



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN**

**APLICACION DE LAS TECNICAS DE LA REINGENIERIA AL PROCESO DE "GESTION DE OBRA POR TERCEROS" EN EL INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES**

**SEMINARIO DE TITULACION**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:**

**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

**P R E S E N T A :**

**CARLOS ALBERTO GONZALEZ DURAN**

**ASESOR: ING. JUAN DE LA CRUZ HERNANDEZ ZAMUDIO**

**CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.**

**2002**

**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.  
FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES CUAUTITLAN



DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN  
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 51 del Reglamento de Exámenes Profesionales de la FES-Cuautitlán, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Trabajo de Seminario: **"REINGENIERÍA"**

**Aplicación de las técnicas de la Reingeniería al proceso de "Gestión de obra por terceros" en el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares**

que presenta el pasante: **Carlos Alberto González Durán**

con número de cuenta: 8707504-1 para obtener el título de :  
**Ingeniero Mecánico Electricista**

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXÁMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VISTO BUENO.

**ATENTAMENTE**

**"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"**

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 21 de mayo de 2001

MODULO	PROFESOR	FIRMA
<u>1 Y 2</u>	<u>Ing. José Manuel Medina Monroy</u>	<u>[Firma]</u>
<u>3</u>	<u>Ing. Juan de la Cruz Hernández Zamudio</u>	<u>[Firma]</u>
<u>4</u>	<u>Ing. Victor Hugo Álvarez Juárez</u>	<u>[Firma]</u>

# **Gracias**

## **A Dios**

**Por prestarme vida, por permitirme ser lo que soy y estar aquí, rodeado de gente que quiero mucho. Por que sin el, nada en el Universo existiría.**

## **A mis Padres**

**Por traerme a este mundo, apoyarme, guiarme y formarme con principios para que el día de hoy, por fin, pueda escribir estas líneas en mi tesis.**

**A mis Hermanos**

**Por estar siempre donde y cuando los necesite, por ser los mejores amigos y  
compañeros durante toda mi vida.**

## **A Carmen**

**Por ayudarme a dar el último paso en la elaboración de este trabajo y los primeros en muchas cosas más, por ser el motivo que esperaba, por estar conmigo.**

**A la FES Cuautitlan**

**Por darme los conocimientos y técnicas no solo para lograr un Titulo sino  
para poder enfrentar cualquier adversidad que se presente.**

**ÍNDICE**

<b>OBJETIVOS</b>	<b>4</b>
<b>CAPITULO I "REFERENCIA DE LA REINGENIERÍA DE PROCESOS"</b>	<b>5</b>
➤ <b>¿QUÉ ES LA REINGENIERÍA?</b>	<b>5</b>
➤ <b>DEFINICIÓN DE REINGENIERÍA</b>	<b>7</b>
➤ <b>PERSPECTIVA HISTÓRICA</b>	<b>11</b>
➤ <b>DESARROLLO DE LA REINGENIERÍA EN LOS ESTADOS UNIDOS Y CANADÁ</b>	<b>15</b>
➤ <b>RESULTADOS DE LA REINGENIERÍA EN MÉXICO.</b>	<b>16</b>
➤ <b>¿PORQUE PUEDE FRACASAR LA REINGENIERÍA?</b>	<b>22</b>
<b>CAPITULO II "¿QUÉ ES LA ENERGÍA NUCLEAR?"</b>	<b>25</b>
➤ <b>EL ÁTOMO</b>	<b>25</b>
➤ <b>EL NÚCLEO ATÓMICO Y LA RADIOACTIVIDAD</b>	<b>26</b>
➤ <b>FUERZAS NUCLEARES</b>	<b>28</b>
➤ <b>LIBERACIÓN DE LA ENERGÍA NUCLEAR</b>	<b>30</b>
➤ <b>RADIOACTIVIDAD ARTIFICIAL</b>	<b>31</b>
➤ <b>ENERGÍA NUCLEAR DE FISIÓN</b>	<b>32</b>
➤ <b>FUSIÓN NUCLEAR</b>	<b>33</b>
➤ <b>REACTORES DE ENERGÍA NUCLEAR</b>	<b>35</b>
➤ <b>REACTORES DE AGUA LIGERA Y PESADA</b>	<b>35</b>

➤ REACTORES DE PROPULSIÓN	40
➤ REACTORES DE INVESTIGACIÓN	40
➤ REACTORES AUTORREGENERATIVOS	41
➤ ACELERADOR DE PARTÍCULAS	43
➤ LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN DEL ININ	44
➤ CENTROS ESPECIALIZADOS	48
<b>CAPITULO III "EL INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES"</b>	<b>50</b>
➤ INTRODUCCIÓN	50
➤ HISTORIA	50
➤ EL ININ	51
➤ MISIÓN	56
➤ DESARROLLO CIENTÍFICO	56
➤ ESTUDIOS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL.	57
➤ TRANSFERENCIA CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA	58
➤ INSTALACIONES Y LABORATORIOS	59
➤ INSTALACIONES DE IRRADIACIÓN	60
➤ LABORATORIOS DE PRUEBA DE MATERIALES Y EQUIPOS	63
➤ LABORATORIOS ESPECIALES	65
➤ ACTIVIDADES EXCLUSIVAS	68

<b>CAPITULO IV "EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y OBRAS"</b>	<b>69</b>
> <b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>69</b>
> <b>EI INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO Y OBRAS # 6 (IMO-6)</b>	<b>70</b>
Guía para identificación de mantenimiento preventivo de instalaciones	
> <b>EI PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO Y OBRAS # 4</b>	<b>75</b>
(PMO-4) Gestión de obras por Terceros	
<b>CAPITULO V "EJEMPLO PRÁCTICO"</b>	<b>86</b>
> <b>SOLICITANDO UN TRABAJO</b>	<b>86</b>
<b>CAPITULO VI "ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA"</b>	<b>94</b>
> <b>ANÁLISIS DEL EJEMPLO PRÁCTICO</b>	<b>94</b>
> <b>INTRODUCCIÓN A LAS REDES</b>	<b>96</b>
> <b>PROPUESTA DE MEJORA</b>	<b>101</b>
> <b>COMPARACIÓN</b>	<b>103</b>
<b>BENEFICIOS Y AHORROS</b>	<b>108</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>113</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>116</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>119</b>

## **OBJETIVOS**

### **Personales:**

- Alcanzar una de las mayores metas de mi vida, la **TITULACIÓN** como **INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**.
- Elaborar un documento donde se aplique la **REINGENIERÍA** y con este dejar evidencia de los beneficios que se pueden alcanzar.
- Demostrar que con la **REINGENIERÍA** se pueden alcanzar importantes mejoras en cuanto al nivel laboral y por consecuencia una remuneración económica más alta.

### **Para la UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO y la FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN:**

- Aumentar el índice de Titulación.
- Enriquecer la biblioteca con un trabajo práctico sobre la **REINGENIERÍA**.

### **Para el INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES:**

- Elaborar un documento de diagnóstico para mejorar el Procedimiento en **GESTIÓN DE OBRAS POR TERCEROS**.

## CAPITULO I

### REFERENCIA DE LA REINGENIERÍA DE PROCESOS

#### ¿QUÉ ES LA REINGENIERÍA?

Michael Hammer<sup>1</sup> Quien difundió el concepto en 1990, lo definió como un rediseño fundamental y radical de los procesos para obtener mejoras dramáticas en los indicadores críticos de resultados.

Es decir, se enfatiza en la obtención de mejoras importantes en los indicadores de resultados (participación de mercado, ventas, costos, satisfacción del cliente etc.) De nada vale, reducir espectacularmente los desperdicios de una máquina, si esa máquina procesa poca producción y la mejora casi no altera los costos totales de fabricación.

En la reingeniería es importante el análisis estratégico previo y según D. Morris y J. Brandon<sup>2</sup> la reingeniería de una empresa consiste en:

- Redefinir el negocio y determinar el posicionamiento de la empresa en mercado.
- Rediseñar los procesos de trabajo para tener un flujo simple.

<sup>1</sup> Michael Hammer, James Champy, Reingeniería, La Corporación: Un manifiesto de la Revolución de los negocios, Enero 1997.

<sup>2</sup> Reingeniería, Daniel Morris y Joel Brandon, Ed. Mc Graw Hill, 1994

- **Reestructurar para que la organización se encuentre de acuerdo a las modificaciones realizadas.**
- **Revitalizar para obtener competitividad en forma continua.**

**Los conceptos de reingeniería han evolucionado Hammer<sup>3</sup> en 1996 usa la siguiente definición: 'la reingeniería adapta las operaciones a las demandas de un medio que ha cambiado,**

- **con un rediseño radical de los procesos para obtener mejoras en los resultados**
- **con fines defensivos u ofensivos.**

**En los últimos tiempos se ésta usando la palabra "Workflow" como sinónimo de automatización y administración de procesos.**

**El Workflow considera las actividades y tareas relacionadas con la información.**

- **Aplica los mismos conceptos de automatización fabril e ingeniería industrial a la oficina. La oficina es una fabrica de información**

---

<sup>3</sup> **Más allá de la Reingeniería, Como los procesos centrales de la Organización están cambiando nuestro trabajo y nuestras vidas. Datos publicados: Enero 1998.**

- **Se busca eliminar tareas innecesarias (ahorrando tiempo, dinero, el esfuerzo y costos adicionales), y automatizar el resto de las tareas que son necesarias para esos procesos.**

## **DEFINICIÓN DE REINGENIERÍA**

**Reingeniería es el rediseño radical y rápido de los procesos estratégicos de un valor agregado y de los sistemas, las políticas y las estructuras organizacionales que los sustentan para optimizar los flujos de trabajo y la productividad de una organización<sup>4</sup>.**

**Empecemos el examen de esta definición dando una pequeña definición de proceso:**

### **DEFINICIÓN DE PROCESO:**

**Un proceso de negocios es un conjunto de actividades que reciben uno o más insumos para crear un producto de valor para el cliente.**

**Reingeniería no es hacer más con menos, es con menos dar más al cliente. El objetivo es hacer lo que ya estamos haciendo, pero hacerlo mejor, trabajar más inteligentemente.**

---

<sup>4</sup> Material de Reingeniería, Ing. Juan de la Cruz Hernández Zamudio. Abril 2001

Formalmente algunos autores definen la Reingeniería como "la revisión fundamental y el rediseño radical de los procesos de negocios para alcanzar mejoras espectaculares en medidas críticas y contemporáneas de rendimiento tales como costo, calidad, servicio y velocidad". Ahora como podemos observar en esta definición se mencionan 4 palabras que son claves para lograr la reingeniería: Fundamental, Radical, Espectacular y Procesal<sup>5</sup>

### FUNDAMENTAL

La Reingeniería empieza sin ningún preconcepto, es decir, "sin dar nada por sentado", en efecto las compañías que emprenden la reestructuración de los circuitos, deben de cuidarse de los supuestos que la mayoría de los procesos ya se han arraigado a ellas.

Al iniciar un proyecto de reingeniería las preguntas básicas se orientan a responder "por que" se hacen las cosas que se hacen. Ello obliga a examinar reglas implícitas consagradas por la costumbre, no siempre las más adecuadas y convenientes. Resumiendo FUNDAMENTAL es un cuestionario

- ¿Por qué hacemos esto?
- ¿Por qué de esta forma?

---

<sup>5</sup> Material de Reingeniería, Ing. Juan de la Cruz Hernández Zamudio. Abril 2001

## **RADICAL**

La Reingeniería determina primero qué debe hacerse en una compañía, luego como debe hacerlo. Rediseñar de acuerdo con la metodología propuesta por la reingeniería es, "reinventar" el negocio, no mejorarlo o modificarlo con cambios superficiales, si no llegando hasta la raíz de las cosas.

La Reingeniería es Rediseñar los procesos de manera que no estén fragmentados. Esto quiere decir que la compañía se las podrá arreglar sin burocracias e ineficiencias.

**RADICAL** es pues considerablemente diferente al rumbo:

- Atacar la Raíz de las cosas, no hacer cambios superficiales.
- Inventar nuevas formas completas de hacer el trabajo.
- Reinventar lo que hacemos, no lo mejoremos, modifiquemos o alteremos.

## **ESPECTACULAR**

La Reingeniería tiene que buscar una mejora espectacular, no se trata de obtener economías marginales, sino de dinamitar lo existente y cambiarlo enteramente por algo nuevo y mejor.

**Lo ESPECTACULAR tiene que ser dramático, mejoras totales altas.**

- **NO mejoras marginales. (10 %)**
- **Mejoras considerables (50 % - 300 %)**

### **PROCESAL**

**Se define un proceso de negocios como un conjunto de actividades que recibe uno o más insumos y crea un producto o servicio de valor para el cliente.**

**Sistema estructurado de actividades designado a producir un producto y/o servicio específico para un cliente y/o mercado en particular.**

**Lo que la reingeniería quiere hacer con los procesos es:**

- **Empezar de nuevo**
- **Eliminar**
- **Rediseñar**
- **Innovar**
- **Cambio Radical**

## **PERSPECTIVA HISTÓRICA**

¿Es la REINGENIERÍA un nuevo concepto de avance decisivo? Esta es la pregunta que con mayor frecuencia oímos en relación con la reingeniería de procesos (RP). Para contestarla es necesario retroceder al año 1898. Que fue en el que se dio la guerra de los Estados Unidos con España. En esa guerra la Marina de los Estados Unidos disparó un total de 9,500 proyectiles, de los cuales solo 121 (1.3 %)<sup>6</sup> hicieron impacto alguno. Hoy en día este porcentaje nos parece desastroso, pero en 1898 era la máxima eficiencia mundial.

En 1899, haciendo una demostración de liderazgo que ejercía un cañonero naval de precisión, la Marina de los Estados Unidos llevó a cabo una exhibición de práctica de tiro para referenciar su rendimiento. En un total de 25 minutos de fuego contra un blanco que era un buque situado a una distancia de una milla (1.6 Km.), se registraron exactamente dos impactos. Pero en 1902 la Marina de los Estados Unidos podía dar en un blanco parecido cuantas veces disparaba un cañón; el 50% de las balas podían hacer impacto dentro de un cuadro de 1.27 m.

¿Qué había ocurrido en tan poco tiempo para lograr un rendimiento tan espectacular? Para contestar esta pregunta se necesita recordar la historia

---

<sup>6</sup> Como hacer Reingeniería. Raymond L. Manganelli y Mark M. Klein. La guía indispensable para poner en práctica paso a paso la teoría que está cambiando las empresas. Editorial Norma, Pág. 3

de un joven oficial de artillería naval llamado William Sowden Sims, a pesar de no ser un personaje histórico Sims cambió al mundo. Lo cambió en virtud de un proceso que hoy llamamos reingeniería. Hace un siglo apuntar un cañón en alta mar era una cosa muy aleatoria. El cañón, el blanco y los mares se hallaban en movimiento continuo. Los héroes tradicionales de los combates eran los navegantes que maniobraban para colocar el buque en una u otra posición para dar en el blanco. Pero en unas maniobras que se hicieron en el Mar de China, Sims observó los avances decisivos que los ingleses habían empezado a lograr en la precisión de tiro, con sólo ligeras modificaciones en la manera de apuntar y disparar. Sims se preguntó que ocurriría si esas innovaciones se mejoraran más aun y se llevara a cabo en los barcos. Sims descubrió una manera muy sencilla de mejorar espectacularmente la puntería compensando la elevación y el tiempo de balanceo del barco.

Lo primero que sugirió fue reglar la relación de los engranajes de tal manera que el artillero pudiera elevar o bajar fácilmente el cañón siguiendo el blanco en los balanceos del buque. Luego propuso cambiar de sitio la mira del cañón para que el artillero no fuera afectado por el retroceso al disparar. El resultado sería fuego de puntería continua.

Basándose en los extensos cálculos que realizó Sims en sus notas predijo que sus modificaciones tenían el potencial de aumentar su precisión de tiro

en más del 3,000 %, sin costos adicionales, sin usar tecnología y sin aumentar personal de maniobra. Entusiasmado con la perspectiva de proporcionar a la Marina tan importante mejora de su rendimiento, escribió una carta a sus superiores. Solo que su carta no fue tomada en cuenta por el rango que tenía Sims, pero no se limitó a solo una carta por dos años mandó más de una docena de cartas implorando que prestaran oídos a lo que él consideraba ideas novedosas, ideas que podían modificar y mejorar radicalmente el rendimiento de la artillería naval. Pero nadie hacía caso.

Sims perseveró. Nunca perdió de vista su meta. La decimotercera carta la remitió al comandante en jefe, el presidente Teodoro Roosevelt. Este al leerla quedó asombrado y vio el poderoso potencial de la idea de Sims si ese cambio se ponía en práctica vigorosamente. No vaciló. Contestó iracundamente la carta y ordenó que el informe de Sims se distribuyera a todos los oficiales de la Marina de Guerra. Los avances decisivos en productividad fueron enormes, y ¡llegaron al 3,000 por ciento que había profetizado Sims!<sup>7</sup>

Entre las enseñanzas que se pueden derivar de la historia de Sims se cuentan:

---

<sup>7</sup> Como hacer Reingeniería. Raymond L. Manganelli y Mark M. Klein. La guía indispensable para poner en práctica paso a paso la teoría que está cambiando las empresas. Editorial Norma, Pág. 3, 4, 5 y 6 Colombia, Abril 1995

- Reingeniería e innovación decisiva no son cosa nueva. Lo que sí es nuevo es la voluntad de muchos altos ejecutivos de aplicar estas técnicas en su negocio.
- Los avances decisivos ocurren por una "Visión". Sims abrió una brecha en la barrera del pensamiento convencional que había limitado el rendimiento, y logro ver el potencial de mejoramiento radical donde otros solo miraban.
- La terquedad organizacional es siempre el obstáculo número uno.
- Es indispensable el patrocinio de la alta administración. Solo un ejecutivo del más alto nivel, como era Teodoro Roosevelt, puede facultar a un equipo de reingeniería para implementar el cambio técnico y organizacional que se requiere para lograr un avance decisivo en rendimiento.
- El agente del cambio suele ser una persona de fuera o un "contrario". Con frecuencia las mejores ideas para el cambio provienen de un miembro de la organización que no forma parte su estructura normal de poder.
- El benchmarking<sup>8</sup> tiene sus limitaciones. Aun cuando su compañía sea de las más eficientes del mundo, siempre habrá oportunidades de mejorar hasta en un 3000%.

---

<sup>8</sup> Benchmarking, proceso sistemático y continuo para evaluar los productos, servicios y procesos de trabajo de las organizaciones que son reconocidas como representantes de las mejores prácticas, con el propósito de realizar organizaciones. Michael J. Spendolini, Ed. Norma, Enero 1995

- La perseverancia es la mayor virtud. Las ideas radicales no se adoptan siempre a la primera vez que se proponen (¡Sims escribió 13 cartas!)

## **DESARROLLO DE LA REINGENIERÍA EN LOS ESTADOS UNIDOS Y CANADÁ<sup>9</sup>**

Una encuesta realizada por una firma consultora "Deloitte and Touche", de Wilton, Connecticut, dirigida a los gerentes de sistemas de información de las principales empresas de los Estados Unidos y Canadá para evaluar los esfuerzos de sus organizaciones en el área de la reingeniería de procesos, con énfasis en los éxitos obtenidos, los beneficios mas importantes y las mayores dificultades encontradas, arrojó los siguientes resultados, de mas de 400 respuestas:

1. El 80% de las empresas encuestadas tienen por lo menos un proyecto de Reingeniería en curso y el 81% espera que el número de iniciativas aumente en los próximos dos años. En 1993 se iniciaron tres proyectos por empresa en promedio.
2. Las industrias manufactureras han iniciado más proyectos que cualquier otro sector, seguidas por las organizaciones de servicio

---

<sup>9</sup> Reingeniería, Empezar de nuevo. Nereo Roberto Parro, Ed. Macchi, Buenos Aires Argentina, Abril 1996, Pág. 10

médicos y de bancos y entidades financieras, para los procesos rediseñados en 1993.

3. El 68% de los gerentes de sistemas de información se declaró satisfecho con los resultados de los rediseños, mientras que sólo el 5% mostró su disconformidad y el 27% carecía aun de los datos de evaluación
4. Considerados por áreas funcionales los proyectos de reingeniería son más en contabilidad y finanzas, seguidos por procesamiento de ordenes y servicio a clientes.
5. En cuanto a beneficios, los mayores se sitúan en los conceptos de mejorar servicio y calidad.
6. Las dificultades encontradas en la aplicación de la reingeniería también fueron mencionadas, destacándose la resistencia al cambio y las limitaciones de los sistemas existentes.

## **RESULTADOS DE LA REINGENIERÍA EN MÉXICO.**

Aunque la reingeniería en las empresas de México es algo reciente, prácticamente comenzó con la década de los 90's, muchas de las empresas consultadas iniciaron su esfuerzo en este sentido apenas en 1995.

En México se tiene poco conocimiento acerca de la reingeniería de procesos tanto en el ámbito teórico como Práctico. Las razones tienen que ser varias,

de las cuales pudiera destacar la poca permeabilidad que ha tenido esta técnica de las esferas de investigación a las productivas. Tal es el caso de la valiosa información para este trabajo que realizó la revista Expansión.

En base a una encuesta realizada Por la revista Expansión<sup>10</sup> referente al tema de reingeniería en las empresas mexicanas, se extrae la siguiente información:

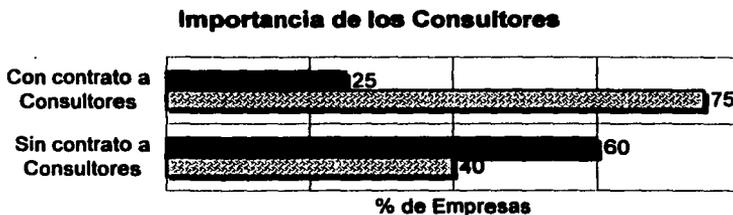
La iniciativa para realizar la reingeniería en las empresas, generalmente fue del director general aunque en algunos casos fue del comité o consejo Ejecutivo del presidente o de los accionistas.

Para el rediseño de los procesos, las empresas contrataron servicios de consultoría , otros más decidieron realizarlo por si mismos, principalmente las de capital extranjero. Siendo los principales rubros de la consultoría para los sistemas, capacitación, desarrollo organizacional, ingeniería industrial y reingeniería. Por otro lado fue mayor la ayuda de consultores en empresas donde el personal manifiesta mayor resistencia al cambio pero pocas lograron derribar las barreras del cambio.

---

<sup>10</sup> Revista EXPANSIÓN. Año XXVIII, No. 693, 19 de Junio de 1996. ¿Cómo le va a su empresa con la Reingeniería? Pág. 34-42

La gráfica No 1 muestra la tendencia de las Empresas a utilizar a los consultores y muestra la indisposición de su contratación en procesos valiosos o de importancia. Esto demuestra el temor de los Directores Generales a la implementación de la Reingeniería mediante gente ajena a sus Empresas y que prefieren implementar los nuevos procesos mediante ellos mismos.

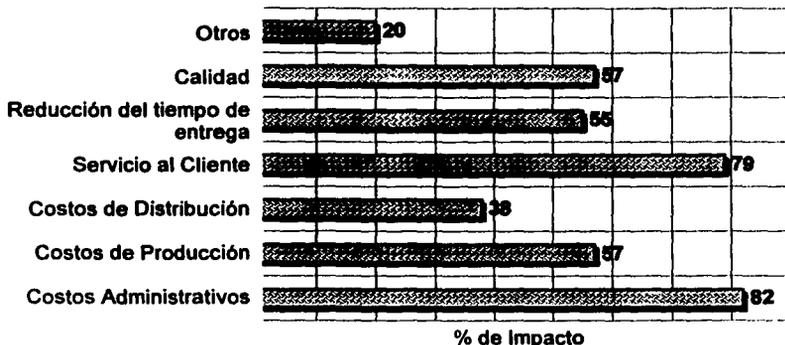


Gráfica No. 1

▨ Procesos Regulares ■ Procesos Valiosos

La mayoría de las empresas coincide que la reingeniería constituye un cambio radical en los procesos del negocio, pero no se trata de modificar cualquier proceso del negocio, la mira esta en los procesos esenciales de la organización. La gráfica No. 2 muestra los procesos que sufren mayor impacto por la Reingeniería.

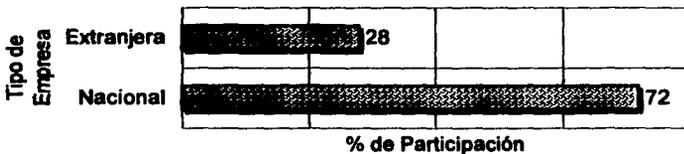
### Principales aspectos impactados por la Reingeniería



Gráfica No 2.

Una Vez Definido el nuevo rumbo de la empresa algunos Directores Generales pasaron la estafeta a sus ejecutivos para realizar el diseño de los procesos, y otros continuaron con el proceso hasta el final. la gráfica No. 3 muestra el porcentaje de participación de los DG en las empresas de capital Nacional y Extranjero.

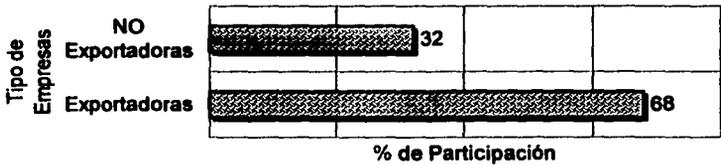
### Participación del DG



Gráfica No. 3

La falta de participación del DG puede conducir al fracaso del proyecto. A continuación se mostrarán algunas graficas referentes a la participación de los DG en los Procesos de la Reingeniería.

**Participación del DG vinculadas al Mercado Mundial**



*Gráfica No. 4*

**Participación más activa del DG**



*Gráfica No. 5*

La lógica de realizar cambios radicales en los procesos de la empresa, genera resistencia pues se espera que muchas cosas se dejen como antes.

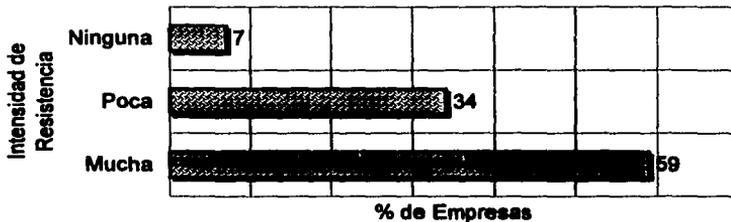
### Empresas que rompieron la barrera del cambio



Figura No. 6

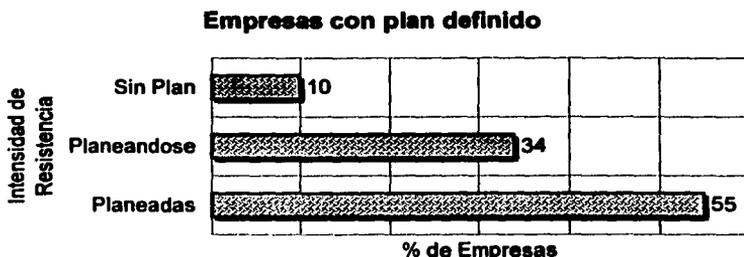
Del total de las empresas consultadas, 59 % registro mucha o alguna resistencia al cambio, 34 % poca resistencia y solo 7 % ninguna resistencia., como se muestra en la gráfica No. 7

### Resistencia al Cambio



Gráfica No. 7

Para desarrollar el cambio 55% de las empresas desarrollaron un plan de transición, 34 % apenas los están desarrollando y un 11 % no realizó nada al respecto, como se ve en la gráfica No. 8



*Gráfica No. 8*

## ¿PORQUE PUEDE FRACASAR LA REINGENIERÍA?

Se terminara este capitulo mencionando que no todas las veces que se implanta o se pretende implantar la Reingeniería triunfa.

Según Hammer y Champy<sup>11</sup> se estima que entre el 50 y el 75% de las organizaciones que inician proyectos de reingeniería no obtienen resultados espectaculares que esperaban, y mencionan como causas principales las siguientes:

<sup>11</sup> Michael Hammer, James Champy, Reingeniería, La Corporación: Un manifiesto de la Revolución de los negocios, Enero 1987.

1. **Tratar de corregir un proceso en vez de cambiarlo;**
2. **No concentrar el esfuerzo en los procesos;**
3. **Desestimar las opiniones de los empleados;**
4. **Aceptar resultados de poca importancia;**
5. **Abandonar el esfuerzo antes de tiempo;**
6. **Tolerar que la cultura y actitudes existentes se opongan a la reingeniería;**
7. **Asignar el liderazgo del proyecto a alguien no capacitado para ello;**
8. **Limitar los recursos asignados a la reingeniería;**
9. **Diluir los proyectos de reingeniería en el resto de las actividades de la empresa;**
10. **Encarar un gran número de proyectos simultáneamente;**
11. **Insistir en rediseñar ante el inminente retiro del ejecutivo máximo;**
12. **Confundir reingeniería con programas de mejoramiento;**
13. **Concentrarse exclusivamente en el rediseño, en detrimento de la implementación;**
14. **Querer complacer a todo el mundo;**
15. **No superar las resistencias;**
16. **Prolongar demasiado el desarrollo de los proyectos;**

Por otra parte se han visto otras causas de probables fracasos de la reingeniería.

1. No proveer estrategias vinculantes;
2. No definir claramente las metas y políticas;
3. No definir la justificación de aspectos críticos;
4. Considerar que la reingeniería es un proceso de "abajo hacia arriba";
5. No dedicar tiempo suficiente a las comunicaciones e informes de avance;
6. No conducir en forma efectiva a la resistencia inherente al cambio;
7. No asignar los suficientes recursos y tiempo a los proyectos;
8. No proveer retroalimentación en el apoyo directivo;
9. No instalar nuevos sistemas de evaluación.

## CAPITULO II

### ¿QUE ES LA ENERGÍA NUCLEAR?<sup>12</sup>

#### EL ÁTOMO

En la antigua Grecia, la palabra "átomo" se empleaba para referirse a la parte de materia más pequeña que podía concebirse. Esa "partícula fundamental", se consideraba indestructible. De hecho, átomo significa en griego "no divisible".

El conocimiento del tamaño y la naturaleza del átomo avanzó muy lentamente a lo largo de los siglos ya que la gente se limitaba a especular sobre él, con la llegada de la *ciencia* experimental en los siglos XVI y XVII, los avances en la teoría atómica se hicieron más rápidos. Los químicos se dieron cuenta muy pronto de que todos los líquidos, gases y sólidos pueden descomponerse en *elementos*. Por ejemplo, se descubrió que la sal se componía de dos elementos diferentes, el sodio y el cloro, en tanto que, el aire, es una *mezcla* de los gases nitrógeno y oxígeno.

Actualmente, sabemos que el átomo está formado por un pequeño núcleo, cargado positivamente, rodeado de electrones. El núcleo, que contiene la mayor parte de la masa del átomo, está compuesto a su vez de neutrones y

---

<sup>12</sup> <http://www.inin.mx/>

protones, unidos por fuerzas nucleares muy intensas, mucho mayores que las fuerzas eléctricas que ligan los electrones al núcleo; respecto a el tamaño y masa del átomo, por ejemplo, tenemos que el hidrógeno (el más ligero de todos), tiene un diámetro de aproximadamente  $10^{-10}$  m (0.000000001 m) y una masa alrededor de  $1.7 \times 10^{-27}$  Kg. (la fracción de un kilogramo representada por 17 precedido de 26 ceros y un punto decimal). Un átomo es tan pequeño que una sola gota de agua contiene más de mil trillones de átomos.

## EL NÚCLEO ATÓMICO Y LA RADIATIVIDAD

Una serie de descubrimientos importantes realizados hacia finales del siglo XIX dejó claro que el átomo no era una partícula sólida de materia que no pudiera ser dividida en partes más pequeñas. En 1895, el científico alemán *Wilhelm Conrad Roentgen* anunció el descubrimiento de los rayos X, que pueden atravesar láminas finas de plomo. En 1897, el físico inglés *J. J. Thomson* descubrió el electrón, una partícula con una masa muy inferior al de cualquier átomo, y, en 1896, el físico francés *Antoine Henri Becquerel* comprobó que determinadas sustancias, como las sales de uranio, generaban rayos penetrantes de origen misterioso. El matrimonio de científicos franceses formado por *Marie y Pierre Curie* aportó una contribución adicional a la comprensión de esas sustancias "radiactivas". Como resultado de las investigaciones del físico británico *Ernest Rutherford*,

se demostró que el uranio y algunos otros elementos pesados, como el torio o el radio, emiten tres clases diferentes de radiación, inicialmente denominadas rayos alfa ( $\alpha$ ), beta ( $\beta$ ) y gamma ( $\gamma$ ). Las dos primeras, que según se averiguó están formadas por partículas eléctricamente cargadas, se denominan actualmente partículas alfa y beta. Posteriormente se comprobó que las partículas alfa son núcleos de helio (ver más abajo) y las partículas beta son electrones. Estaba claro que el átomo se componía de partes más pequeñas. Los rayos gamma fueron finalmente identificados como ondas electromagnéticas, similares a los rayos X pero con menor longitud de onda.

El descubrimiento de la naturaleza de las emisiones radiactivas permitió a los físicos profundizar en el átomo, que según se vio consistía principalmente en espacio vacío. En el centro de ese espacio se encuentra el núcleo, que sólo mide, aproximadamente, una diezmilésima parte del diámetro del átomo. *Rutherford* dedujo que la masa del átomo está concentrada en su núcleo. También postuló que los electrones, de los que ya se sabía que formaban parte del átomo, viajaban en órbitas alrededor del núcleo. El núcleo tiene una carga eléctrica positiva; los electrones tienen carga negativa. La suma de las cargas de los electrones es igual en magnitud a la carga del núcleo, por lo que el estado eléctrico normal del átomo es neutro.

En 1919, *Rutherford* expuso gas nitrógeno a una fuente radiactiva que emitía partículas alfa. Algunas de estas partículas colisionaban con los núcleos de los átomos de nitrógeno. Como resultado de estas colisiones, los átomos de nitrógeno se transformaban en átomos de oxígeno. El núcleo de cada átomo transformado emitía una partícula positivamente cargada. Se comprobó que esas partículas eran idénticas a los núcleos de átomos de hidrógeno. Se las denominó protones. Las investigaciones posteriores demostraron que los protones forman parte de los núcleos de todos los elementos.

No se conocieron más datos sobre la estructura del núcleo hasta 1932, cuando el físico británico *James Chadwick* descubrió en el núcleo otra partícula, el neutrón, que tiene casi exactamente la misma masa que el protón pero carece de carga eléctrica. Entonces se vio que el núcleo está formado por protones y neutrones. En cualquier átomo dado, el número de protones es igual al número de electrones y, por tanto, al número atómico del átomo.

## **FUERZAS NUCLEARES**

La teoría nuclear moderna se basa en la idea de que los núcleos están formados por neutrones y protones que se mantienen unidos por fuerzas "nucleares" extremadamente poderosas. Para estudiar estas fuerzas nucleares, los físicos tienen que perturbar los neutrones y protones

bombardeándolos con partículas extremadamente energéticas. Estos bombardeos han revelado más de 200 partículas elementales, minúsculos trozos de materia, la mayoría de los cuales, sólo existe durante un tiempo mucho menor a una cienmillonésima de segundo.

Este mundo subnuclear salió a la luz por primera vez en los rayos cósmicos. Estos rayos están constituidos por partículas altamente energéticas que bombardean constantemente la Tierra desde el espacio exterior; muchas de ellas atraviesan la atmósfera y llegan incluso a penetrar en la corteza terrestre. La radiación cósmica incluye muchos tipos de partículas, de las que algunas tienen energías que superan con mucho a las logradas en los aceleradores de partículas. Cuando estas partículas de alta energía chocan contra los núcleos, pueden crearse nuevas partículas. Entre las primeras en ser observadas estuvieron los muones (detectados en 1937). El muón es esencialmente un electrón pesado, y puede tener carga positiva o negativa. Es aproximadamente 200 veces más pesado que un electrón. La existencia del pión fue profetizada en 1935 por el físico japonés *Yukawa Hideki*, y fue descubierto en 1947. Según la teoría más aceptada, las partículas nucleares se mantienen unidas por "fuerzas de intercambio" en las que se intercambian constantemente piones comunes a los neutrones y los protones. La unión de los protones y los neutrones a través de los piones es similar a la unión en una molécula de dos átomos que comparten o intercambian un par de

electrones común. El pión, aproximadamente 270 veces más pesado que el electrón, puede tener carga positiva, negativa o nula.

## **LIBERACIÓN DE LA ENERGÍA NUCLEAR**

En 1905, *Albert Einstein* desarrolló la ecuación que relaciona la masa y la energía,  $E = mc^2$ , como parte de su teoría de la relatividad especial. Dicha ecuación afirma que una masa determinada ( $m$ ) está asociada con una cantidad de energía ( $E$ ) igual a la masa multiplicada por el cuadrado de la velocidad de la luz ( $c$ ). Una cantidad muy pequeña de masa equivale a una cantidad enorme de energía. Como más del 99% de la masa del átomo reside en su núcleo, cualquier liberación de grandes cantidades de energía atómica debe provenir del núcleo.

Hay dos procesos nucleares que tienen gran importancia práctica porque proporcionan cantidades enormes de energía: la fisión nuclear —la escisión de un núcleo pesado en núcleos más ligeros— y la fusión termonuclear —la unión de dos núcleos ligeros (a temperaturas extremadamente altas) para formar un núcleo más pesado. El físico estadounidense de origen italiano *Enrico Fermi* logró realizar la fisión en 1934, pero la reacción no se reconoció como tal hasta 1939, cuando los científicos alemanes *Otto Hahn* y *Fritz Strassmann* anunciaron que habían fisionado núcleos de uranio bombardeándolos con neutrones. Esta reacción libera a su vez neutrones,

con lo que puede causar una reacción en cadena con otros núcleos. En la explosión de una bomba atómica se produce una reacción en cadena incontrolada. Las reacciones controladas, por otra parte, pueden utilizarse para producir calor y generar así energía eléctrica, como ocurre en los reactores nucleares.

La fusión termonuclear se produce en las estrellas, entre ellas el Sol, y constituye su fuente de calor y luz. La fusión incontrolada se da en la explosión de una bomba de hidrógeno. En la actualidad, se está intentando desarrollar un sistema de fusión controlada.

## **RADIOACTIVIDAD ARTIFICIAL**

Los experimentos llevados a cabo por los físicos franceses *Frédéric e Irene Joliot-Curie* a principios de la década de 1930 demostraron que los átomos estables de un elemento pueden hacerse artificialmente radiactivos bombardeándolos adecuadamente con partículas nucleares o rayos. Estos isótopos radiactivos (radioisótopos) se producen como resultado de una reacción o transformación nuclear. En dichas reacciones, los algo más de 270 isótopos que se encuentran en la naturaleza sirven como objetivo de proyectiles nucleares.

## **ENERGÍA NUCLEAR DE FISIÓN**

Las dos características fundamentales de la fisión nuclear en cuanto a la producción práctica de energía nuclear resultan evidentes en la ecuación expuesta anteriormente. En primer lugar, la energía liberada por la fisión es muy grande. La fisión de 1 Kg. de uranio 235 libera 18,7 millones de kilovatios hora en forma de calor. En segundo lugar, el proceso de fisión iniciado por la absorción de un neutrón en el uranio 235 libera un promedio de 2,5 neutrones en los núcleos fisionados. Estos neutrones provocan rápidamente la fisión de varios núcleos más, con lo que liberan otros cuatro o más neutrones adicionales e inician una serie de fisiones nucleares automantenidas, una reacción en cadena que lleva a la liberación continuada de energía nuclear.

El uranio presente en la naturaleza sólo contiene un 0,71% de uranio 235; el resto corresponde al isótopo no fisionable uranio 238. Una masa de uranio natural, por muy grande que sea, no puede mantener una reacción en cadena, porque sólo el uranio 235 es fácil de fisionar. Es muy improbable que un neutrón producido por fisión, con una energía inicial elevada de aproximadamente 1 MeV, inicie otra fisión, pero esta probabilidad puede aumentarse cientos de veces si se frena el neutrón a través de una serie de colisiones elásticas con núcleos ligeros como hidrógeno, deuterio o carbono.

En ello se basa el diseño de los reactores de fisión empleados para producir energía.

En diciembre de 1942, en la Universidad de Chicago (EE.UU.), el físico italiano *Enrico Fermi* logró producir la primera reacción nuclear en cadena. Para ello empleó un conjunto de bloques de uranio natural distribuidos dentro de una gran masa de grafito puro (una forma de carbono). En la 'pila' o reactor nuclear de Fermi, el 'moderador' de grafito frenaba los neutrones y hacía posible la reacción en cadena.

## **FUSIÓN NUCLEAR**

La liberación de energía nuclear puede producirse en el extremo bajo de la curva de energías de enlace a través de la fusión de dos núcleos ligeros en uno más pesado. La energía irradiada por el Sol se debe a reacciones de fusión de esta clase que se producen en su interior a gran profundidad. A las enormes presiones y temperaturas que existen allí, los núcleos de hidrógeno se combinan a través de una serie de reacciones que equivalen a la ecuación (1) y producen casi toda la energía liberada por el Sol. En estrellas más masivas que el Sol, otras reacciones llevan al mismo resultado.

La fusión nuclear artificial se consiguió por primera vez a principios de la década de 1930, bombardeando un blanco que contenía deuterio (el isótopo

de hidrógeno de masa 2) con deuterones (núcleos de deuterio) de alta energía mediante un ciclotrón (véase Aceleradores de partículas). Para acelerar el haz de deuterones se necesitaba una gran cantidad de energía, de la que la mayoría aparecía como calor en el blanco. Eso hacía que no se produjera una energía útil neta.

En las reacciones de fisión estudiadas anteriormente, el neutrón, que no tiene carga eléctrica, puede acercarse fácilmente a un núcleo fisionable (por ejemplo, uranio 235) y reaccionar con él. En una reacción de fusión típica, en cambio, cada uno de los dos núcleos que reaccionan tiene una carga eléctrica positiva, y antes de que puedan unirse hay que superar la repulsión natural que ejercen entre sí, llamada repulsión de *Coulomb*.

Los materiales ordinarios no pueden contener un plasma lo suficientemente caliente para que se produzca la fusión. El plasma se enfriaría muy rápidamente, y las paredes del recipiente se destruirían por las altas temperaturas. Sin embargo, como el plasma está formado por núcleos y electrones cargados, que se mueven en espiral alrededor de líneas de campo magnético intensas, el plasma puede contenerse en una zona de campo magnético de la forma apropiada.

Si la energía de fusión llega a ser practicable, ofrecería las siguientes ventajas:

- 1) una fuente ilimitada de combustible, el deuterio procedente de los océanos;
- 2) imposibilidad de un accidente en el reactor, ya que la cantidad de combustible en el sistema es muy pequeña, y
- 3) residuos mucho menos radiactivos y más sencillos de manejar que los procedentes de sistemas de fisión.

## **REACTORES DE ENERGÍA NUCLEAR**

Los primeros reactores nucleares a gran escala se construyeron en 1944 en Hanford, en el estado de Washington (EE.UU.), para la producción de material para armas nucleares. El combustible era uranio natural; el moderador, grafito. Estas plantas producían plutonio mediante la absorción de neutrones por parte del uranio 238; el calor generado no se aprovechaba.

## **REACTORES DE AGUA LIGERA Y PESADA**

En todo el mundo se han construido diferentes tipos de reactores (caracterizados por el combustible, moderador y refrigerante empleados) para la producción de energía eléctrica. Por ejemplo, en Estados Unidos, con pocas excepciones, los reactores para la producción de energía emplean como combustible nuclear óxido de uranio isotópicamente enriquecido, con un 3% de uranio 235. Como moderador y refrigerante se emplea agua

normal muy purificada. Un reactor de este tipo se denomina reactor de agua ligera (RAL).

En el reactor de agua a presión (RAP), una versión del sistema RAL, el refrigerante es agua a una presión de unas 150 atmósferas. El agua se bombea a través del núcleo del reactor, donde se calienta hasta unos 325 °C. El agua sobrecalentada se bombea a su vez hasta un generador de vapor, donde a través de intercambiadores de calor calienta un circuito secundario de agua, que se convierte en vapor. Este vapor propulsa uno o más generadores de turbinas que producen energía eléctrica, se condensa, y es bombeado de nuevo al generador de vapor. El circuito secundario está aislado del agua del núcleo del reactor, por lo que no es radiactivo. Para condensar el vapor se emplea un tercer circuito de agua, procedente de un lago, un río o una torre de refrigeración. La vasija presurizada de un reactor típico tiene unos 15 m de altura y 5 m de diámetro, con paredes de 25 cm de espesor. El núcleo alberga unas 80 toneladas de óxido de uranio, contenidas en tubos delgados resistentes a la corrosión y agrupados en un haz de combustible.

En el reactor de agua en ebullición (RAE), otro tipo de RAL, el agua de refrigeración se mantiene a una presión algo menor, por lo que hierve dentro del núcleo. El vapor producido en la vasija presurizada del reactor se dirige directamente al generador de turbinas, se condensa y se bombea de vuelta

al reactor. Aunque el vapor es radiactivo, no existe un intercambiador de calor entre el reactor y la turbina, con el fin de aumentar la eficiencia. Igual que en el RAP, el agua de refrigeración del condensador procede de una fuente independiente, como un lago o un río.

El nivel de potencia de un reactor en funcionamiento se mide constantemente con una serie de instrumentos térmicos, nucleares y de flujo. La producción de energía se controla insertando o retirando del núcleo un grupo de barras de control que absorben neutrones. La posición de estas barras determina el nivel de potencia en el que la reacción en cadena se limita a automantenerse.

Durante el funcionamiento, e incluso después de su desconexión, un reactor grande de 1.000 megavatios (MW) contiene una radiactividad de miles de millones de curios. La radiación emitida por el reactor durante su funcionamiento y por los productos de la fisión después de la desconexión se absorbe mediante blindajes de hormigón de gran espesor situados alrededor del reactor y del sistema primario de refrigeración. Otros sistemas de seguridad son los sistemas de emergencia para refrigeración de este último, que impiden el sobrecalentamiento del núcleo en caso de que no funcionen los sistemas de refrigeración principales. En la mayoría de los países también existe un gran edificio de contención de acero y hormigón para

impedir la salida al exterior de elementos radiactivos que pudieran escapar en caso de una fuga.

Aunque al principio de la década de 1980 había 100 centrales nucleares en funcionamiento o en construcción en Estados Unidos, tras el accidente de Three Mile Island (ver más adelante) la preocupación por la seguridad y los factores económicos se combinaron para bloquear el crecimiento de la energía nuclear. Desde 1979, no se han encargado nuevas centrales nucleares en Estados Unidos y no se ha permitido el funcionamiento de algunas centrales ya terminadas. En 1990, alrededor del 20% de la energía eléctrica generada en Estados Unidos procedía de centrales nucleares, mientras que este porcentaje es casi del 75% en Francia.

En el periodo inicial del desarrollo de la energía nuclear, en los primeros años de la década de 1950, sólo disponían de uranio enriquecido Estados Unidos y la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS). Por ello, los programas de energía nuclear de Canadá, Francia y Gran Bretaña se centraron en reactores de uranio natural, donde no puede emplearse como moderador agua normal porque absorbe demasiados neutrones. Esta limitación llevó a los ingenieros canadienses a desarrollar un reactor enfriado y moderado por óxido de deuterio ( $D_2O$ ), también llamado agua pesada. El sistema de reactores canadienses de deuterio-uranio (CANDU), empleado en

20 reactores, ha funcionado satisfactoriamente, y se han construido centrales similares en la India, Argentina y otros países.

En Gran Bretaña y Francia, los primeros reactores de generación de energía a gran escala utilizaban como combustible barras de metal de uranio natural, moderadas por grafito y refrigeradas por dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) gaseoso a presión. En Gran Bretaña, este diseño inicial fue sustituido por un sistema que emplea como combustible uranio enriquecido. Más tarde se introdujo un diseño mejorado de reactor, el llamado reactor avanzado refrigerado por gas (RAG). En la actualidad, la energía nuclear representa casi una cuarta parte de la generación de electricidad en el Reino Unido. En Francia, el tipo inicial de reactor se reemplazó por el RAP de diseño estadounidense cuando las plantas francesas de enriquecimiento isotópico empezaron a proporcionar uranio enriquecido. Rusia y los otros Estados de la antigua URSS tienen un amplio programa nuclear, con sistemas moderados por grafito y RAP. A principios de la década de 1990, estaban en construcción en todo el mundo más de 120 nuevas centrales nucleares.

En España, la tecnología adoptada en los reactores de las centrales nucleares es del tipo de agua ligera; sólo la central de Vandellòs tiene reactor de grafito refrigerado con  $\text{CO}_2$ .

## **REACTORES DE PROPULSIÓN**

Para la propulsión de grandes buques de superficie, como el portaaviones estadounidense *Nimitz*, se emplean reactores nucleares similares al RAP. La tecnología básica del sistema RAP fue desarrollada por primera vez en el programa estadounidense de reactores navales dirigido por el almirante Hyman George Rickover. Los reactores para propulsión de submarinos suelen ser más pequeños y emplean uranio muy enriquecido para que el núcleo pueda ser más compacto. Estados Unidos, Gran Bretaña, Rusia y Francia disponen de submarinos nucleares equipados con este tipo de reactores.

Estados Unidos, Alemania y Japón utilizaron durante periodos limitados tres cargueros oceánicos experimentales con propulsión nuclear. Aunque tuvieron éxito desde el punto de vista técnico, las condiciones económicas y las estrictas normas portuarias obligaron a suspender dichos proyectos. Los soviéticos construyeron el primer rompehielos nuclear, el *Lenin*, para emplearlo en la limpieza de los pasos navegables del Ártico.

## **REACTORES DE INVESTIGACIÓN**

En muchos países se han construido diversos reactores nucleares de pequeño tamaño para su empleo en formación, investigación o producción de isótopos radiactivos. Estos reactores suelen funcionar con niveles de

potencia del orden de 1 MW, y es más fácil conectarlos y desconectarlos que los reactores más grandes utilizados para la producción de energía.

Una variedad muy empleada es el llamado reactor de piscina. El núcleo está formado por material parcial o totalmente enriquecido en uranio 235, contenido en placas de aleación de aluminio y sumergido en una gran piscina de agua que sirve al mismo tiempo de refrigerante y de moderador. Pueden colocarse sustancias directamente en el núcleo del reactor o cerca de éste para ser irradiadas con neutrones. Con este reactor pueden producirse diversos isótopos radiactivos para su empleo en medicina, investigación e industria (véase isótopo trazador). También pueden extraerse neutrones del núcleo del reactor mediante tubos de haces, para utilizarlos en experimentos.

## **REACTORES AUTORREGENERATIVOS**

Existen yacimientos de uranio, la materia prima en la que se basa la energía nuclear, en diversas regiones del mundo. No se conoce con exactitud sus reservas totales, pero podrían ser limitadas a no ser que se empleen fuentes de muy baja concentración, como granitos y esquistos. Un sistema ordinario de energía nuclear tiene un periodo de vida relativamente breve debido a su muy baja eficiencia en el uso del uranio: sólo aprovecha aproximadamente el 1% del contenido energético del uranio.

La característica fundamental de un 'reactor autorregenerativo' es que produce más combustible del que consume. Lo consigue fomentando la absorción de los neutrones sobrantes por un llamado material fértil. Existen varios sistemas de reactor autorregenerativo técnicamente factibles. El que más interés ha suscitado en todo el mundo emplea uranio 238 como material fértil. Cuando el uranio 238 absorbe neutrones en el reactor, se convierte en un nuevo material fisionable, el plutonio, a través de un proceso nuclear conocido como desintegración  $\beta$  (beta).

El sistema autorregenerativo a cuyo desarrollo se ha dedicado más esfuerzo es el llamado reactor autorregenerativo rápido de metal líquido (RARML). Para maximizar la producción de plutonio 239, la velocidad de los neutrones que causan la fisión debe mantenerse alta, con una energía igual o muy poco menor que la que tenían al ser liberados. El reactor no puede contener ningún material moderador, como el agua, que pueda frenar los neutrones. El líquido refrigerante preferido es un metal fundido como el sodio líquido. El sodio tiene muy buenas propiedades de transferencia de calor, funde a unos 100 °C y no hierve hasta unos 900 °C. Sus principales desventajas son su reactividad química con el aire y el agua y el elevado nivel de radiactividad que se induce en el sodio dentro del reactor.

En Estados Unidos, el desarrollo del sistema RARML comenzó antes de 1950, con la construcción del primer reactor autorregenerativo experimental, el llamado EBR-1. Un programa estadounidense más amplio en el río Clinch fue cancelado en 1983, y sólo se ha continuado el trabajo experimental. En Gran Bretaña, Francia, Rusia y otros Estados de la antigua URSS funcionan reactores autorregenerativos, y en Alemania y Japón prosiguen los trabajos experimentales.

## **ACELERADORES DE PARTÍCULAS**

Alrededor de 1930, el físico estadounidense Ernest O. Lawrence desarrolló un acelerador de partículas llamado ciclotrón. Esta máquina genera fuerzas eléctricas de atracción y repulsión que aceleran las partículas atómicas confinadas en una órbita circular mediante la fuerza electromagnética de un gran imán. Las partículas se mueven hacia afuera en espiral bajo la influencia de estas fuerzas eléctricas y magnéticas, y alcanzan velocidades extremadamente elevadas. La aceleración se produce en el vacío para que las partículas no colisionen con moléculas de aire. A partir del ciclotrón se desarrollaron otros aceleradores capaces de proporcionar energías cada vez más altas a las partículas. Como los aparatos necesarios para generar fuerzas magnéticas intensas son colosales, los aceleradores de alta energía suponen instalaciones enormes y costosas.

ÁREAS DE OPORTUNIDAD	LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN DEL ININ		
	LÍNEAS DE DESARROLLO	TEMAS ESPECÍFICOS	PROYECTOS
I. DESARROLLO CIENTÍFICO	I.1 Estudio y Desarrollo de Nuevos Materiales	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Nuevos Materiales del Carbón.</li> <li>➤ Polímeros.</li> <li>➤ Modificación de Materiales.</li> <li>➤ Zeolitas, Arcillas y Cerámicos.</li> <li>➤ Cerámicos de Alta Dureza.</li> <li>➤ Nanoestructuras.</li> </ul>	Los proyectos propuestos a desarrollarse durante 1996 se derivan de los temas específicos.
	I.2 Caracterización de Materiales	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Microanálisis con Técnicas Nucleares y Convencionales</li> <li>➤ Materiales Dosimétricos.</li> <li>➤ Intercambio Isotópico en Sólidos.</li> <li>➤ Espectroscopia.</li> </ul>	

	<b>I.3</b> Estudio de Fuentes Alternas de Energía	> Producción y Almacenamiento de Hidrógeno. > Investigación sobre Plasmas. > Modelos Hidrodinámicos de Plasmas.	
	<b>I.4</b> Investigación en Materiales de Transición Interna	> Química de Lantánidos y Actínidos.	
<b>II.</b> <b>PROTECCIÓN</b>  <b>AMBIENTAL</b>	<b>II.1</b> Tratamiento de Residuos Peligrosos	> Extracción y Degradación de Residuos Peligrosos. > Tratamiento de Aguas Provenientes de Procesos Industriales.	
	<b>II.2</b> Diagnóstico de Contaminantes	> Origen y Dinámica de Contaminantes Atmosféricos. > Contaminación de Cuerpos de Agua.	

	<p><b>II.3 Técnicas Nucleares en la Conservación de Bienes Culturales</b></p>	<p>➤ Aplicación de Técnicas Nucleares y Convencionales a la Preservación del Patrimonio Histórico y Cultural Nacional</p>	
<p><b>III. TRANSFERENCIA CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA</b></p>	<p><b>III.1 Estudios y Aplicación de la Radiación</b></p>	<p>➤ Isotopía Ambiental Relacionada con Fenómenos Tectónicos y Volcánicos.</p> <p>➤ Radiación Ambiental.</p> <p>➤ Fitomejoramiento de Cultivos mediante Mutagénesis Radiolucida.</p> <p>➤ Fuentes de Neutrones Rápidos.</p> <p>➤ Fusión Subcoulombiana y Estructura Nuclear.</p> <p>➤ Efectos de las Radiaciones y Agentes Químicos sobre la Genética Celular en Mamíferos.</p> <p>➤ Daño Genético a Nivel Molecular.</p> <p>➤ Antimutagénesis.</p> <p>➤ Poblaciones Naturales de <i>Drosophila</i>.</p>	<p>Los proyectos propuestos a desarrollarse durante 1996 se derivan de los temas específicos.</p>

96 de 119

	<p><b>III.2</b></p> <p>Estudios y Servicios a la Central Laguna Verde</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Administración de Combustible.</li> <li>➤ Seguridad Nuclear.</li> <li>➤ Calificación de Equipos y Materiales.</li> <li>➤ Fabricación de Ensamblajes Combustibles Nucleares.</li> </ul>	
	<p><b>III.3</b></p> <p>Estudios y Servicios a la Industria</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Electrónica de Control.</li> <li>➤ Aplicaciones Industriales de la Espectrometría.</li> <li>➤ Técnicas de Ruido y Vibraciones para el Diagnóstico en Máquinas Rotatorias.</li> <li>➤ Propiedades Física y Químicas de Uniones Metálicas Soldadas.</li> <li>➤ Dinámica de Fluidos y Transferencia de Calor.</li> <li>➤ Consideraciones Económicas de Recursos No Renovables.</li> </ul>	

## CENTROS ESPECIALIZADOS DEL ININ

Centro Especializado es un conjunto de equipos y técnicas que contribuyen a la solución de un problema común

CENTROS	ACTIVIDADES Y EQUIPOS
<b>Caracterización de Materiales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Microscopía Electrónica.</li> <li>➤ Difracción de Neutrones.</li> <li>➤ Difracción de Rayos X.</li> <li>➤ Análisis por Activación.</li> <li>➤ Fluorescencia de Rayos X.</li> <li>➤ Emisión de Rayos X inducida por Protones.</li> <li>➤ Pruebas Mecánicas.</li> </ul>
<b>Seguridad Radiológica y Gestión de Desechos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Desechos Radiactivos de Bajo Nivel.</li> <li>➤ Dosimetría y Servicios de Calibración.</li> <li>➤ Centrales Núcleo eléctricas.</li> </ul>
<b>Producción de Radioisótopos para el Sector Salud</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Molibdeno 99.</li> <li>➤ Tratamiento de Tumores Cerebrales.</li> <li>➤ Producción de Radioisótopos.</li> <li>➤ Radioinmunoanálisis.</li> </ul>
<b>Metrología de Radiaciones Ionizantes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Aplicada a la Medicina.</li> <li>➤ Nuclear CLV/ININ.</li> </ul>

<b>Irradiación de Materias Primas y Productos Terminados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Alimentos Deshidratados.</li> <li>➤ Productos Desechables.</li> <li>➤ Estudios de Irradiación de Alimentos.</li> </ul>
<b>Capacitación y Especialización</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Doctorado y Maestría Regionales en Física Médica.</li> <li>➤ Doctorado en Ciencias</li> <li>➤ Materiales</li> <li>➤ Química Nuclear</li> <li>➤ Física de Radiaciones</li> <li>➤ Doctorado en Electrónica.</li> </ul>
<b>Información y Documentación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Intercambio de Información con Centros Nacionales e Internacionales.</li> <li>➤ Servicio Nacional de Diseminación Selectiva en Sistemas de información Internacionales.</li> </ul>

## **CAPITULO III**

### **EL INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES**

#### **INTRODUCCIÓN**

Para México representa un compromiso ineludible, estimular el incremento de los usos pacíficos de las ciencias nucleares, ya que a través de ellas como agentes colaboradores pueden solucionarse problemas que aquejan a la humanidad en áreas como la alimentación, medicina o medio ambiente.

#### **HISTORIA**

En México comienzan a darse pasos firmes para el desarrollo de las ciencias nucleares y su aplicación con fines pacíficos cuando se creó en 1956, la Comisión Nacional de Energía Nuclear (CNEN), actualmente Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ), el que hoy se norma mediante el Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación del 4 de febrero de 1985, como organismo público descentralizado del Gobierno Federal con personalidad jurídica y patrimonio propio.

Este acontecimiento dio a nuestro país la oportunidad de ingresar a la era de la energía nuclear y disfrutar de sus beneficios.

El 26 de enero de 1979 nacieron la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (CNSNS) y el ININ, organismo público descentralizado del Gobierno Federal, creado conforme a la Ley Reglamentaria en materia nuclear del Artículo 27 de la Constitución de los Estados Unidos Mexicanos.

### **EL INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES**

Ubicado a 20 minutos de la ciudad de Toluca, capital del Estado de México, en el Km. 36.5 de la carretera Federal México-Toluca, Municipio de Ocoyoacac, Estado de México, se encuentra El ININ, que representa en nuestro país la consolidación de las aplicaciones pacíficas de la energía nuclear de las que aún hoy es difícil determinar sus alcances en el ámbito mundial.

Para el desempeño de sus funciones, en el ININ laboran 850 empleados, de los cuales una tercera parte de ellos son profesionales y técnicos especializados, adscritos a diferentes proyectos y actividades técnicas, todos ellos distribuidos en Laboratorios, oficinas, talleres, cubículos etc. Ubicados a lo largo de 150 hectáreas de terreno como se muestra en el mapa de las instalaciones.



Desde su creación, el compromiso del ININ ha sido realizar investigación en los campos de las ciencias y tecnologías nucleares, así como promover los usos pacíficos de la energía nuclear y difundir los avances alcanzados, a fin de vincularlos al desarrollo económico, social, científico y tecnológico del país.

Precisamente estos son los ejes en los que el ININ, retoma hoy su papel preponderante en la investigación mexicana desde el gran proyecto científico de este país en los sesenta.

Por ello, en el ININ se están formando doctores en mayor número con nivel competitivo internacional, en áreas del desarrollo científico y tecnológico de punta en tres especialidades: Ciencia de Materiales, Ciencias Nucleares y Física Médica.

Mediante su desarrollo científico, el ININ contribuye con estudios en la frontera del conocimiento. Además, utiliza la infraestructura y experiencia obtenida, con el propósito de aplicarlas en materia de protección ambiental.

Asimismo, realiza investigación y desarrollo de alta tecnología, a fin de acrecentar la transferencia científica y tecnológica a universidades, institutos de investigación e industria, a la vez que fortalece sus servicios de alta tecnología para fomentar el desarrollo de centros nacionales, únicos en el

país. Actualmente es imposible mencionar el sinnúmero de aportaciones del ININ al desarrollo científico y tecnológico del país, como:

- La investigación y producción de radioisótopos para uso médico e industrial
- La irradiación de alimentos.
- La caracterización y estudio de materiales.
- El estudio de contaminantes mediante técnicas nucleares.
- La introducción de las técnicas de aceleradores ahora comunes.
- La fabricación de ensambles de combustible nuclear (figura 1)



**Figura 1. Recientemente el ININ finalizó un proyecto para fabricar 4 ensambles de combustible nuclear tipo GE9B, instalados actualmente en la Central Laguna Verde.**

El ININ reúne a una destacada comunidad de investigadores y profesionales en México dedicados a las ciencias nucleares, con reconocimiento nacional e internacional. Cuenta, además, con instalaciones y recursos únicos en el país agrupados en 7 centros especializados, los cuales sirven de base a trabajos conjuntos con otras instituciones de investigación y educación superior. La infraestructura de estos centros se ha reforzado con nuevos equipos, entre los que destacan una supercomputadora, un acelerador de iones positivos, un irradiador gamma experimental y sistemas de análisis para laboratorios de microscopía electrónica. La formación de sus investigadores y la infraestructura del ININ concentrada en sus Centros Especializados son las cualidades que le dan su carácter de Laboratorio Nacional. Estos centros son:

- Caracterización de materiales.
- Seguridad radiológica y gestión de desechos radiactivos.
- Producción de radionúclidos para el sector salud.
- Metrología de radiaciones ionizantes.
- Irradiación de materias primas y productos terminados.
- Formación especializada.
- Información y documentación.

## **MISIÓN**

Conforme a las actuales políticas del gobierno federal, el ININ definió sus objetivos estratégicos con base en lo siguiente:

La misión del Instituto es contribuir como Laboratorio Nacional a la investigación y desarrollo de las ciencias nucleares y sus aplicaciones, realizando investigación de excelencia y proporcionando servicios de calidad, además de contribuir a la formación de investigadores de alto nivel.

Para cumplir esta misión, el ININ ha orientado su quehacer sobre tres grandes áreas de oportunidad en las cuales se inscriben líneas de desarrollo:

## **DESARROLLO CIENTÍFICO**

En el ININ se abordan temas de actualidad en investigación científica, que permiten efectuar contribuciones al conocimiento, en líneas de investigación de frontera, entre las que se encuentran:

- **Nuevos Materiales.**
- **Fuentes Alternas de Energía, (como las celdas de combustible de hidrógeno).**
- **Estudios y aplicaciones de la radiación.**
- **Técnicas nucleares en ciencia de materiales.**

- **Computación avanzada y sus aplicaciones nucleares.**
- **Técnicas nucleares para la conservación de bienes culturales.**

## **ESTUDIOS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL.**

Se aplican técnicas innovadoras, las cuales constituyen productos de las áreas de desarrollo científico, a fin de abordar dos grandes áreas de estudio:

- **Diagnóstico de contaminantes en agua, suelo, aire y cualquier material que los contenga.**
- **Dstrucción de residuos hospitalarios infecciosos y la degradación de sustancias orgánicas peligrosas con la ayuda de equipo como el cañón de plasmas térmico (Figura 2)**



**Figura 2. Cañón de plasma térmico, tecnología desarrollada en el ININ para el tratamiento de residuos peligrosos.**

Las determinaciones son cuantitativas, multielementales, realizadas mediante algunas técnicas únicas en el país, con límites de detección de concentración tan bajos como partes por millón y en algunos casos, partes por billón.

### **TRANSFERENCIA CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA**

Involucra estudios y transferencia de alta tecnología aplicables mediante el área nuclear, como la fabricación de ensambles de combustible nuclear; cálculos para determinar el enriquecimiento y la distribución óptima de los ensambles de combustible en el núcleo de un reactor nuclear, así como, análisis probabilístico de seguridad, que apoyan tanto la programación de mantenimiento preventivo, como las actividades de recarga en la Central Laguna Verde. Algunos de los servicios que se ofrecen a la Central, como los relacionados con calificación y prueba de materiales, se han extendido a la industria convencional, especialmente cuando se requiere de certificación.

De la misma forma, la industria farmacéutica ha obtenido beneficios económicos por medio de los estudios de viabilidad en productos de los que se pueden eliminar contaminantes, vía irradiación.

En colaboración con diversos institutos, se utiliza la radiación ambiental para estudiar fenómenos tectónicos y volcánicos, realizar prospección de fuentes geotérmicas y determinar eventos geológicos ocurridos en el pasado.

También se realiza investigación fundamental con fuentes de neutrones rápidos, estudio de materiales con técnicas nucleares de microanálisis y mejoramiento de cultivos inducidos por radiación.

## **INSTALACIONES Y LABORATORIOS**

El Instituto cuenta con una superficie de aproximadamente 150 hectáreas en donde se encuentran distribuidas instalaciones de carácter único en el país.

El ININ es un laboratorio nacional que realiza y ofrece trabajo conjunto de investigación, desarrollo, servicios y estudios a universidades, centros de investigación e industrias. Sus principales instalaciones son:

La supercomputadora Origin 2000 cuenta con cuatro procesadores y 48 estaciones de trabajo utilizados para simulación y visualización numérica  
Figura 3.



Figura 3

## INSTALACIONES DE IRRADIACIÓN

- **Reactor de investigación TRIGA Mark III, con flujo de  $1013 \text{ n/cm}^2/\text{seg}$ . Las aplicaciones del reactor TRIGA Mark III (Figura 4), son:** investigación, capacitación de estudiantes y operadores de reactores de investigación, así como producción de radioisótopos. Cuenta con instalaciones de experimentación para realizar estudios de irradiación de muestras con neutrones y radiación gamma.



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Figura 4

Figura 4 "La Creación de la Energía" *Eppens*

Cuando los electrones viajan en el agua a una velocidad superior a la de la luz, se produce el efecto "Cherenkov", llamado así por el físico ruso que lo predijo. Consiste en la emisión de una luz de hermoso color azul, la cual reprodujo el pintor Eppens en el fondo de su mural, atrás de la Diosa Nuclear. La pintura adorna la fachada del edificio del Reactor nuclear TRIGA Mark III del ININ

- **Acelerador de electrones Pelletron 40 mA y 1 MeV de energía máxima.**
- **Acelerador de protones Tandem Van de Graaff, (Figura 5) 100 nA y 12 MeV de energía máxima.**



**Figura 5. Interior del acelerador Tandem Van de Graaff, que utiliza un voltaje máximo de 6 MV en la terminal**

- **Irradiador industrial de cobalto  $^{60}\text{Co}$  de 440 kCi y razón de dosis de 3.2 kGy/h y dos irradiadores gamma experimentales, con razones de dosis de 0.58 y 0.08 kGy/h, respectivamente.**
- **Laboratorio de Metrología de radiaciones ionizantes, con fuentes de rayos X (30-300kV);  $^{60}\text{Co}$ (mCi-Ci); neutrones ( $\text{AmBe}$  y  $^{252}\text{Cf} + \text{D}_2\text{O}$ ).**

## **LABORATORIOS DE PRUEBA DE MATERIALES Y EQUIPOS**

- **Laboratorio de Calificación de equipo:** autoclave con capacidad de 0.6 m<sup>3</sup> donde se tienen condiciones de presión (atmosférica hasta 8.23 kg/cm<sup>2</sup>), vapor saturado a 100° C y sobre saturado a 200°C y un sistema de aspersión para líquidos. Hornos con capacidad de 1 m3 para envejecimiento térmico acelerado con control de temperatura (desde temperatura ambiente hasta 300° C).
- **Laboratorio de Microscopía Electrónica de Barrido:** equipado con un microscopio electrónico de barrido de 30 kV, 25 A, con pasos continuos, con aumentos hasta 150,000x, con sonda EDS, filamento de tungsteno, con platina motorizada y software de mapeos químicos y almacenamiento de imágenes por computadora.
- **Laboratorio de Microscopía Electrónica de Transmisión:** equipado con un microscopio electrónico de transmisión de 200kV con una resolución de 2.2 Å, con facilidades para microdifracción en áreas con un diámetro de 40 Å , equipado con detector de rayos X para microanálisis, con aumentos de hasta 1,000,000X.
- **Laboratorio de Microscopía Electrónica de Barrido de Bajo Vacío.** Este microscopio posee una resolución de hasta 3 nanómetros y alcanza magnificaciones de hasta 300,000x. Permite el análisis de muestras no conductoras y húmedas que no pueden ser observadas con otras generaciones de microscopios electrónicos, lo cual lo coloca a la cabeza

de equipos de su tipo a nivel mundial. Diferentes áreas como medicina, biología, mineralogía, materiales irradiados, ciencia de materiales, arqueología y ciencias ambientales entre otras se verán ampliamente beneficiadas.

- **Laboratorio de Materiales:** corrosión, mecánica de fractura y pruebas no destructivas de materiales.
- **Laboratorio de Difractometría de Rayos X (Figura 6):** con tubo de rayos X de cobre (longitud de onda 1.54 Å), potencia 2 kW (60 kV, 30 mA), con detector de centelleo gaseoso (resolución  $< 0.1^\circ$ ) y equipo computarizado de control y análisis de espectros.



**Figura 6.** El difractómetro de rayos X utiliza una técnica volumétrica única en la identificación de fases cristalinas. De esta forma se puede observar cómo están enlazados los átomos de diferentes elementos, siempre y cuando sean cristalinos.

- **Laboratorio de Transferencia de Calor:** zona de prueba cilíndrica 1.5 m longitud y diámetros variables de hasta 30 cm, gasto de 80 l/minuto, fuente DC variable 4.33 kW, con una presión desde atmosférica hasta 4 bars y temperaturas desde ambiental hasta saturación, registradas por una computadora.

## **LABORATORIOS ESPECIALES**

- **Laboratorio del Tokamak:** 46 cm de diámetro (Figura 7), genera plasma con una duración de 2.5 mseg, campo magnético toroidal de 5000 gauss, corriente de plasma 12,000 A, temperaturas equivalentes de electrones de 150 eV y de iones 40 eV. Tiene sistemas de diagnóstico por espectrometría e interferometría de microondas.



**Figura 7.** El tokamak experimental, diseñado y construido en el ININ, es utilizado para estudios de generación y dinámica del cuarto estado de la materia: el plasma, así como sus posibles aplicaciones en áreas de materiales y electrónica.

- **Laboratorios para determinación multielemental a nivel de trazas, mediante técnicas de análisis por activación neutrónica, fluorescencia de rayos X y PIXE (Figura 8).**



**Figura 8. Línea para estudios de aerosoles atmosféricos por medio de la Emisión de Rayos X por Inducción de Protones (PIXE).**

- **Laboratorio de Producción de Radioisótopos:** se generan 27 productos marcados con 131I y 125I, generadores de tecnecio ( $^{99m}\text{Tc}$ ), con actividades de 1 mCi hasta 1.4 Ci y 14 productos más para ser marcados externamente. Los usos en medicina son tratamiento, diagnóstico y radioinmunoanálisis; en industria, se utiliza como trazador.
- **Laboratorio de Análisis Químicos:** se cuenta con 83 pruebas de análisis acreditadas ante el Sistema Nacional de Acreditamiento de Laboratorios de Prueba (SINALP) de la Dirección General de Normas.

- **Laboratorio de Supercómputo y Visualización de Imágenes:** se cuenta con una supercomputadora Silicon Graphics Origin 2000 (con 4 procesadores) y 48 estaciones de trabajo para visualización, así como con software científico para simulación y visualización numérica.

En el ININ hay dos aceleradores, uno de iones positivos y otro de electrones. Además, se brindan servicios de apoyo como ingeniería, informática y documentación.

Alrededor de los equipos y laboratorios, se han formado grupos de prestigio internacional y nacional en investigación básica y aplicada, así como en el desarrollo de alta tecnología.

Inicialmente, los temas abordados se enmarcaron únicamente en ciencias y tecnologías nucleares. Sin embargo, como subproducto de esos avances, se han puesto en marcha técnicas que, aunadas a la especialización del personal, han permitido abordar problemas fuera del ámbito nuclear.

Por ejemplo, en las áreas ambiental, de nuevos materiales y recursos energéticos.

## **ACTIVIDADES EXCLUSIVAS**

**Algunas actividades que únicamente se llevan a cabo en este Instituto son:**

- **Producción de materiales radiactivos, destinados a la medicina nuclear y a la industria**
- **Esterilización y descontaminación de materias primas y productos terminados mediante radiación gamma, para las industrias alimenticia y de manufactura;**
- **Dosimetría personal aplicada a empleados de empresas e instituciones, relacionadas con el manejo de materiales radiactivos;**
- **Recolección, tratamiento y almacenamiento de desechos radiactivos de origen médico e industrial.**

## **CAPITULO IV**

### **EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y OBRAS**

#### **INTRODUCCIÓN**

El Departamento de Mantenimiento y Obras (DMO) del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ) esta encargado de proporcionar los elementos necesarios para realizar el mantenimiento preventivo a las Instalaciones del Centro Nuclear "Dr. Nabor Carrillo Flores".

Al igual que todos los Laboratorios del ININ, el DMO trabaja mediante una serie de Instructivos y Procedimientos avalados por la Gerencia de Garantía de Calidad, la cual se encarga de revisar que el desarrollo de cada uno de estos documentos cuente con los lineamientos y requerimientos oficiales.

El DMO cuenta con una serie de 5 Instructivos y 9 Procedimientos de los cuales solo se tomaran los siguientes:

- **IMO-6 INSTRUCTIVO:** Guía para identificación de mantenimiento preventivo de instalaciones.
- **PMO-4 Procedimiento:** Gestión de obra por terceros

El primero se utilizará para ver de que esta encargado el DMO y el segundo dará una idea de cómo se lleva a cabo la contratación de terceros para poder realizar todos los trabajos.

## **EI INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO Y OBRAS # 6 (IMO-6)<sup>13</sup>**

### **“Guía para identificación de mantenimiento preventivo de instalaciones”**

#### **Introducción**

El IMO-6 (Figura 9) es un documento que tiene información elaborada por personal altamente calificado y en donde se menciona paso por paso lo que se tiene que hacer para llevar a cabo mantenimiento Preventivo. Consta de 61 fojas útiles.

Las partes principales del documento son:

#### **Objetivo**

Proporcionar los elementos necesarios para realizar el mantenimiento preventivo a las instalaciones del centro nuclear.

---

<sup>13</sup> Cortesía del DMO. Documento Oficial "IMO-6"

 <b>ININ</b>	<b>AREA:</b> DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y OBRAS.
	<b>PROCEDIMIENTO:</b> GUIA PARA IDENTIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE INSTALACIONES.
No: IMO 8	REV.: 0    FECHA DE EMISION: 8/DIC/98    HOJA: 1 DE: 81

**INDICE**

	Pag.
<b>1.-OBJETIVO</b>	<b>2</b>
<b>2.-REFERENCIAS</b>	<b>2</b>
<b>3.-DESARROLLO</b>	<b>2</b>
<b>4.-ANEXOS</b>	<b>2</b>
<b>4.1- MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y OBRAS.</b>	<b>3</b>

<b>PREPARADO POR:</b> ING. J. ANTOI	<b>FECHA:</b> 8/DIC/98
<b>REVISADO POR:</b> ING. DAVID P.	<b>FECHA:</b> 8/DIC/98
<b>APROBADO POR:</b> LIC. ARTURO	<b>FECHA:</b> 8/DIC/98

**Figura 9**

### **Referencias**

- **Mantenimiento preventivo programado Ing. Manuel Ávila Espinosa**
- **Comisión de Educación Continua. Facultad de Ingeniería. UNAM 1996**
- **Manual de Mantenimiento Preventivo del Departamento de Mantenimiento Obras. 1997**

### **Desarrollo**

Dentro del Instituto se encuentran instalaciones y equipos tales como:

- **Inmuebles**
- **Azoteas**
- **Motores, interruptores y arrancadores eléctricos**
- **Plantas de emergencia**
- **Subestaciones eléctricas**
- **Tableros eléctricos y circuitos de distribución**
- **Bombas centrifugas y de pozo profundo**
- **Equipo diverso.**

Los cuales requieren de diferentes pasos, refacciones, etc. Para su mantenimiento. Lo que aquí presentamos dentro del punto no. 4, es decir en los anexos, es un manual que proporciona paso a paso las diferentes actividades a realizar para ejecutar el mantenimiento preventivo a las instalaciones.

## **Anexos**

El Manual de Mantenimiento Preventivo del DMO, cuenta con la documentación necesaria para poder dar mantenimiento preventivo a casi todos los equipos e instalaciones del ININ a continuación se detallan los alcances del documento:

- **Conservación de Inmuebles**
- **Impermeabilización de azoteas**
- **Aplicación de pintura en campanas del Reactor y Laboratorios**
- **Aplicación de pintura en interiores y exteriores de edificios.**
- **Mantenimiento preventivo de motores eléctricos, interruptores y arrancadores.**
- **Mantenimiento preventivo de motores y generadores**
- **Mantenimiento preventivo de plantas diesel**
- **Mantenimiento preventivo de subestaciones eléctricas**
- **Mantenimiento de tanques de combustible**
- **Mantenimiento preventivo de tableros y circuitos de distribución**
- **Mantenimiento preventivo a sistemas de iluminación**
- **Mantenimiento preventivo de bombas centrífugas y de pozo profundo**
- **Mantenimiento preventivo de equipo de cocina operado por gas o vapor**
- **Mantenimiento preventivo de equipo de cocina operado por electricidad**
- **Mantenimiento preventivo de cambio de filtros absolutos y lavables en campanas de extracción y celdas**

- Fabricación de ductos para el sistema de extracción y calefacción
- Mantenimiento preventivo de torres de enfriamiento
- Mantenimiento preventivo de ductos.
- Mantenimiento preventivo de manejadoras de aire.
- Mantenimiento del sistema neumático
- Mantenimiento preventivo de generadores de vapor
- Mantenimiento preventivo de muros de tablarroca y plafón falso
- Mantenimiento preventivo de muebles, paredes y artículos de madera
- Mantenimiento preventivo de la cancelería de aluminio
- Mantenimiento preventivo de caminos, patios de maniobra y guarniciones
- Mantenimiento preventivo de puertas y portones de aluminio y madera

El DMO cuenta con personal altamente calificado para desarrollar estas tareas de mantenimiento, pero, ¿Cuenta con el personal suficiente para cubrir todas?

El DMO solo cuenta con el siguiente personal:

- Técnico electricistas            3
- Carpintero                            1
- Plomeros                                2
- Pintores y rotuladores            2
- Albañiles                                3
- Coordinador                            1
- Operador de calderas                1

Queda claro que el personal del DMO es muy limitado para poder desarrollar todas las labores de mantenimiento preventivo, por lo que en algunas ocasiones se tiene que recurrir a la contratación de personal externo para poder cubrir con todos los trabajos que los empleados del ININ soliciten. Para ello el DMO cuenta con la facultad de contratar a compañías externas y especializadas en diferentes ramas para poder cubrir con los trabajos. Para este efecto el DMO cuenta con un Documento llamado GESTIÓN DE OBRAS POR TERCEROS (PMO-4)

## **EI PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO Y OBRAS # 4 (PMO-4)<sup>14</sup> "Gestión de obra por Terceros"**

### **Introducción**

Existen tres formas de que el DMO pueda apoyarse con gente externa para poder desarrollar trabajos de mantenimiento y obras. Estas formas son:

- **Adjudicación Directa**
- **Invitación Restringida de por lo menos 3 compañías**
- **Licitación Pública**

**En esta ocasión solo pondremos atención en la primera la ADJUDICACIÓN DIRECTA**

**¿Qué es la Adjudicación Directa?**

---

<sup>14</sup> Cortesía del DMO. Documento Oficial "PMO-4"

La adjudicación directa es la contratación de compañías designadas por el jefe del DMO para realizar trabajos bajo los lineamientos del ININ.

La Adjudicación Directa tiene un límite en cuanto a costos, esto quiere decir que si un trabajo sobrepasa esta cantidad, ya no podrá ser otorgado a ningún contratista en forma directa. El trabajo que sobrepase esta cantidad deberá ser manejado por ley como Invitación restringida o Licitación Pública.

Existe un inconveniente para cualquier compañía que quiera trabajar para el gobierno y este es el parentesco, esto quiere decir que nadie que este como funcionario público podrá dar trabajo a miembros de su familia por lo menos hasta la tercer generación.

#### **"Gestión de obra por Terceros" (PMO-4)**

Para poder trabajar con gente externa a las instalaciones del ININ, el DMO se basa en el PMO-4 (Figuras de la 10 a la 17) el cual le indica cuales son los pasos a seguir para la contratación de terceros. A continuación se mostrará el PMO-4

 <b>ININ</b>	<b>AREA: DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y OBRAS</b>		
	<b>PROCEDIMIENTO: GESTIÓN DE OBRAS POR TERCEROS</b>		
	<b>Nº: P.MO-4</b>	<b>REV.: 1</b>	<b>FECHA DE EMISIÓN: AGOSTO-2000 HOJA: 1 DE: 7</b>

ÍNDICE	PÁGINA
<b>1. OBJETIVO Y ALCANCE.</b>	<b>2</b>
1.1. OBJETIVO.	2
1.2. ALCANCE.	2
<b>2. NOTACIONES Y DEFINICIONES.</b>	<b>2</b>
2.1. NOTACIONES.	2
2.2. DEFINICIONES.	2
<b>3. DESARROLLO.</b>	<b>2</b>
3.1. CONTENIDO	2
<b>4. RESPONSABILIDADES.</b>	<b>3</b>
4.1. RESPONSABILIDADES	3
4.2. USUARIO	3
<b>5. REFERENCIAS.</b>	<b>4</b>
<b>6. ANEXOS.</b>	<b>4</b>

<small>FECHA:</small>	<b>PREPARADO POR:</b>	<b>FECHA: AGOSTO-2000</b>
	<b>REVISADO POR:</b>	<b>FECHA: AGOSTO-2000</b>
	<b>APROBADO POR:</b>	<b>FECHA: AGOSTO-2000</b>

Figura 10

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES**

AREA: DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y OBRAS	Nº: P.MO-4	REV.: 1
PROCEDIMIENTO: GESTIÓN DE OBRAS POR TERCEROS	FECHA DE EMISIÓN: AGOSTO-2009	HOJA: 2 DE: 7

**1.- OBJETIVO Y ALCANCE****1.1 OBJETIVO**

**ORGANIZAR Y DAR SEGUIMIENTO A OBRAS EJECUTADAS POR CONTRATISTAS.**

**1.2 ALCANCE**

**TODA OBRA QUE SE REALICE EN EL CENTRO NUCLEAR CON EXCEPCIÓN DE AQUELLAS QUE SE LICITEN.**

**2.- NOTACIONES Y DEFINICIONES****2.1 NOTACIONES**

**MO: DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y OBRAS  
RM: GERENCIA DE RECURSOS MATERIALES  
OT: ORDEN DE TRABAJO FOLIADA CON AÑO Y CONSECUTIVO  
ACP: AUTORIZACIÓN DE CONTROL PRESUPUESTAL  
RF: GERENCIA DE RECURSOS FINANCIEROS**

**2.2 DEFINICIONES**

**CONTRATISTA: SE DEFINE COMO LA PERSONA FÍSICA O MORAL QUE REALIZA TRABAJOS DE MANTENIMIENTO Y/O SERVICIOS**

**3.- DESARROLLO****3.1 CONTENIDO**

**LAS ACCIONES Y PROCEDIMIENTOS PARA LA REALIZACIÓN DE UNA OBRA EJECUTADA POR CONTRATISTAS SON LAS SIGUIENTES:**

- 3.1.1. EL USUARIO SOLICITARÁ SU SERVICIO Y/O EL MANTENIMIENTO A TRAVÉS DEL FORMATO DE OT (ANEXO II) DEBIDAMENTE LLENADA Y AUTORIZADA POR EL JEFE DE SU ÁREA.**
- 3.1.2. EL MO RECIBIRÁ LA OT PARA CLASIFICARLA DE ACUERDO A LAS CARACTERÍSTICAS DE LA MISMA, ES DECIR, SI SE VA A REALIZAR CON PERSONAL INTERNO O CON CONTRATISTAS.**

Figura 11

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES**

AREA: DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y OBRAS	Nº: P.MO-4	REV.: 1
PROCEDIMIENTO: GESTIÓN DE OBRAS POR TERCEROS	FECHA DE EMISIÓN: AGOSTO-2009	NÚM.: 3 DE: 7

- 3.1.3. SI LA OT SE CANALIZA PARA SER EJECUTADA POR TERCEROS, EL MO SOLICITARÁ AL CONTRATISTA UN PRESUPUESTO POR EL OBJETO DE LA OT.
- 3.1.4. UNA VEZ QUE SE TENGA LA COTIZACIÓN, SE REALIZA UN ANÁLISIS DE LOS CONCEPTOS, INCLUYENDO LOS MATERIALES Y MANO DE OBRA, VERIFICANDO QUE CUMPLA CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS SOLICITADAS. UNA VEZ APROBADO ESTE PRESUPUESTO JUNTO CON LA OT Y SUS COPIAS ORIGINALES, SERÁ REGRESADA AL USUARIO MEDIANTE OFICIO CON ACUSE PARA QUE TRAMITE ANTE LA RF EL SELLO DE ACP.
- 3.1.5. CUANDO EL USUARIO HAYA OBTENIDO SU ACP Y REGRESADO EL PRESUPUESTO Y LA ORDEN CON SUS COPIAS AL MO, ÉSTE PROCEDERÁ A AVISAR AL CONTRATISTA LA AUTORIZACIÓN DE REALIZACIÓN DEL TRABAJO PRESUPUESTADO.
- 3.1.6. CUANDO EL CONTRATISTA VAYA A EMPEZAR LOS TRABAJOS CONTRATADOS, DEBERÁ LLENAR Y FIRMAR EL CONTRATO DE SERVICIOS CORRESPONDIENTE. (ANEXO III)
- 3.1.7. EL MO SE ENCARGARÁ DE LA SUPERVISIÓN DE LOS TRABAJOS, ASÍ COMO DE LOS TRÁMITES DE RECEPCIÓN DE CONFORMIDAD Y DE PAGO ANTE LA RF.
- 3.1.8. EN LOS CASOS DE TRABAJOS DE MANTENIMIENTO POR EMERGENCIA, ESTOS SE REALIZARÁN SIN OT NI ACP CORRESPONDIENTE, PRESERVANDO EN TODO MOMENTO LA SEGURIDAD, Y PREVIA AUTORIZACIÓN DEL JEFE DEL MO. UNA VEZ REALIZADOS A SATISFACCIÓN ÉSTOS, SE PROCEDERÁ A LA REGULACIÓN DEL TRÁMITE.

**4.- RESPONSABILIDADES****4.1 JEFE DEL MO**

EL JEFE DEL MO DARÁ INSTRUCCIONES PARA LA SUPERVISIÓN Y BUENA TERMINACIÓN DE LOS TRABAJOS AL ENCARGADO DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO Y FIRMARÁ LAS FACTURAS PARA QUE PROCEDA EL PAGO.

Figura 12 **ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA**

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES**

AREA: DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y OBRAS	NP.: P.MO-4	REV.: 1
PROCEDIMIENTO: GESTIÓN DE OBRAS POR TERCEROS	FECHA DE EMISIÓN: AGOSTO-2008	NOJA: 6 DE: 7

**4.2 USUARIO**

EL USUARIO SERÁ EL RESPONSABLE DE OBTENER EL SELLO DE ACP, Y UNA VEZ OBTENIDO ÉSTE, DE REMITIR EL PRESUPUESTO Y LA OT AL MO PARA AUTORIZAR EL INICIO DE LOS MISMOS, ASÍ COMO DE MANIFESTAR CUALQUIER ANOMALÍA EN EL DEBARROLLO DE LOS TRABAJOS Y SI NO EXUSTIERA NINGÚN PROBLEMA, RECIBIRÁ EL TRABAJO FIRMANDO DE CONFORMIDAD LA OT.

**5.- REFERENCIAS**

- 5.1 IMO.3 DOCUMENTACIÓN DE OBRAS POR TERCEROS
- 5.2 IMO.6 GUÍA PARA IDENTIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE INSTALACIONES

**6.- ANEXOS.**

- 6.1 ANEXO I  
DIAGRAMA DE FLUJO
- 6.2 ANEXO II  
FORMATO DE OT CON AÑO Y NÚMERO CONSECUTIVO
- 6.3 ANEXO III  
FORMATO DE CONTRATO DE SERVICIOS DE MANTENIMIENTO

**Figura 13**

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES**

AREA: DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y OBRAS	Nº: P.MO-4	REV.: 1
PROCEDIMIENTO: GESTIÓN DE OBRAS POR TERCEROS	FECHA DE EMISIÓN: AGOSTO-2008	HOJA: 5 DE: 7

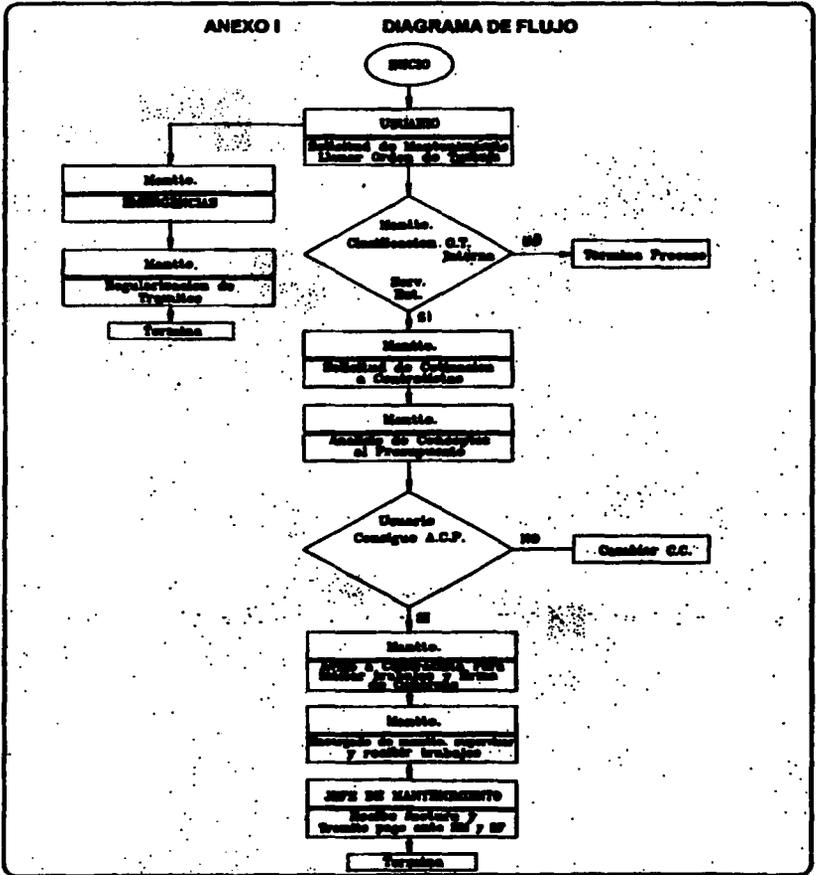


Figura 14

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES**

AREA: DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO Y OBRAS	Nº: P.MO-4	REV: 1
PROCEDIMIENTO: GESTIÓN DE OBRAS POR TERCEROS	FECHA DE EMBOSON: AGOSTO-2000	HOJA: 6 DE: 7

**ANEXO II  
FORMATO DE OT CON AÑO Y NÚMERO DE CONSECUTIVO**



**instituto nacional de investigaciones nucleares**  
**SOLICITUD - ORDEN DE TRABAJO**

**ININ**

FECHA DE SOLICITUD: 11 DE JULIO DEL 2001 No. 2001 0289

Nombre del Solicitante: \_\_\_\_\_ Clave: \_\_\_\_\_ Ext: \_\_\_\_\_  
Gerencia: GERENCIA MEDICA / SERVICIO NEUROLOGIA Centro de Costos: CC-109

AREA QUE PROPORCIONA EL SERVICIO: ELECTRICO

OT POR REPARACION DEL EQUIPO

- |                                    |   |  |
|------------------------------------|---|--|
| <input type="checkbox"/> Eléctrico | <input type="checkbox"/> Electrónico      | <input type="checkbox"/> Equipo Médico |
| <input type="checkbox"/> Mecánico  | <input type="checkbox"/> Equipo de Vidrio |  |
| <input type="checkbox"/> Civil     | <input type="checkbox"/> Telefonía        |  |

**TIPO DE SERVICIO**

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Reparación    | <input type="checkbox"/> Construcción                  |
| <input type="checkbox"/> Mantenimiento | <input type="checkbox"/> Mantenimiento Preventivo      |
| <input type="checkbox"/> Instalación   | <input type="checkbox"/> Análisis                      |
| <input type="checkbox"/> Adaptación    | <input type="checkbox"/> Calibración                   |
| <input type="checkbox"/> Dirección     | <input type="checkbox"/> Estudio o Proyecto            |
| <input type="checkbox"/> Fabricación   | <input checked="" type="checkbox"/> Otro (Especificar) |

**DESCRIPCION DETALLADA DEL TRABAJO, EN CASO DE REPARACION, DEBEN SER LAS FALLAS QUE PRESENTA EL EQUIPO.**

**REPORTE AL SISTEMA ELECTRICO DE LA COMPAÑIA**

**ESTADO DE LOS EQUIPOS DE SERVICIO VERIFICADO**

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES**

**SECRETARIA GENERAL**

**CC-109**

**AGOSTO 2001**

FECHA EN QUE SE REQUIERE EL SERVICIO: \_\_\_\_\_

SE ANEXIA INFORMACION ADICIONAL: SI  NO

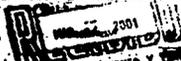
INCLUYE MUESTRA FICHA: SI  NO

EXCLUIDO PARA DATOS DE EQUIPO:



NOTA: EN CASO DE REPARACION, ES REQUERIDO ANEXAR LOS DIAGRAMAS TECNICOS RESPECTIVOS

FECHA DE ENTREGA DEL SERVICIO: \_\_\_\_\_



El Departamento o Responsable del Centro de Costos

El Departamento de Mantenimiento y Obras

Recibido por \_\_\_\_\_

Figura 18





Como se vio en el ANEXO II (Figura 15), el DMO trabaja mediante un formato con el nombre de "Solicitud de Orden de Trabajo" (OT), consistente en una original y cuatro copias la cual por sugerencia de la Contraloría Interna son grabadas con el año y foliadas con un número consecutivo que va del 0001/2001 al 1500/2001. Estas OT se mandan pedir a mediados de Octubre de cada año al Departamento de Impresión mediante la solicitud correspondiente. Al comenzar cada año y como toda Institución Gubernamental, el DMO tiene que empezar sus labores desde cero, y esto implica la cancelación todos los trabajos que fueron solicitados y que por falta de tiempo o dinero no se realizaron durante el año al igual que las OT que no se utilizaron. Esto implica doble problema para el DMO pues aparte de la recopilación de dichas OT, tiene que repartir el formato de OT del año que comienza.

La repartición de las nuevas OT se realiza cuando el DMO recibe un oficio solicitando por parte de los usuarios del ININ las OT del año en curso. El DMO tiene que mandar las OT's mediante un Oficio dirigido a Directores, Gerentes, Jefes de Departamentos, Encargados de Laboratorios, o Jefes de Proyectos y controlara el uso de estas de acuerdo a las necesidades y prioridades de su departamento.

## **CAPITULO V**

### **EJEMPLO PRÁCTICO**

#### **SOLICITANDO UN TRABAJO AL DMO.**

A continuación, se pondrá un ejemplo práctico del desarrollo de un trabajo que es requerido por un Investigador, con el desarrollo y tiempos reales de una OT. Esta OT se muestra en el ANEXO II (Figura 15).

La OT se refiere a un Investigador al cual le acaban de instalar un equipo de aire acondicionado y este equipo requiere una protección contra la lluvia y el tipo de clima que existe en la Marquesa. Esta OT, es real por lo que las fechas son los únicos datos reales.

Se tomo la fecha en que el equipo de aire acondicionado fue colocado y el Investigador es notificado por parte de la compañía la necesidad de implementar esta protección.

**Día 1    Lunes 12 de marzo.** El Investigador comenta mediante una llamada por teléfono a su superior o al encargado del Área sus necesidades. El encargado del Área solicita a la secretaria elaborará un oficio(1), solicitando al DMO le envié formatos de OT de este año y se lo da al mensajero que hará llegar el Oficio al DMO.

**Día 10 Martes 13 de marzo** La secretaria del DMO recibe del mensajero<sup>15</sup> el oficio y manda otro oficio(2) con las OT's solicitadas.

**Día 3 Miércoles 14 de marzo** La secretaria recibe las OT y elabora la solicitud del Investigador y la manda esperando como acuse una de las copias amarillas de la OT con el sello del DMO.

Existen un sinfin de detalles o contratiempos que un documento con estas características se puede atrasar en la fecha de entrega. Por mencionar algunos están:

- Existe un mensajero para cada Gerencia
- Las inclemencias del tiempo (en esta zona es común la lluvia)
- Las continuas juntas de los que firman la OT

En este caso la OT tardo 5 días en llegar al DMO por lo que las fechas continúan de la siguiente forma:

**Día 8 Lunes 19 de marzo** Al momento de que la secretaria del DMO recibe la OT, tiene que desarrollar las siguientes actividades

- Sella la OT original y copias
- Documenta la información contenida en la OT en una lista en computadora para tener un control.
- Guarda en una carpeta la segunda copia amarilla de las OT, (en esta carpeta se llevará el consecutivo y servirá como registro ante auditorias realizadas en un futuro).

---

<sup>15</sup> Todo tipo de documento tendrá que ser enviado por mensajero el cual solo cuenta con un microbús que recorre las instalaciones del ININ y que tarda alrededor de 25 a 35 minutos en dar una vuelta.

**Día 9 Martes 20 de marzo** La Secretaria del DMO entrega todas las OT recibidas en el día anterior al Jefe del DMO.

**Día 10 Miércoles 21 de marzo** El Jefe y el adjunto al DMO examinan cada OT y las clasifican por orden de importancia. A OT's de carácter urgente les hacen un recorrido para ver las áreas de trabajo y las clasifican de acuerdo a las características de cada OT, es decir, si los trabajos se van a realizar con personal interno o contratistas.

Las OT's que no son de carácter urgente son programadas para revisar el área de trabajo en un recorrido que se hace por lo general cada lunes en la mañana. Como este trabajo no es de carácter urgente se programa la revisión para el próximo lunes.

**Día 15 Lunes 26 de marzo** Al momento de revisar el trabajo el Jefe y el adjunto del DMO deciden que este trabajo no podrá ser realizado por personal del ININ. La OT's de este tipo son entregadas a la secretaria del DMO y son anotadas en una lista disponible para las compañías capacitadas y que anteriormente fueron validadas por la Gerencia de Garantía de Calidad para laborar en las instalaciones del ININ.

Durante las siguientes semanas las OT's esperarán la cotización de una compañía contratista. La OT que se esta siguiendo reciba una cotización semana y media después esto es el día 24 o sea el miércoles 4 de abril.

- Día 24 Miércoles 4 de abril** La compañía entrega un presupuesto con Original y copia (Figura 18)<sup>16</sup> a la secretaria del DMO (por seguridad los datos de la compañía son alterados).
- Día 25 Jueves 5 de abril** La Secretaria del DMO entrega todas las cotizaciones recibidas en el día anterior al personal calificado del DMO.
- Día 26 Viernes 6 de abril** El jefe y el adjunto al DMO revisan las cotizaciones y las cotejan con la OT enviada por el usuario para verificar que el presupuesto concuerde con lo solicitado.
- Día 29 Lunes 9 de abril** El DMO manda mediante un oficio(3) al Usuario que solicito el trabajo la siguiente documentación: la OT con las dos copias que sobran y la cotización del contratista, esto para que se encargue de conseguir el sello de Autorización de Control Presupuestal (ACP)<sup>17</sup>
- Día 30 Lunes 10 de abril** El Investigador recibe la documentación e indica al encargado del área o del CC que inicie los tramites necesarios y mande un Oficio(4) dirigido a la Gerencia de Recursos Financieros (GRF) para que le asignen el sello de ACP.
- Día 31 Martes 11 de abril** La GRF recibe la OT y revisa el CC para verificar si es que tienen dinero o hacer las adecuaciones necesarias para que el total de la cotización sea cubierta con autorización del

<sup>16</sup> Por seguridad los datos y montos de estos documentos son alterados.

<sup>17</sup> El sello de ACP se consigue ante la GRF. A cada Área del ININ se le asigna dinero para gastos mediante un Centro de Costos (CC) y no se pueden pasar de esa cantidad.

encargado de otro CC. Aquí se queda la tercera copia de las OT.

En esta Gerencia la OT tarda unos cuantos días en ser procesada.

En esta ocasión la OT tardó algo más de una semana hasta el día 19 de abril.

**Día 39 Jueves 19 de abril** La GRF Habla por teléfono al Investigador para que pase por la OT ya con el ACP.

**Día 40 Viernes 20 de abril** El Investigador manda al mensajero a recoger la OT y la hace llegar al DMO mediante un oficio(5).

**Día 43 Lunes 23 de abril** La secretaria del DMO recibe la OT y revisa si llega otra cotización. Si Existe otra cotización o no entrega el fólido de la OT al jefe del DMO y este realiza un análisis de los conceptos, incluyendo la calidad de los materiales y mano de obra, verificando que cumpla con las especificaciones técnicas solicitadas y asigna el trabajo a la compañía más capacitada para realizar el trabajo. Todo bajo la revisión y supervisión de la Contraloría Interna.

**Día 44 Martes 24 de abril** El DMO avisa al contratista que su presupuesto fue aceptado y que tiene que firmar el contrato para que inicie su trabajo.

**Día 45 Miércoles 25 de abril** La compañía se presenta ante el DMO para firmar el Contrato y poder principiar el trabajo.

Para este trabajo la compañía solicitó una semana y media para entregar los trabajos terminados, esto es el 4 de mayo.

**Día 54 Viernes 4 de mayo** El contratista solicita al DMO la OT original y la copia restante para que sea firmada por el Investigador una vez que los trabajos son terminados y presentados a su completo agrado y hayan cumplido con todas sus necesidades.

**Día 57 Lunes 7 de mayo** La compañía entrega a la secretaria del DMO la OT original junto con la copia debidamente firmadas de conformidad por el Investigador y de ejecución por el encargado de los trabajos y la factura por los trabajos realizados

**Día 58 Martes 8 de mayo** La secretaria del DMO elabora un oficio(6) dirigido a la Gerencia de Recursos Materiales (GRM) con todos los documentos necesarios, previamente revisados y firmados por el Jefe del DMO.

Los documentos que se revisan y envían son:

1. Oficio en original y copia solicitando a la GRF la elaboración del cheque (tendrá que ser firmado por el Gerente de Recursos Materiales).
2. OT en original y copia con todos los sellos y firmas en orden<sup>18</sup>.

Las firmas y sellos que requiere son:

- 2.1. Firma del solicitante.
- 2.2. Firma del responsable del CC
- 2.3. Sello de recibido del DMO.
- 2.4. Sello de ACP.

---

<sup>18</sup> Ver parte de anexos en el Capítulo IV

2.5. Firma de conformidad por el Usuario.

2.6. Firma del contratista de Ejecución.

3. Presupuesto en Original y copia autorizado por el DMO.

4. Factura en Original y copia firmadas por el Jefe del DMO.

5. Contrato debidamente firmado.

**Día 5º Miércoles 9 de mayo** La GRM recibe la documentación completa la revisa, la firma y la regresa al DMO.

**Día 6º Jueves 10 de mayo** El DMO recibe los documentos y organiza dos paquetes, el primero será entregado a la GRF donde estarán todos los documentos originales y en el segundo estarán las copias que servirán de acuse para futuras auditorias.

**Día 6º Viernes 11 de mayo** La GRF recibe la documentación completa y realiza los tramites necesarios para que se elabore el cheque a nombre de la compañía contratista.

La GRF solo elabora cheques para pago a las compañías contratistas los días viernes pero lo hace cada catorce días.

El tramite ante esta Gerencia lo realizan de 3 a 4 días Hábiles por lo que el contratista tendrá que esperar hasta la otra semana (si es que toca pago a terceros) para poder cobrar el cheque.

**Día 6º Viernes 18 de mayo** Este sería el día de pago en caso de que tocara ser esta la semana de pago a terceros, por lo que el cheque sería entregado a la compañía contratista.

**Día 75 Viernes 25 de mayo De no pagarse para el primer viernes la compañía tendrá que esperar una semana para que le sea pagado.**

**El ejemplo que se acaba de examinar nos muestra lo ineficiente que puede llegar a ser un proceso que no es bien dirigido y nos revela la urgente necesidad de emplear la Reingeniería en el Procedimiento "GESTIÓN DE OBRA POR TERCEROS".**

## **CAPITULO VI**

### **ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA**

#### **ANÁLISIS DEL EJEMPLO PRACTICO**

Desde el momento de que cualquier personal del ININ requiere de algún trabajo llámese: mantenimiento preventivo o correctivo, surgen de todos lados los contratiempos que hacen que el trabajo no sea realizado de manera inmediata, entre los que podemos mencionar:

- Toda solicitud, corrección, notificación, etc., deberá hacerse mediante un oficio.
- El alto número de juntas y cualquier otro tipo de reuniones de los Directores, Gerentes, Jefes de Departamentos y en general de las personas encargadas de firmar los documentos.
- Los problemas de entrega de documentos ya que los mensajeros solo forman parte de las Gerencias o Direcciones.
- La falta de transporte.
- "El clima" que en la mayoría del año es frío y lluvioso es otro impedimento para la transportación de documentos.
- Tomando en cuenta que el Instituto esta situado en una zona boscosa el terreno no es plano, cuenta con colinas por lo cual el camino son

subidas y bajadas y hace pesado el tratar de llegar de un lugar a otro caminando.

Todos estos inconvenientes tienen que ser tomados en cuenta, pero el verdadero problema está en tanto papeleo que hay. En la reingeniería se trata de eliminar todo proceso que no aumente el valor del producto por sí solo, esto quiere decir, que si con ese proceso no se aumenta el valor comercial del producto NO es necesario y por lo tanto desechable.

El tiempo que tarda cualquier miembro del Instituto en hacer llegar su solicitud de trabajo al DMO es sumamente grande. En nuestro ejemplo tardó 8 días en llegar. En cualquier empresa privada el tiempo tiene que ser de inmediato y a lo mucho en 3 días el trabajo tiene que ser resuelto. El tiempo que tarda La OT desde que llega al DMO hasta que es valorada no tendría que ser máxima de dos horas.

El tiempo en recibir una cotización por parte de compañías especializadas está un poco limitado a la disponibilidad con que cuenten dichas compañías. Pero lo que sí podría facilitar y por consiguiente acortar el tiempo es permitiendo que la compañía entregue sus presupuestos vía fax o correo electrónico.

Algo que se traduce en una excesiva perdida de tiempo es el conseguir el sello de ACP. Este punto tiene muchos errores ya que no es necesario esperar la cotización de una compañía para estimar el gasto que tendrá que hacer el usuario por su trabajo.

Algo que es imposible de cambiar es el tiempo en que serán realizados los trabajos. Aquí el tiempo es dado por la compañía y se basara en la dificultad que contenga cada obra.

En cuanto al proceso del oficio para la solicitud de elaboración de cheque se podría simplificar si todos los días a primera hora se hiciera el oficio para que se entregue de manera inmediata.

Analizando paso a paso como se hizo en el ejemplo anterior nos damos cuenta de la innumerable lista de ineficiencias que existen y de la imperiosa necesidad de efectuar la reingeniería. Una buena idea es la implementación de una red de computadoras.

## **INTRODUCCIÓN A LAS REDES**

Las redes están en todas partes. Si se utiliza una tarjeta de crédito o de débito para realizar compras, utiliza el teléfono, rastrea un paquete en un servicio de mensajería o comprado un auto nuevo a un distribuidor o se

utiliza una computadora para acceder a Internet, ya ha utilizado una red, por que se está dependiendo de manera directa de una. Por supuesto que no todas eran redes de computadoras (eran, la red de la central bancaria, la red conmutada de la compañía de teléfonos, la red de rastreo de paquetes del servicio de mensajerías y la red de distribución del fabricante de autos respectivamente). Aunque estas redes permiten hacer compras, establecen llamadas telefónicas, mueven paquetes y autos en lugar de datos de computadora, son ejemplos que explican el propósito fundamental de una red.

El propósito más importante de cualquier red (de computadoras o de otro tipo) es el de enlazar entidades similares utilizando un conjunto de reglas que aseguren un servicio confiable.

Un conjunto básico de reglas sobre cómo debe hacer su trabajo una red de computadoras se podría ver de la siguiente forma.

- La información debe entregarse de manera confiable sin ningún daño en los datos.
- a información debe entregarse de manera consistente (la red debe ser capaz de determinar hacia dónde se dirige la información).
- Las computadoras que forman la red deben ser capaces de identificarse entre sí a lo largo de toda la red.

- Debe existir una forma estándar de nombrar e identificar las partes de la red.

Las reglas son simples, pero son el núcleo de lo que hace una red de computadoras. Todas las redes tienen el mismo objetivo fundamental: asegurar que los datos sean compartidos de una manera rápida, confiable y precisa.

Existen varias razones para construir una red, ya sean redes de computadoras o redes de distribución de autos. Por diversas que sean las razones, finalmente se reducen a unos cuantos puntos básicos y son casi los mismos que el implementar la Reingeniería de procesos.

- Las redes pueden incrementar la eficiencia.
- Las redes pueden ayudar a estandarizar políticas, procedimientos y prácticas entre los usuarios de la red.
- Las redes pueden reunir diversas ideas y problemáticas en un foro común, donde puedan tratar de una manera global en lugar de hacerlo de una manera local, caso por caso
- Las redes ayudan a asegurar que la información sea redundante – es decir, que exista en más de una mente (o computadora) en un momento dado.

Básicamente, si tiene necesidad de comunicarse, de compartir información o aplicaciones y no desea ir de una máquina a otra llevando y trayendo discos flexibles o carpetas repletas de documentos, la conectividad de redes ofrece una gran cantidad de beneficios.

### **PROPUESTA DE MEJORA**

Al implementar una red de computadoras en todo el ININ, se estaría resolviendo uno de los más grandes problemas con que cuenta cualquier Institución gubernamental, el alto número de tramites que hay que hacer para cualquier tipo de acción que se quiere realizar.

Una red permitiría que las diferentes áreas del Instituto tuvieran muchos beneficios de forma inmediata y que a su vez se lograra un gran ahorro de tiempo y dinero

Tomando el ejemplo práctico que se dio en el Capítulo V se dará el alcance que tendría la implementación de una red de computadoras en el ININ. Dicha red tendría que estar conectada a cualquier computadora existente en el Instituto, y tendrá las siguientes reglas:

- El DMO tendrá un formato de OT donde el usuario solo tendrá que llenar los datos necesarios para que su solicitud sea admitida y procesada.
- La GRF contará con una sección propia donde podrá tener total control sobre los Centros de Costos de todas las áreas del ININ. Se le dará una clave a cada propietario de dicho CC para que pueda llevar un control sobre sus gastos (tipo cuanta bancaria)
- Cada encargado de área será también el encargado de su propio CC y solo el sabrá la clave.

Implementando la red, el proceso quedaría de la siguiente forma:

**Día 1 Lunes 12 de marzo** El Investigador llena el formato en la computadora y la manda al DMO donde automáticamente se le asigna un número y una clave con la que podrá identificarla de inmediato.

La OT es recibida en forma confidencial por una persona del DMO calificada técnicamente y capaz de poder evaluar de una manera fácil e inmediata la obra.

**Día 2 Martes 13 de marzo** El encargado de las OT's deberá revisar a primera hora y en compañía de los usuarios los trabajos requerido el día anterior.

Al examinar la situación, dará un costo aproximado del trabajo al usuario. El Investigador comentará a su superior o al encargado del Área sus necesidades, si autoriza el trabajo entrara a la OT e introducirá la clave que le dio la GRF en la solicitud para que el monto del trabajo sea cubierto con su CC.

Al momento de introducir la clave del CC la OT es transferida de manera inmediata a la GRF quien se encarga de revisar el CC para verificar si es que tienen dinero o hacer las adecuaciones necesarias para que el total de la cotización sea cubierta con el sello de ACP.

En lugar de esperar las cotizaciones, el DMO localizara mediante teléfono o correo electrónico a diferentes compañías contratistas.

**Día 3 al 5 Del miércoles 14 al viernes 16 de marzo** Las compañías entregarán su presupuesto en forma directa con Original y copia o lo enviará por correo electrónico o vía fax al personal del DMO encargado de las OT's quien revisará la cotización y la cotejará con la OT para verificar que el presupuesto concuerde con lo solicitado. Esto da como resultado que para el viernes 16 de marzo (día 5) la compañía ganadora puede ser notificada para empezar a trabajar.

**Día 5 Viernes 16 de marzo** El DMO avisa al contratista que su presupuesto fue aceptado y que tiene que firmar el contrato para que inicie su trabajo.

**Día 8 Lunes 19 de marzo** La compañía se presenta ante el DMO para firmar el Contrato. Se Pondrán los mismos tiempos que en Capitulo V. La compañía solicito una semana y media.

**Día 16 Martes 27 de marzo** El contratista solicita al DMO la OT que se imprimirá solo con original y copia para que sea firmada por el Investigador una vez que los trabajos sean de su completo agrado y hayan cumplido con todas las necesidades.

La compañía entrega al DMO la OT original junto con la copia debidamente firmadas de conformidad por el Investigador y de ejecución por el encargado de los trabajos junto con la factura de los trabajos realizados.

En el DMO elabora un oficio dirigido a la Gerencia de Recursos Materiales (GRM) con todos los documentos necesarios y sean enviados a la GRF. Los documentos que se revisan son los mismos que hoy en día

**Día 17 Miércoles 28 de abril** La GRM recibe la documentación completa a primera hora para revisión y firma y la regresa al DMO.

El DMO recibe los documentos y organiza dos paquetes, el primero será entregado a la GRF donde estarán todos los documentos originales y en el segundo estarán las copias que servirán de acuse para futuras auditorias.

La GRF recibe la documentación completa y realiza los tramites necesarios para que se elabore el cheque a nombre de la compañía

contratista. Al estar en red la GRF podrá hacer los tramites de forma más rápida y elabora cheques para pago a las compañías contratistas los días viernes siempre y cuando los documentos sean entregados los días miércoles de cada semana. Los papeles que sean entregados los días jueves y viernes tendrán que esperar hasta la otra semana.

**Día 19 Viernes 30 de marzo** Este sería el día de pago por lo que el cheque es entregado a la compañía contratista sin ningún contratiempo.

## **COMPARACIÓN**

Con los datos obtenidos en los dos casos podemos hacer un cuadro comparativo para poder ver de forma sencilla y rápida la diferencia y por consiguiente los beneficios y ahorros.

## CUADRO COMPARATIVO.

PROCESO NORMAL			APLICANDO LA REINGENIERÍA		
DÍA	PERSONAL	APORTACIÓN EN EL PROCESO	DÍA	PERSONAL	APORTACIÓN EN EL PROCESO
1	Investigador	Origen del trabajo	1	Investigador	Origen del trabajo
1	Jefe del Área	Notificación de las necesidades	1	Ing. calificado	Recepción y clasificación de trabajo
1	Secre. Invest.	Solicita Ordenes de trabajo	2	Ing. calificado	Visita y valuación a la obra
2	Mensajero	Recibe y lleva el Oficio al DMO	2	Investigador	Solicita autorización y manda a GRF
2	Secre. DMO	Manda OT's al encargado del Área	2	GRF	Revisa y autoriza el costo de la obra
3	Mensajero	Recibe y lleva OT's	2	Ing. calificado	Localiza compañías contratistas
3	Secre. Invest.	Elabora la OT y la manda al DMO.	3	Compañías	Entregan o mandan cotizaciones
8	Mensajero	Recibo y entrega de OT al DMO.	5	Ing. calificado	Designan ganador a una compañía
8	Secre. DMO	Recibe, sella y documenta la OT.	5	Cia. Ganadora	Es notificada ganadora
10	Jefe y adjunto	Examinarías OT's y clasificarías	8	Cia. Ganadora	Firma de contrato e inicio de obra
15	Jefe y adjunto	Designar trabajador interno o externo	16	Cia. Ganadora	Solicitud de OT para su firma
24	Compañía	Entrega de presupuesto por escrito	16	Ing. calificado	Elaboración y entrega de OT

DÍA	PERSONAL	APORTACIÓN EN EL PROCESO	DÍA	PERSONAL	APORTACIÓN EN EL PROCESO
25	Secre. DMO	Recibe y documenta el presupuesto	16	Cia. Ganadora	Solicita firmas. Entrega OT y Factura
26	Jefe y adjunto	Revisan y cotejan el presupuesto	16	Ing. calificado	Elabora Oficio solicitando cheque
29	Secre. DMO	Elabora oficio para conseguir el ACP	16	Mensajero	Recibe y lleva oficio a la GRM
30	Mensajero	Recibe y lleva el Oficio	17	GRM	Revisa y firma documentos
30	Investigador	Recibe y manda OT al Secre de Área	17	Mensajero	Recibe y lleva Documentos al DMO
30	Secre. Invest	Elabora oficio para GRF	17	Ing. calificado	Organiza y manda papeles a la GRF
30	Jefe de Área	Recibe, firma y manda OT a GRF	17	GRF	Recibe documentos
31	Mensajero	Recibe y lleva el Oficio	19	GRF	Elabora Cheque y paga
31	Secre. GRF	Recibe y turna a encargados de GRF			
31	GRF	Hace tramites para dar el sello ACP			
39	Secre. GRF	Habla para que pasen por la OT			
40	Mensajero	Va por la OT y la entrega al Invest.			
40	Secre. Invest.	Elabora oficio para DMO			
40	Jefe de Área	Firma la OT			

DÍA	PERSONAL	APORTACIÓN EN EL PROCESO	DÍA	PERSONAL	APORTACIÓN EN EL PROCESO
41	Mensajero	Lleva la OT al DMO			
43	Secre. DMO	Recibe la OT y revisa fólder			
43	Jefe y adjunto	Asignación de contratista			
44	Jefe y adjunto	Aviso a la compañía			
45	Contratista	Firma de contrato y principio de obra			
54	Contratista	Termina obra y pide OT para firmas			
57	Contratista	entrega OT a la secretaria DMO			
57	Secre. DMO	Recibe OT firmada y factura			
58	Jefe DMO	Pide Oficio para solicitar cheque			
58	Secre. DMO	Elabora Oficio solicitando cheque			
58	Mensajero	Lleva la OT a la GRM			
58	Secre. GRM	Recibe Oficio y espera firmas			
59	Secre. GRM	Manda Oficio firmado por GRM			
59	Mensajero	Lleva la OT al DMO			

DÍA	PERSONAL	APORTACIÓN EN EL PROCESO	DÍA	PERSONAL	APORTACIÓN EN EL PROCESO
59	Secre. DMO	Recibe Oficio firmado			
59	Adjunto	Ordena Oficio y manda a GRF			
59	Mensajero	Lleva la OT a la GRF			
60	Secre. GRF	Recibe y turna a personal de GRF			
75	GRF	Elabora cheque y paga			

Al hacer la comparación entre los dos procesos, se ve de forma inmediata los beneficios y ahorros que se pueden lograr al implementar la Reingeniería utilizando una red interna de computadoras.

## **BENEFICIOS Y AHORROS**

### **BENEFICIOS**

Al cambiar el Procedimiento de Mantenimiento y Obras #4 (Gestión de obras por terceros) utilizando la Reingeniería y apoyados en la tecnología mediante la implementación de una red interna de computadoras, los beneficios que se logran de forma inmediata son:

- Comunicación inmediata entre las diferentes áreas del Instituto.
- Eliminación de tiempo en entrega de oficios.
- Evitar el uso de un mensajero y evitar los extravíos de documentos
- Simplificación en los tramites.
- Ahorro en la papelería (hojas, cintas, toner para impresoras, etc, etc..)

### **AHORROS**

Utilizando la reingeniería se logran ahorros en la utilización de menor número de personas que forman parte en los procesos y en la cantidad de artículos de oficina, papelería y misceláneos que son necesarios para que el proceso funcione correctamente y sobre todo el tiempo de respuesta a cada OT.

Se empezara el análisis de los ahorros con la gente que forma parte en el Proceso haciendo una comparación entre el que esta y el propuesto.

**PERSONAL.**

El personal es un punto que la Reingeniería enfoca gran parte del tiempo, el utilizar a una gran número de personal no quiere decir que se están haciendo bien las cosas. Recordemos que la Reingeniería NO es sinónimo de recorte de personal, pero si de eliminación de pasos o etapas que no den valor comercial al producto, en este caso con la Reingeniería se pueden eliminar pasos y por lo tanto se recorta el personal. Esto no es por que el personal no sea apto o que no este haciendo correcto su trabajo pero ocasiona que el proceso tenga menor tiempo de respuesta y a la vez menor costo al no utilizar a tanta gente. El cuadro comparativo que se muestra a continuación hace referencia al personal que se utiliza y el que realmente hace falta para que el Proceso tenga un buen funcionamiento.

PROCESO SIN REINGENIERÍA			PROCESO CON REINGENIERÍA		
PERSONAL	TIEMPO	MONTO	PERSONAL	TIEMPO	MONTO
GRF	140	\$1,215.34	GRF	85	\$ 737.89
GRM	10	\$ 86.81	GRM	10	\$ 86.81
Investigador	120	\$1,041.72	Ing. calificado	160	\$1,388.96
Jefe de Área	45	\$ 468.77	Investigador	30	\$ 260.43
Jefe DMO	60	\$ 520.86	Mensajero	60	\$ 145.86
Mensajero	300	\$ 729.30			
Secre. Invest	40	\$ 166.64			
Secre. DMO	65	\$ 270.79			
Secre. GRF	20	\$ 83.32			
	<b>Total</b>	<b>\$4,583.55</b>		<b>Total</b>	<b>\$2,619.95</b>

El cuadro anterior obtenemos un ahorro del 57.16 % en sueldos gracias a que el personal bajo un 50.00 % en personal. Tomando en cuenta que solo se trata de una sola OT

Los montos de los trabajadores son aproximaciones de acuerdo a los sueldos que percibe el nivel de cada uno de ellos y podrán fluctuar de acuerdo al lugar de trabajo, para esta ocasión se estiman de la siguiente manera:

➤ Jefe de Área	M. en C.	\$ 15,000.00
➤ GRF	Licenciatura	\$ 12,500.00
➤ GRM	Licenciatura	\$ 12,500.00
➤ Ing. Calificado	Licenciatura	\$ 12,500.00
➤ Investigador	Licenciatura	\$ 12,500.00
➤ Jefe de DMO	Licenciatura	\$ 12,500.00
➤ Secre. Investigador	Técnico	\$ 6,000.00
➤ Secre. DMO	Técnico	\$ 6,000.00
➤ Secre. GRF	Técnico	\$ 6,000.00
➤ Mensajero	Secundaria	\$ 3,500.00

**ARTÍCULOS DE OFICINA Y MISCELÁNEOS.**

El utilizar la Reingeniería en este proceso nos permitiría el ahorro de una cantidad considerable en artículos de oficina y misceláneos que son necesarios para como se lleva a cabo el proceso tal como esta. Entre otras cosas podemos mencionar las mismas OT's. A continuación se dará los ahorros estimados en artículos de oficina y misceláneos.

Para la eliminación de la impresión de 1500 ordenes de trabajo se logra un ahorro de lo siguiente:

➤ 1,500	hojas blancas	\$
➤ 6,000	hojas amarillas	\$
➤ 15,000	impresiones	\$

Otro aspecto que hay que tomar en cuenta, es la cantidad de oficios que se tienen que utilizar para el envío de documentos, entre otros para que el DMO obtenga las OT's, y los que tiene que hacer para repartirlas a las distintas áreas y los que se utilizan para cada OT que es desarrollada por compañías contratistas que si recordamos son 6 oficios por OT, si tomamos en cuenta que al año se desarrollan cerca de 800 OT's por terceros y que cada oficio tiene por lo menos 1 original y 2 copias nos da un total de 14,400 hojas utilizadas y falta sumar las cintas de las maquinas de escribir, grapas, y demás artículos de oficina.

### **TIEMPO DE RESPUESTA DE LAS OT'S**

La reingeniería nos puede traer muchos beneficios y ahorros, si se trata de un producto es importante que el tiempo en que se fabrica sea bajo pero lo importante es que el costo de producción sea el menor posible y así tener más rango de ganancia o que el producto sea barato para que el público lo acepte. En nuestro caso es diferente por que no es un producto sino que se esta dando un servicio por lo tanto lo más importante es la rapidez de respuesta, y si esto se logra con un costo bajo se lograría algo muy bueno.

Tomando en cuenta los tiempos del ejemplo práctico y la propuesta que se dio, la reducción más grande e importante es la de tiempos ya que esta podría alcanzar hasta el 75 % al reducir de 75 a solo 19 días por lo que podemos decir que la reingeniería en este proceso esta bien justificada.

## **CONCLUSIONES**

La reingeniería es un concepto relativamente nuevo que plantea la transformación radical de los procesos para la eliminación de etapas que no den valor directo al producto.

Sin lugar a duda, hoy es el momento de la reingeniería. En la actualidad es uno de los temas más debatidos en el ambiente de oficinas y fabricas en muchos países.

La reingeniería esta llegando al punto de ser considerada como la forma de reducir costos, de llegar a tiempo al mercado, de ampliar las satisfacciones de los clientes, de incrementar las ventas en las empresas o negocios y de simplificar cualquier tipo de tramite.

Hoy en día, la Reingeniería puede transformar todo lo que existe dentro y alrededor de las empresas, negocios o instituciones, ya que cuenta con un sin fin de herramientas para facilitar su desarrollo, anteriormente las cosas se hacian solo para producir productos, pero ahora, ya no solo se tiene que hacer esto por que la gente dejo de comprar por comprar y esta comprando solo lo que favorece a sus intereses.

La Reingeniería nos permite lograr muchas cosas como por ejemplo:

- Construir un súper-negocio partiendo de un modelo del negocio actual, analizándolo y utilizando solo lo mejor de el para diseñar nuevos procesos y estructuras organizacionales que cubran con menor tiempo y dinero la producción de bienes y servicios.
- Posicionar el negocio para reaccionar ante las condiciones y retos cambiantes del mercado.
- Crear una capacidad propia para el cambio continuo tanto de la gerencia como de los trabajadores.
- Cultivar un ambiente que fomente no sólo la garantía de calidad sino la iniciativa de calidad.
- Implementar la nueva operación del negocio y la estructura organizacional para minimizar cualquier aspecto de incertidumbre en el.
- Modificar los sistemas tecnológicos que apoyan la nueva estructura.

Todos estos puntos son solamente algunos de los tantos en los que se puede aplicar la reingeniería.

El concepto de reingeniería se ha comenzado a aplicar en México recientemente, por lo que no existen muchos casos documentados, sin

embargo, se cuenta con los suficientes elementos para determinar su aplicabilidad en nuestras empresas o negocios.

La implantación de este proceso de Reingeniería pretende:

- Eliminar tiempos muertos
- Alcanzar el mayor índice de trabajos realizados con la mayor calidad posible
- Eliminar mano de obra innecesaria
- Crear un sistema de intercomunicación para todo el ININ
- Implementar un mejor control de calidad
- Incremento de la producción
- Mejorar los sistemas de trabajo.

## GLOSARIO

### **Acelerador**

*Acelerador nuclear o de partículas*, aparato electromagnético que imprime gran velocidad a partículas elementales con objeto de desintegrar el núcleo de los átomos que bombardea.

### **Átomo**

Partícula de un cuerpo simple más pequeña capaz de entrar en las reacciones químicas. Está formado por un núcleo masivo de protones y neutrones y circundado de electrones repartidos en diferentes órbitas.

### **Electrón**

Componente del átomo que lleva carga eléctrica negativa neutralizada por la carga eléctrica positiva del núcleo o protón.

### **Fisión**

Rotura de un núcleo pesado en dos o más fragmentos de tamaño aproximadamente igual, acompañados de algunos neutrones y de gran cantidad de energía.

### **Fusión**

Reacción nuclear, producida por la unión de dos elementos ligeros, sometidos a elevadas temperaturas, que da lugar a otro elemento más pesado, con gran desprendimiento de energía nuclear

### **Isótopo**

Especie del mismo elemento que, teniendo el mismo número atómico que otra u otras, se diferencia por las masas de sus átomos.

### **Neutrón**

Constituyente corpuscular del núcleo atómico, de carga eléctrica nula, y masa aproximadamente igual a la del núcleo de hidrógeno.

### **Rayos alfa**

Están formados por partículas cargadas de electricidad positiva, emitidas por ciertas transformaciones radiactivas, como las del radio.

### **Rayos beta**

Están formados por partículas cargadas de electricidad negativa, emitidas por ciertas transformaciones radiactivas, como las del radio

### **Rayos gamma**

Son ondas electromagnéticas que emiten ciertas sustancias radiactivas, como el radio. Son parecidos a los rayos X, pero de menor longitud de onda.

### **Protón**

Partícula que entra en la composición de núcleos atómicos. Lleva carga eléctrica positiva, a diferencia del *electrón*, que la lleva negativa.

### **Núcleo**

Parte central del átomo en la que radica su masa, formada de protones y neutrones.

### **Uranio**

Elemento químico del grupo de los actínidos, metal de color blanco brillante, radiactivo, dúctil y maleable, muy duro y denso; Su símbolo es *U*, su número atómico 92 y su peso atómico 238,03.

**Uranio enriquecido**, metal fisionable en que la proporción de isótopo fisionable está aumentada con relación a su proporción natural.

## BIBLIOGRAFÍA

### **Reingeniería**

Daniel Morris y Joel Brandon  
Ed. Mc Graw Hill, 1994

**Más allá de la Reingeniería**, Como los procesos centrales de la Organización están cambiando nuestro trabajo y nuestras vidas. Datos publicados TESIS de Ingeniería: Enero 1998.

### **Material de Reingeniería**

Ing. Juan de la Cruz Hernández Zamudio.  
Abril 2001

**Como hacer Reingeniería**. La guía indispensable para poner en práctica paso a paso la teoría que está cambiando las empresas.  
Raymond L. Manganelli y Mark M. Klein Editorial Norma, Pág. 3, 4, 5 y 6 Colombia, Abril 1995

**Benchmarking**, proceso sistemático y continuo para evaluar los productos, servicios y procesos de trabajo de las organizaciones que son reconocidas como representantes de las mejores prácticas, con el propósito de realizar organizaciones.  
Michael J. Spendolini,  
Ed. Norma, Enero 1995

### **Reingeniería, Empezar de nuevo.**

Nereo Roberto Parro, Ed. Macchi  
Buenos Aires Argentina, Abril 1996, Pag 10

**Revista EXPANSIÓN**. Año XXVIII, No. 693,  
¿Cómo le va a su empresa con la Reingeniería?  
19 de Junio de 1996. Pag 34-42

### **Reingeniería, La Corporación: Un manifiesto de la Revolución de los negocios**

Michael Hammer, James Champy  
Enero 1997.

<http://www.inin.mx/>

Cortesía del DMO. Documento Oficial "IMO-6"  
Cortesía del DMO. Documento Oficial "PMO-4"