suscitado en los generadores de Casa de Máquinas I se encuentran los siguientes:

- Cuñas flojas del estator, las cuales deben ser ajustada frecuentemente.
- Inclinação de los polos de los rotores.
- Problemas con el devanado amortiguador (deformación y desprendimiento).
- Envejecimiento del estator, por lo que se presentan deformaciones importantes.
- Vibraciones excesivas asociadas a excentricidades en los estatores y rotores (vibraciones u oscilaciones en el eje del generador).
- Debido a altas vibraciones se producen desajustes frecuentes del cojinete guía, produciendo daños en el mismo. Adicionalmente, las mismas producen fracturas en los brazos soportes y fatiga en los materiales del estator y rotor.
- Además las excesivas vibraciones conllevan a una limitación del rango de operación de las unidades. Las mismas presentan vibraciones importantes durante la excitación de la unidad y bajo condiciones de carga

menores a 30 Megavatios. Para 60 Megavatios las vibraciones son menores, pero aun así siguen siendo altas. Todo esto refleja problemas en la parte electromagnética de la unidad.

Debido a estos problemas, a los 50 años de operación de estos generadores y a la falla graves ocurridas en 2 (dos) de los generadores de casa de máquinas I en los años 1998 y 1999, concluye que lo mismos sobre pasaron su vida útil, por lo que se requiere la sustitución total de estos equipos por uno nuevo, el cual deberá ser la misma capacidad de generación que el original. En tal sentido se deberán suministrar 6 (seis) generadores completamente nuevos con las siguientes características:

- ✓ Potencia nominal: 70.000 kVA.
- ✓ Factor de Potencia > 0.9.
- ✓ Voltaje nominal: 13.8 kV.
- ✓ Frecuencia: 60Hz.
- ✓ Velocidad Nominal: 116 rpm.
- ✓ Aislamiento: Clase F.
- ✓ Eficiencias > 98,2 %.

Los generadores nuevos contempla lo siguiente equipos y sistema:

- Conjunto estator: bastidor con sus planchas de asientos, núcleo, devanados, cuñas, entre otros.

- Conjunto del rotor: araña, corona, polos, devanados de campos y de amortiguación, eje superior, anillos colectores, anillos de frenado, entre otros.
- Cojinete guía y empuje con todos sus accesorios.
- Conjunto estructural: ménsula inferior y superior y cubierta del generador.
- Dispositivos y sistemas de medición y protección para la operación y supervisión de generador.
- Sistema de protección contra incendio basado en CO<sub>2</sub>.
- Equipos auxiliares del generador, que se requieren totalmente nuevos, constituidos por:
  - ✓ Sistema de frenos.
  - ✓ Sistema de levantamiento de Rotor.
  - ✓ Sistema colector de polvo producido por el frenado.
  - ✓ Sistema de enfriamiento Aire-Agua del generador.
  - ✓ Sistema de circulación y enfriamiento del aceite de los cojinetes.
  - ✓ Deshumidificadores.
  - ✓ Sistemas de inyección de aceite a alta presión.
  - ✓ Sistema de llenado y vaciado de aceites para los cojinetes del generador.

Se deberá inspeccionar y evaluar las condiciones actuales del eje inferior de cada generador, a fin de realizar las modificaciones que sean necesarias, para llevarlos a condiciones como “nuevos”.

El trabajo de Armado del Estator se realiza en el nivel 17 (M.S.N.M) en la nave de montaje en Casa de Máquinas I Macagua, con un área aproximadamente de 150,51mts<sup>2</sup>, para el armado del estator dicha Casa cuenta de 2 (dos) puentes grúas, con capacidad de 270 y 25 Ton. Los puentes Grúas son máquinas empleadas para la elevación y el transporte, aunque no es común su uso en todos los ámbitos. Por lo general, se los utiliza en procesos que implican almacenamiento o bien en todo lo relativo a la fabricación, en este caso son empleados para la movilización de piezas y equipos dentro de la Casa de Máquinas y un Montacarga con capacidad de 135 Ton, que trasladan los materiales desde el almacén hasta dicha casa de Máquinas (ver figura 20y 21)



**Figura 20. Puente Grúa y Unidades Generadora de Casa de Maquina I Macagua**  
Fuente: El Autor.



**Figura 21. Montacarga de Casa de Máquinas I Macagua**  
**Fuente: El Autor.**

## **5.2 ANÁLISIS DOFA**

Se utilizó el Análisis DOFA, Con la intención de proponer estrategias que puedan ser utilizadas por la empresa IMPSA CARIBE C.A, El análisis se obtuvo mediante la información suministrada por las entrevistas no estructuradas realizadas al personal que labora en el Departamento de aseguramiento de la calidad, así como por la utilización de la técnica para la obtención de datos de observación directa del investigador.

Este análisis es de gran utilidad ya que sirve como herramienta fundamental que permitirá identificar y/o examinar las situaciones y condiciones, mediante factores internos y factores externos detectadas que afectan o pueden afectar de forma significativas el óptimo desarrollo de los procesos que se llevan a cabo donde se pudieron establecer estrategias que sirven como recomendación para el Departamento.

A continuación se presenta los factores internos (fortaleza, debilidades) y los factores externos (oportunidades, amenazas) para la empresa IMPSA CARIBE C.A, a través del análisis DOFA O FODA.

### **5.2.1 Factores Internos.**

#### **5.2.1.1 Fortalezas**

- Personal capacitado y calificado con alta capacitación a nivel operativo con varios años de experiencia.
- Experiencias con más de 100 (cien) años con la realización de obras ejecutadas con energía renovable.
- Cuenta con el sistema SAP que permite manejar gran cantidad de información de manera rápida e inoportuna.
- Tiene manuales de normas y procedimientos.
- Se efectúan inspecciones Oportunas.
- Lleva registro de información en reportes digitales diario de las piezas de las conforme y no conforme.
- Posee sistema de comunicación y control que incluyen programas globales por medios de los cuales se pueden encontrar información de otras planta a nivel internacional.

#### **5.2.1.2 Debilidades**

- Deficiencias en la cantidad de personal en el área de operación.

- Escasez de herramientas y equipo de medición sin certificación.
- El almacén no hace las entregas de material a tiempo ocasionando demoras operativas.
- Falta de reconocimiento e incentivo para todo el equipo de trabajo.
- Incumplimiento de las normas y procedimientos.

## **5.2.2 Factores Externos**

### **5.2.2.1 Oportunidades**

- Colocación de dispositivos de control para la manipulación de material.
- Diversidad en la región en proyecto de construcción civil e industrial.
- Entrenamiento y/ o adiestramiento del personal, en cursos dictados por un personal calificado.
- Buenas relaciones con los proveedores.
- Automatización digitalizada a la hora de falla del estator.
- Acondicionamiento de tablero de inspección a la hora de la salida para el montaje.
- Mejoras del sistema de control de gestión.

### **5.2.2.2 Amenazas.**

- No todo el personal de la empresa está capacitado para ingresar en el SAP.



- El personal no tiene la habilidad suficiente para realizar las operaciones.
- Entrega de material defectuoso a la obra proveniente del exterior.
- Deterioro de Insumos perecederos (lubricantes, resina, pintura, entre otros).
- Incumplimiento de Indicadores operativos.
- Retraso en fabricación de pieza por medio de compra.
- Entrega tardía de repuestos.

A continuación se presenta el análisis arrojado por la matriz DOFA que permiten intervenir los factores internos y externos. (Ver Tabla 2).

**Tabla 2. Análisis Matriz DOFA (Factores Internos y Factores Externos).**

F a c t o r e s  I n t e r n o s	FORTALEZAS	DEBILIDADES
	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Personal capacitado y calificado con alta capacitación a nivel operativo con varios años de experiencia.</li> <li>✓ Experiencias con más de 100 (cien) años con la realización de obras ejecutadas con energía renovable.</li> <li>✓ Cuenta con el SAP que permite manejar gran cantidad de información de manera rápida e inoportuna.</li> <li>✓ Tiene manuales de normas y procedimientos.</li> <li>✓ Se efectúa inspección oportuna.</li> <li>✓ Lleva registro de información en reportes digitales diario de las piezas de las conforme y no conformidades.</li> <li>✓ Posee sistema de comunicación y control que incluyen programas globales por medios de los cuales se pueden encontrar información de otras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Deficiencias en la cantidad de personal en el área de operación.</li> <li>✓ Escasez de herramientas y equipo de medición sin certificación.</li> <li>✓ El almacén no hace las entregas a tiempo ocasionando demoras operativas.</li> <li>✓ Falta de reconocimiento e incentivo para todo el equipo de trabajo.</li> </ul> <p>Incumplimiento de normas y procedimientos.</p>

	planta a nivel internacional.	
<b>F a c t o r e s  E x t e r n o s</b>	<b>OPORTUNIDADES</b>	<b>AMENAZAS</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Colocación de dispositivos de control para la manipulación de material.</li> <li>✓ Diversidad en la región en proyecto de construcción civil e industrial.</li> <li>✓ Entrenamiento y/ o adiestramiento del personal, en cursos dictados por un personal calificado.</li> <li>✓ Buenas relaciones con los proveedores.</li> <li>✓ Automatización digitalizada a la hora de falla del estator.</li> <li>✓ Acondicionamiento de tablero de inspección a la hora de la salida para el montaje.</li> <li>Mejoras del sistema de control de gestión.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ No el todo el personal de la empresa está capacitado para ingresar en el SAP.</li> <li>✓ El personal no tiene la habilidad suficiente para realizar las operaciones</li> <li>✓ Entrega de material defectuoso a la obra proveniente del exterior.</li> <li>✓ Deterioro de Insumos perecederos (lubricantes, resina, pintura, entre otros).</li> <li>✓ Incumplimiento de Indicadores operativos.</li> <li>✓ Retraso en fabricación de pieza por medio de compra.</li> <li>✓ Entrega tardía de repuestos.</li> </ul>

**Fuente: El Autor**

## **CAPITULO V I**

### **ANÁLISIS Y RESULTADOS**

En este capítulo se desarrollan los objetivos específicos planteados en este trabajo, se realizó un estudio de estimación de costos para la Adecuación Tecnológica de las gestiones de la empresa IMPSA CARIBE C.A indicando la relación de los resultados obtenidos de este trabajo.

#### **6.1 ESTRATEGIAS DE MEJORAS EN EL ESTATOR CINCO, APLICANDO UN ANÁLISIS DOFA.**

A continuación se presenta un análisis a través de una matriz DOFA donde se visualizaron las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas con algunas estrategias para lograr el proceso que permite conformar un cuadro de la situación actual del estator, permitiendo de esta manera obtener un diagnóstico preciso que permita proponer mejoras acordes con los objetivos estratégicos y diseñar las estrategias a mediano y largo plazo, las metas y las políticas a corto plazo. Con la intención de proponer estrategias que puedan ser utilizadas por la empresa IMPSA CARIBE C.A. (Ver Tabla 3).

**Tabla 3. Matriz Estrategias DOFA**

ESTRATEGIAS (FO)	ESTRATEGIAS (DO)
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Aprovechar, Publicar y promover la imagen de la empresa a nivel regional y nacional ya que siendo la única empresa extranjera en el país de renovar energía en la zona pueda <b>invertir en innovación tecnológica</b>.</li> <li>✓ Realizar capacitación continua a los empleados en las diferentes utilidades del sistema SAP.</li> <li>✓ <b>Realizar la estimación de costo para el proyecto en el montaje del estator.</b></li> <li>✓ Capacitar al personal con respecto a la automatización del sistema y al manejo de los dispositivos de control de manipulación del estator.</li> <li>✓ Registrar al final de cada jornada un reporte de operación.</li> <li>✓ Aprovechar el personal calificado a que instruya al resto de los trabajadores.</li> <li>✓ Mantener control para el manejo y utilización de herramientas y equipos.</li> <li>✓ Elaborar planes de mantenimiento preventivos predictivo y correctivos, para sus equipos y herramientas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Realizar programa de capacitación e Incentivar a los trabajadores a participar en programas de capacitación y adiestramiento.</li> <li>✓ Aprovechar la capacitación y conocimiento de los trabajadores.</li> <li>✓ Distribuir mejor los trabajos y el personal.</li> <li>✓ Buscar y evaluar posibles soluciones para cubrir la falta de personal.</li> <li>✓ Acondicionar el tablero de inspección a la hora de salida para el montaje garantizar su calidad.</li> <li>✓ Mantener control para el manejo y utilización de herramientas y equipos.</li> </ul>
ESTRATEGIAS (FA)	ESTRATEGIAS (DA)
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Capacitar a los usuarios para el manejo del SAP en las diferentes áreas de la empresa de forma continua.</li> <li>✓ Realizar reuniones para la revisión de las propuestas y documentación existente para detectar posibles fallas en el estator.</li> <li>✓ Concientizar al personal en cuanto al cumplimiento de su jornada laboral, registrar sus faltas y justificaciones.</li> <li>✓ Implementar programas de control de inventario para los materiales, herramientas e insumos perecederos.</li> <li>✓ Elaborar un plan de gestión para minimizar las demoras en recibir los recursos por parte de</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Supervisar las condiciones de abastecimiento de material y personal para evitar paradas imprevistas y demoras.</li> <li>✓ Ejecutar acciones preventivas y predictivas respecto a la desincorporación de materiales obsoletos o en desuso.</li> <li>✓ Verificar continuamente la calidad del material.</li> <li>✓ Efectuar el mantenimiento correspondiente a los equipos y materiales.</li> <li>✓ Solicitar revisiones frecuentes para evitar posibles confusiones y mala realización del estudio.</li> <li>✓ Consultas permanentes con el personal</li> </ul>

<p>compra.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Verificar constantemente que el material a ser instalado en el estator esté en condiciones de aceptación y reportar en caso contrario.</li> <li>✓ Capacitar al personal en cuanto a las emergencias que pudieran presentarse, como actuar y cómo prevenir las posibles fallas.</li> </ul>	<p>capacitado sobre el trabajo que se está realizando.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Incentivar a los trabajadores para la óptima realización de sus labores y tomar en cuenta ideas y sugerencias.</li> </ul>
---	---

**Fuente: El Autor**

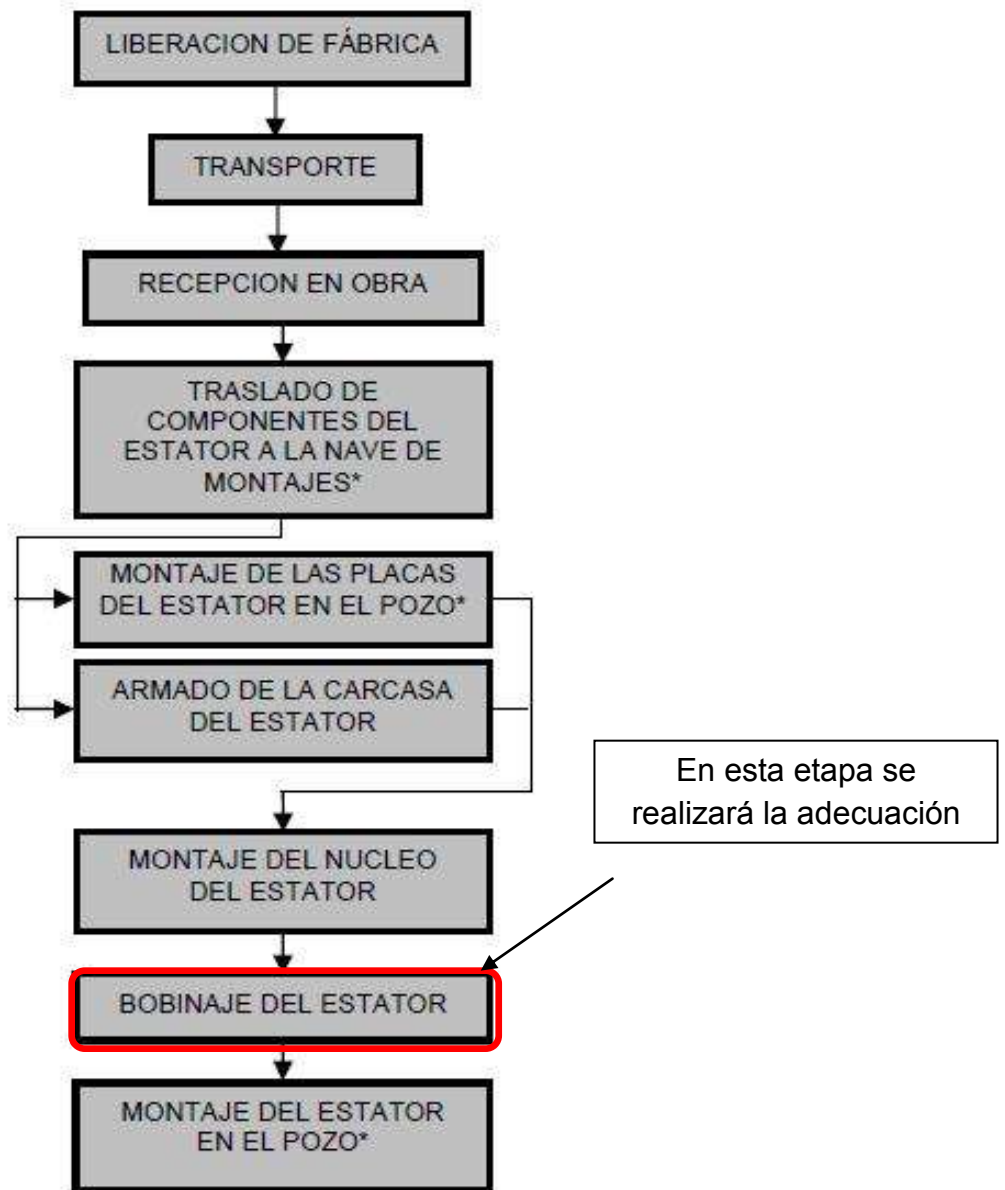
## **6.2 ESTRATEGIAS MÁS IMPORTANTES RECOMENDADAS QUE DEBEN SER EMPLEADO A LA EMPRESA SEGÚN EL ANÁLISIS DOFA**

- ✓ Capacitar al personal con respecto a la automatización del sistema y al manejo de los dispositivos de control de manipulación del estator.
- ✓ Aprovechar el personal calificado a que instruya al resto de los trabajadores.
- ✓ Elaborar planes de mantenimiento preventivos predictivo y correctivos, para sus equipos y herramientas.
- ✓ Elaborar un plan de gestión para minimizar las demoras en recibir los recursos por parte de compra.
- ✓ Capacitar al personal en cuanto a las emergencias que pudieran presentarse, como actuar y cómo prevenir las posibles fallas.
- ✓ Supervisar las condiciones de abastecimiento de material y personal para evitar paradas imprevistas y demoras.

### 6.3 ANÁLISIS DE LA ALTERNATIVA PARA LA ADECUACIÓN TECNOLÓGICA

El análisis de la actividad donde se realizó la adecuación tecnológica o reemplazo total del estator, fue la fase del “**Bobinado del estator**”, las variables o factores de análisis fueron costo y tiempo. Para ello se diseñó un cronograma de actividades del proyecto, donde se presentan las actividades del montaje del estator nuevo (ver apéndice A. Cronograma de actividades en Project):

A continuación en la figura 20 se indican los pasos que se siguieron durante las fases del proyecto de Rehabilitación.



**Figura 22: Fases del proyecto Rehabilitación del Estator**  
**Fuente: Manual de Montaje del Generador IMPSA**

## **6.4 ESTUDIO TÉCNICO DEL ESTATOR PARA LA ADECUACIÓN TECNOLÓGICA**

Para el estudio técnico se entrevistó a los supervisores de la obra para obtener información de las características técnicas de los equipos y de los costo asociados, respondiendo a las siguientes preguntas estratégicas: ¿Qué se hace?, ¿Cómo se hace?, ¿Quien lo hace?, ¿Cuándo se hace?, ¿Para qué se hace? Los resultados obtenidos en dicha entrevista fueron el listado de materiales, equipos, herramientas y mano de obra directa, necesaria para realizar la adecuación tecnológica. Este listado se observara en la tabla 11 y 12 que será utilizada para evaluar los costos de la Adecuación Tecnológica

## **6.5 EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA FASE DEL BOBINADO DEL ESTATOR, BAJO COSTOS ASOCIADOS AL ESTUDIO TÉCNICO**

Para realizar el estudio económico se definió los objetivos, metas y los días que se ejecutarán las actividades del Bobinado del Estator para realizar la evaluación económica o análisis de precios unitarios.

- Objetivos y metas.
- Cronograma de actividades en Microsoft Project (versión 2010).
- Procedimiento de las actividades.
- Formulario para el APU
- Análisis de costos del estator.



Para ello se listó información necesaria tales como: Definición de actividades, materiales y desperdicios, herramientas, equipos, depreciación o alquiler, gestiones administrativas, mano de obra directa y los periodos

vacacionales y prestaciones sociales, mano de obra indirecta, utilidades e imprevistos y los costos asociados a los mismos. Se diseñó en Excel una hoja de cálculo de análisis de precio unitario (Ver apéndice A) Hoja de análisis de precios unitarios).

### 6.5.3 Cálculos para el Análisis de Precios Unitarios

**6.5.3.1 Mano de Obra Directa:** En la tabla 5 se indican los costos de Mano de Obra en base al costo por hora.

**Tabla 5. Costos de Mano de Obra Directa**

<b>Mano de Obra Directa</b>	<b>Salario diario por hora (Bs/hora)</b>
Soldador	40
Obrero de 1era	30
Ayudante	25

Fuente: El Autor

Al conocer el salario de la mano de obra directa se procedió a calcular el monto total tomando en cuenta el tiempo de labor en días, de lunes a sábados en una jornada laboral de 8 horas al día, tal como se muestra en la tabla 6

**Tabla 6. Cálculo del monto total en mano de obra directa del Bobinado del estator**

<b>Mano de Obra Directa</b>	<b>Salario diario por hora (Bs/hora)</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Horas-Hombres</b>	<b>Costo Total</b>
Soldador	40	4	984	157.440
Obrero de 1era	30	5	984	236.160
Ayudante	25	10	984	246.000
<b>Total Mano de Obra Directa (Bs)</b>				<b>639.600</b>

Fuente: El Autor

### 6.5.3.1 Prestaciones Sociales

Para el cálculo de las prestaciones y el porcentaje correspondiente a la duración de esta actividad se procedió al cálculo de prestaciones sociales por trabajador, (Ver tabla 7 y 8)

**Tabla 7. Cálculo de prestaciones sociales del Bobinado del Estator**

Mano de Obra	Salario Anual (Bs)	vacaciones (15 días*sueldo diario) (Bs)	bono vacacional (7 días *sueldo diario) (BS)	horas extras anuales (salario diario/jornada laboral)=salario por hora*1,5	horas nocturnas (salario diario/jornada laboral)=salario por hora*1,8
Soldador 1	39.360	4.800	2.240	60	72
obrero 2	29.520	3.600	1.680	45	54
ayudante 1	24.600	3.000	1.400	37.5	45
<b>total</b>	<b>93.480</b>	<b>11.400</b>	<b>5.320</b>	<b>142.5</b>	<b>171</b>

Fuente: El Autor

**Tabla 8 Continuación del cálculo de prestaciones sociales por cada t rabajador**

días feriados (salario diario x3)	Días de utilidades	Total de Utilidades	Prestaciones por antigüedad (salario integral del mes/días laborables)x5	Prestaciones Sociales	Total (Bs)
960	120	8.132	320	16.704	66.816
720	120	6.099	240	12.558	100.464
600	120	5.082,5	200	10.485	104.850
<b>2.280</b>	<b>360</b>	<b>19.313.5</b>	<b>760</b>	<b>39.747</b>	<b>272.130</b>

Fuente: El Autor

Una de las mejoras fue incluir en la estimación de costos el cálculo de prestaciones sociales cumpliendo con la Ley Orgánica del Trabajo

### 6.5.3.3 Cálculo de día de Alimentación

El cálculo que se realizó son los Bs/día que equivale a 19 Bs multiplicado por la duración de la fase del Bobinado del Estator (123 días hábiles), por la cantidad de trabajadores o mano de obra directa de dicha actividad, tal como muestra en la tabla 9.

**Tabla 9. Cálculo de día de Alimentación**

<b>Cesta de Alimentación</b>	19 Bs/día x 22 Trabajadores	<b>51.414 Bs</b>
------------------------------	-----------------------------	------------------

Fuente: El Autor

Para el cálculo del Costo Unitario de la Mano de Obra Directa Total se suman los resultados de total de Mano de Obra Directa+% prestaciones sociales+ total día de alimentación, tal como se muestran en la tabla 10.

**Tabla 10 Cálculo de Unitario de Mano de Obra**

<b>Cálculo de Unitario de Mano de Obra</b>	<b>Bs</b>
Total de Mano de Obra Directa	639.600
33,33% de prestaciones sociales	272.130
Total día alimenticio	51.414
<b>Total Unitario de Mano de Obra Directa</b>	<b>963.144</b>

Fuente: El Autor

El costo unitario de la mano de obra directa es 963.144 Bs

### 6.5.3.4 Costos Unitarios de Equipos

Este es un aspecto importante en el análisis de costos para posteriormente fijar el precio unitario se explican en forma sencilla los lineamientos a seguir para el cálculo de los costos horarios apegándose a las

normas generales de la Ley de Obras Públicas, que en forma general es aplicada tanto a la industria para estatal centralizada y descentralizada, así como para la industria privada.

Las cifras que se muestran en la tabla 11 y 12 son válidas para condiciones promedio de la operación de la maquinaria, así como se refieren a máquinas nuevas durante el primer año de operación, para el análisis de costos horarios de maquinaria usada, se deberán hacer consideraciones similares con las modificaciones de vida útil, precio de adquisición y reparaciones correspondientes.

#### 6.5.3.5 Factores que Intervienen en el Costo Horario de Maquinaria y Equipo

Para el cálculo de los costos unitarios de los equipos que intervienen en la fase del Bobinado del Estator, cuya duración es de 123 días, se listó los equipos y herramientas necesarias para llevar a cabo las actividades, tal como se muestra en la tabla 11 y 12






**Tabla 11 Lista Herramientas del Bobinado del Estator**

LISTA DE HERRAMIENTAS						
Nº	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL	FOTO
HERRAMIENTAS Y DISPOSITIVOS				Bs		
1	MARTILLOS PARA OPERACIONES DE MONTAJE DE BOBINADO (HIDRÚLICOS)	UNIDAD	12	84.000	1.008.000	
2	PRENSA OLEOHIDRAÚLICAS	UNIDAD	4	80.000	320.000	
3	HERRAMIENTA DE CORTES PARA SUPLEMENTOS	UNIDAD	5	8.900	44.500	

4	ESPÁTULA PARA OPERACIONES DEL MONTAJE DEL BOBINADO	UNIDAD	4	150	600	
5	CALIBRADOR	UNIDAD	6	15.000	90.000	
6	PISTOLA CALIBRE GRAPADORAS	UNIDAD	3	2.500	7.500	
7	CUCHILLAS PARA OPERACIONES DEL BOBINADO	UNIDAD	6	4.000	24.000	
8	LLAVE NEUMATICA	UNIDAD	24	1.500	36.000	
9	DISPOSITIVO PARA COLOCAR LAS CUÑAS DE RANURA	UNIDAD	6	4.000	24.000	
10	SUJETADOR DEL TORNILLO PARA COLCAR LAS BARRAS EN LA RANURA	UNIDAD	12	2.500	30.000	
11	CUÑAS PARA AJUSTAR LAS BARRAS DENTRO DE LA RANURA	UNIDAD	1800	5.000	9.000.000	
12	ESLINGAS (MULTIESLINGAS)	UNIDAD	24	6.900	165.600	
13	ARNES	UNIDAD	2160	650	1.404.000	
14	GATOS HIDRÚLICOS	UNIDAD	10	2.000	20.000	

Fuente: EL Autor

**Tabla 12 Lista de Equipos para el Bobinado del Estator**

EQUIPOS						
1	PERFORADORAS	UNIDAD	4	2.400	9.600	
2	MAQUINA SOLDADORA	UNIDAD	4	14.000	56.000	
3	ESMERIL	UNIDAD	4	4.000	16.000	
4	ASPIRADORAS	UNIDAD	2	2.299	4.598	
5	ELEVADORAS	UNIDAD	2	160.000	320.000	

**Fuente: El Autor**

Se listaron las herramientas y equipos necesarios para realizar el bobinado, investigando en el mercado los precios factibles para la Adecuación Tecnológica, donde se recomienda a la empresa realizar una inversión de equipos y herramientas que serán de gran utilidad para numerosos proyectos, el cálculo del costo total de equipos y herramientas fue el siguiente Ver tabla 13

**Tabla 13. Total de Equipos y Herramientas**

Total de Equipos	406.198
Total de Herramientas	406.198
<b>Total de Equipos y Herramientas</b>	<b>812.396 (Bs)</b>

**Fuente: El Autor**

#### 6.5.3.6 Costo de Depreciación

Se refiere al resultado de la disminución del valor original de la maquinaria como consecuencia de su uso, durante el tiempo de su vida económica. Ver tabla 14

**Tabla 14. Depreciación de equipos de la actividad del Bobinado del Estator a 15 años de vida útil a nivel general**

<b>MUEBLE O EQUIPOS</b>	<b>VALOR (BS)</b>	<b>VIDA UTIL (AÑOS)</b>	<b>DEPRECIACION ANUAL (Bs)</b>	<b>DEPRECIACIÓN MENSUAL (Bs)</b>
Perforadora	2.400	15	160	13,33
Maquina de Soldar	14.000	15	933,33	77,77
Esmeril	4.000	15	266,66	22,22
Aspiradoras	2.299	15	153,26	12,77
Elevadoras	160.000	15	1066,66	88.88
<b>TOTAL</b>	<b>182.699</b>		<b>2.579,91</b>	<b>126,09</b>

Fuente: El Autor

#### 6.5.3.7 Seguros

Se refiere a los posibles accidentes de trabajo como podría ser la destrucción imprevista de un equipo, es un riesgo que se puede cubrir a través de la compra de un seguro o que la empresa decida absorber ese gasto funcionando como autoaseguramiento (ver Tabla15 y 16)



**Tabla 15. Costo de Póliza de Seguros Patrimoniales**

<b>MUEBLE O EQUIPOS</b>	<b>COBERTURA ANUAL</b>	<b>COBERTURA MENSUAL</b>
Perforadora	240	20
Maquina de Soldar	1400	116,66
Esmeril	400	33,33
Aspiradoras	229,9	19,15
Elevadoras	16.000	1333,33
<b>TOTAL</b>	<b>18.269,9</b>	<b>1522,47</b>

Fuente: EL Autor

**Tabla 16 Costo de Gastos Administrativos**

<b>GASTOS ADMINISTRATIVOS</b>	
MANO DE OBRA INDIRECTA	52500
ALQUILER DEL LOCAL	0
SERVICIOS PUBLICOS	0
TRANSPORTE	216000
PUBLICIDAD	0
PAPELERIA	10000
MANTENIMIENTO	0
OTROS GASTOS	150000
REMUNERACION SOCIOS (CON APORTES SOCIALES)	90000
IMPUESTOS (PROVISIONALES Y MUNICIPALES)	10000
<b>TOTAL</b>	<b>528.500 Bs</b>

Fuente: EL Autor

#### **6.5.3.8 Costo Materiales de Consumo**

Para la instalación del Montaje del Bobinado Estatórico es necesario obtener una lista de Materiales de Consumo que son utilizados para la instalación y puesta en marcha del Proyecto de Rehabilitación, los cuales serán complementados con las indicaciones particulares del Supervisor de IMPSA en el sitio de la obra, (Ver tabla de 17).

**Tabla 17 Costo de Materiales de Consumo**

<b>Descripción</b>	<b>Cantidades</b>	<b>Precio Unitario (Bs)</b>	<b>Total (BS)</b>
Vidrios claros y oscuros p/ soldadura	100	300	30.000
Protectores buconasal.	100	200	20.000
2 Cajas de tiza ,10 marcadores industriales.	12	50	600
Escobas	12	20	240
Detergente	40	35	1.400
Diluyente/Dielectrico	200	300	60.000
Pinceles	20	50	1.000
Trapo limpio	200	20	4.000
Baterías p/ linternas.	100	540	54.000
Plástico p/ cubiertas y protecciones	10	25	250
Cinta de enmascarar p/ pintura	20	25	500
Pinceles p/ pintura.	20	50	1.000
Cuerda de piano, día. 0,5 mm.	100	25	2.500
Baldes plásticos y metálicos.	10	30	300
Dispenser de agua Fría y Caliente	2	150	300
Conjunto de ropa de trabajo	40	200	800
Bragas descartables	40	200	800
Cinturones de seguridad	40	100	400
Tapones auditivos	200	100	20.000
Casilla de madera o contenedor para guarda equipos y materiales	1	1000	1.000
<b>TOTAL DE COSTOS DE MATERIALES DE CONSUMO (BS)</b>			<b>729.190</b>

**Fuente: El Autor**

El costo total de Adecuación Tecnológica del Bobinado del Estator se Muestra a Continuación en la Tabla 18.

**Tabla 18 Costo de Total de la Adecuación Tecnológica del Bobinado Estatórico**

<b>COSTO DE TOTAL DEL BOBINADO</b>		<b>Bs</b>
1	COSTO TOTAL DE MANO DE OBRA	963.144
2	TOTAL DE EQUIPO Y HERRAMIENTA	812.396
3	TOTAL DE MATERIALES DE CONSUMO	729.190
4	GASTOS ADMINISTRATIVOS	528.500
<b>TOTAL</b>		<b>3.033.230</b>

**Fuente: El Autor**

El costo total de la Adecuación Tecnológica del bobinado del estator es de 3.033.230 Bs

## **6.6 PLAN DE ADECUACIÓN TECNOLÓGICA**

Se diseñó el Plan de Adecuación Tecnológico bajo estudios anteriormente realizados, dicho plan contiene lo siguiente (Ver apéndice A):

- 1 Cronograma de actividades en Project.
- 2 Análisis de precios unitarios

## CONCLUSIONES

Tomando en cuenta los resultados obtenidos en la investigación, se concluye lo siguiente:

- 1- El estudio de la Adecuación Tecnológica permitió analizar el proceso de Montaje del Estator de la Casa de Máquinas I.
- 2- La investigación determinó que la condición del estator era deficiente por lo que tenía que efectuarse un reemplazo total del mismo.
- 3- Se diseñó un cronograma de actividades en Project para la adecuación tecnológica del estator, definiéndose los objetivos metas y los días en que se efectuaron las actividades.
- 4- La aplicación del análisis DOFA permitió el desarrollo de estrategias de mejora para el estator.
- 5- Se estableció la lista de materiales y equipos que se requieren para la instalación y puesta en servicios del nuevo estator, así como también el costo de los mismos y de la mano de obra calificada.
- 6- Para el cálculo del costo total de la adecuación tecnológica, se aplicó el análisis de precios unitarios determinándose que el costo total del bobinado del estator es de 3.033.230 Bs.
- 7- Se elaboró un plan de adecuación tecnológica el cual facilitó la ejecución del mismo.

8- Los ensayos aplicados por control de calidad determinaron que los componentes del estator cumple con los requisitos exigidos por CVG EDELCA C.A

9- Se verificó que desde el punto de vista técnico y económico el bobinado del estator es factible ya que la empresa cuenta con personal calificado, herramientas y equipos para la realización de esta obra.

## RECOMENDACIONES

En base a los resultados y conclusiones de la investigación se recomiendan las acciones siguientes:

1. Cumplir con todos los requisitos de fabricación y de calidad para el armado del estator.
2. Aplicar todos los ensayos requerido por CVG EDELCA C.A para que el estator cumpla con las funciones requerida por el mismo.
3. Efectuar todas las inspecciones y ensayos previstos en la fabricación del estator.
4. Establecer cláusulas en el contrato sobre transferencias de tecnologías para la fabricación del estator.
5. Elaborar un plan de capacitación al personal de la central Hidroeléctrica sobre aspectos técnicos y también sobre actividades de mantenimiento al estator.
6. Aplicar el cronograma de actividades en Project de la adecuación tecnológica lo cual permitirá llevar el control del mismo.
7. Analizar las estrategias propuestas y seleccionar las que más le convengan a la empresa desde el punto de vista económico.
8. Utilizar la lista de materiales y equipos para futuras Adecuaciones tecnológicas
9. Aplicar el plan de la adecuación tecnológica para llevar una mejor gestión del mismo.

## BIBLIOGRAFÍA

1. **DURAN J. M, GRYNA F.M.;** Análisis y Planeación de la Calidad. Editorial Mc Graw Hill, México, 1992-1993. 3era edición.
2. **Internet e Intranet,** Empresa (IMPESA CARIBE C.A)
3. **Internet e Intranet,** Empresa (C.V.G EDELCA C.A)
4. **MANUAL DE MONTAJE DEL GENERADOR.** (11/12/2009) IMPESA.
5. **ROJAS DE NARVAEZ, ROSA (1997).** Orientaciones Prácticas para la Elaboración de Informes de Investigación. Editorial Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”. Ciudad Guayana Estado-Bolívar, 1997, 2da Edición.
6. **SABINO, CARLOS (2002).** El Proceso de la Investigación. Caracas–Venezuela. Editorial Panapo.
7. **TAMAYO, MARIO (2001).** El Proceso de la Investigación Científica. México D.F. Editorial Limusa.
8. **TARQUIN, A. (1992).** **INGENIERÍA ECONÓMICA.** Editorial Mc Graw Hill. Tercera Edición. México.
9. **THUESEN, H. (1986).** **INGENIERÍA ECONÓMICA.** Prentice-Hall Hispanoamérica, S.A. México.

# Anexos 1

**CARCASA DEL ESTATOR EN PATIO DE ALMACEN (MACAGUA I)**





**Figura 23. Carcasa del Estator, en Patio de Almacén cuatros Sectores que Conforman la Carcasa.**



**Figura 24. Carcasa del Estator Sector Tres**



**Figura 25. Carcasa del Estator para ser Llevado a Nave de Montaje.**



**Figura 26. Llegada de la Carcasa del Estator en Nave de Montaje.**

# Anexos 2

**PREPARACIÓN DEL ÁREA DE MONTAJES PARA EL ARMADO DEL  
ESTATOR EN NAVE DE MONTAJE DE CASA DE MÁQUINAS I**

**SOPORTE DEL COMPAS, CENTRADO**

**Y**

**ARMADO DE LA CARCASA**



**Figura 27. Carcasa del Estator en Nave de Montaje.**



**Figura 28. Proceso de Armado de la Carcasa del Estator en Nave de Montaje.**



**Figura 29. Carcasa del Estator Armada.**



**Figura 30. Montaje y Centrado del Compas.**





**Figura 31. Centrado Final del Compas y Control Dimensional de la Carcasa Antes de la Soldadura.**



**Figura 32. Soldadura de Unión de los Sectores.**

# Anexos 3

APILADO DEL ESTATOR



**Figura 33. Vista Aérea de la Carcasa Del Estator.**



**Figura 34. Control del Conjunto Placas de Presión Inferior y Superior.**





**Figura 35. Proceso de Apilado del Estator.**



**Figura 36 Apilado del Estator.**



**Figura 37. Montaje y Posicionado de Barras Guía.**



**Figura 38. Montaje de Placas de Presión.**



**Figura 39. Montaje y Posición de Barras Guías.**



**Figura 40. Montaje del Total del Apilado.**

# Anexos 4

**Ensayo del Núcleo (Magnetización)**





**Figura 41. Preparación de Equipo.**



**Figura 42. Ensayo de Magnetización.**

# Anexos 5

**TRABAJO FINALES DEL APILADO DEL ESTATOR**



**Figura 43. Reapriete del Núcleo.**



**Figura 44. Control Dimensional del Apilado.**

# Anexos 6

**BOBINADO DEL ESTATOR**





**Figura 45. Barras del Bobinado del Estator.**



**Figura 46. Montajes de Barras Inferiores y Ranuras del Núcleo.**



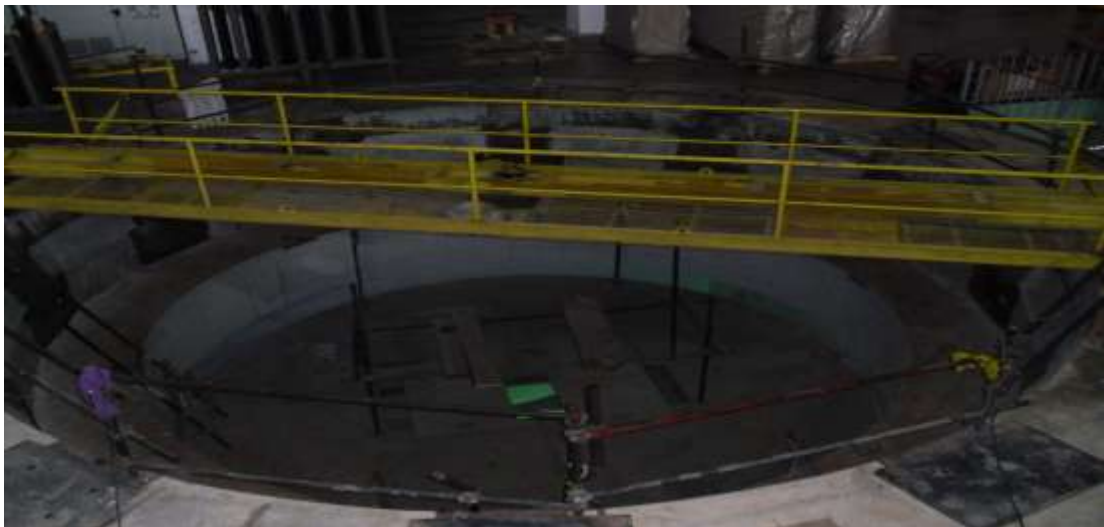
**Figura 47. Montajes de Barras Superiores**



**Figura 48. Soldaduras de Cabezas de Bobinas Superiores.**



**Figura 49. Ensayos Parciales al Bobinado Estatórico.**



**Figura 46. Pozo Recinto de la Unidad cinco del Generador Donde Será Instalado el Estator.**



## **DEDICATORIA**

*Primeramente a Dios Todopoderoso por darme la vida y la Virgen del Valle, por estar siempre a mi lado, cuidar cada uno de mis pasos, protegerme de todo mal y llenarme de Bendiciones en todo momento.*

*A, mi querida y adorada **MADRE Inés Olivier**, por su apoyo y dedicación quien ha sido madre y padre a la vez siempre trabajando duro para darme lo mejor e igual a **PAPA (tío) José Olivier** quien han sido como si fuera mi padre apoyándome y dándome su apoyo, cariño y amor para salir adelante. Cada día esos dos seres me ayudan a fortalecer mis metas estimulándome para lograr mis objetivos, siendo ustedes lo más grande que Dios me ha regalado.*

*A mi hermano **JOSÉ GREGORIO LUNA OLIVIER** y a su esposa **THAYSMAR INAGA DE LUNA**, por darme esa hermosura de sobrina **GREISMAR LUNA INAGA** a quien cada día me alegra la vida con sus travesuras y me da la fortaleza de seguir adelante.*

*A todas aquellas personas que de una u otra forma sirvieron de apoyo en esta etapa de mi vida, tíos (as), primos (as) y demás familiares especialmente a mi abuela **PETRA DE LUNA**, quien siempre estuvo pendiente durante mis carreras profesionales.*

*A mi seres queridos que no forman parte de este mundo y siempre me cuidarán de todo peligro, **MI PADRE LUIS ARMANDO LUNA VASQUEZ**, **MI ABUELA AMPARO JOSEFINA DE OLIVIER Y MI PRIMO RONEL MANUEL LUNA CARRION** que Dios lo tenga en su glorias y en paz descanse.*

***A todos ellos... Mil Bendiciones***

**T.S.U. Luna O, Mariela D.**

## AGRADECIMIENTOS

*Principalmente le Agradezco **A Dios Todopoderoso** por darme la vida y la **Virgen del Valle**, por cuidar cada uno de mis pasos, colmarme de Bendiciones, dándome salud, perseverancia, fuerzas y optimismo para alcanzar mis metas, logros alcanzados y vencer todos los obstáculos*

*A mi madre **Inés Olivier**, a mi papá (**José Olivier**), Tío (**Vicente Olivier**) Sin su apoyo, sus consejos no lo hubiesen logrado, y **Ángel Roja** por Cuidar de mi madre en el momento que no estoy.*

***A LA UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ (UNEXPO)**, por haber sido mi segunda casa por proporcionarme sus aulas para mi formación como ingeniero industrial.*

*A los profesores Ing. **Mirella Andara**, **MSc Iván Turmero**, gracias por guiarme y hacer ver desde otro punto de vista la carrera de Ing. industrial que me motivaron alcanzar mis metas y objetivos.*

*Al profesor Ing. **Andrés Eloy Blanco tutor académico** persona a quien agradezco muchísimo sus consejos a quien le doy mi respeto y admiración.*

*A **IMPASA CARIBE C.A.**, por darme la oportunidad de desarrollar mi trabajo de grado, a mi **tutor industrial**, Ing. **Andreína Romero** por su apoyo y colaboración prestada para la ejecución de este trabajo.*

*A todas aquellas personas que laboran directa e indirectamente el Departamento Aseguramiento y Control de calidad y en el departamento de medio ambiente y seguridad e higiene que me brindaron su apoyo, conocimientos que formaron parte de mi estadía en planta al momento de realizar mi trabajo de grado, como lo son **Virgelys Enis**, **Carla Figuera**, **María Virginia Ascanio**, **Andreína Romero**, **Ingrid Zaragoza**, **Maiquel Castillo**, **Rosana Rodríguez**, **Ivett Calma**, **Luis San Martín**, **Héctor López**, muchas gracias por su amistad, ayuda y colaboración al momento de realizar el trabajo de grado*

*A mis grupos de amigos (as) que formaron parte de la trayectoria en mi carreras por y todos los momentos compartidos como lo son: YessiKa Lozada, Yeilis Martínez Jessica Gómez, Maholys Pérez, Edry Quijada, Ángel Gutiérrez, Lisette Pino, Arnaldo Ávila, Daynubis Campo, Roniel Palomo, Gregorio Antut, Esteban Vargas, Abel Campos, Raicelys Naranjo Luis Vizcaya, Rommer Caraballo y Miguel Torre.*

*A la Sra. Hilda Bolívar y familia por abrirme las puertas de su casa recibirme como un miembro más de su familia e igualmente a sus dos hijas Fabiola e Irama Cedeño y en especial a la niña Sthefany Álvarez por compartir conmigo los momentos más lindo de su vida, Dios y la virgen del Valle la cuiden y la guíen por un buen camino.*

*Al Ing. Edgar Vásquez por su grandiosa colaboración que me prestó, para realizar mí trabajo.*

**Muchas Gracias a Todos**

**T.S.U. Luna O, Mariela D.**