



**UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO  
VICERRECTORADO ACADÉMICO  
DIRECCIÓN GENERAL DE LOS ESTUDIOS DE POSTGRADO  
ÁREA DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y DE GESTIÓN  
Postgrado en Gerencia de Proyectos**

**METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN DE LA SEGURIDAD Y RIESGOS EN LOS  
PROYECTOS DE LA GERENCIA DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE DE SIDOR**

Trabajo Especial de Grado presentado por  
**Zapata Yañez, Anderson Edwin**  
como requisito para optar al título de  
**ESPECIALISTA EN GERENCIA DE PROYECTOS**

Asesor  
López, Emmanuel

Ciudad **Guayana**, Agosto de 2006

## DEDICATORIA

El presente trabajo es dedicado con mucho amor y cariño a quienes han puesto todo el empeño, esfuerzo y sacrificio por lograr que yo llegara al nivel donde me encuentro: Mi Familia.

Son tantas las cosas que quiero expresar y no consigo las palabras de cómo describir lo alegre y satisfecho que me siento de haber culminado otra meta más.

Quero dedicar este Trabajo de Grado en especial a la memoria de mi padre José Andrés, que me enseñó la disciplina y la constancia en los estudios. Quiero dedicarte este triunfo y te pido que me sigas ayudando para poder seguir alcanzando todas las metas que me faltan alcanzar.

También quiero dedicar este trabajo a mi madre María Ignacia, porque asumiste el reto de apoyarme y brindarme siempre esa mano amiga al estar conmigo en los momentos más difíciles. Con tu amor y apoyo especial me haz animado en los momentos en los que más lo necesitaba.

Otra persona a quien quiero dedicar este trabajo es a mi hermana Deblin Lorena que participó y me ayudó a lo largo del desarrollo del presente trabajo. Con tu constancia y dedicación por alcanzar nuevos y mejores logros, has servido de ejemplo para yo esforzarme cada día más por llegar a ser una persona de bien.

Anderson Zapata

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por permitirme alcanzar uno de las metas más importantes de mi vida.

Al personal de las diferentes Gerencias de SIDOR por haber servido de apoyo en el desarrollo de este proyecto.

A los profesores de la UCAB por dedicar parte de su tiempo en servir de guía en el desarrollo de nuevos profesionales.

A mis compañeros de la Cohorte X, por haber compartido tantos momentos, dentro y fuera del aula, y en donde he recibido una mano amiga.

Al asesor del Trabajo Especial de Grado, Emmanuel López, por su orientación durante el desarrollo de la investigación.

Agradecer a cada una de las personas que me han ayudado y apoyado a lo largo de la Especialización sería imposible. Yo sé quienes son y que es lo que han hecho. Quiero agradecerles a todos por su entusiasmo, su colaboración, su amor y e afecto que me han proporcionado.

Trabajo Especial de Grado para Optar al Título de  
Especialista en Gerencia de Proyectos

**METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN DE LA SEGURIDAD Y RIESGOS EN LOS  
PROYECTOS DE LA GERENCIA DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE DE SIDOR**

Autor: Anderson E. Zapata Y.  
Tutor: Ing. Emmanuel López C  
Año: 2006

**RESUMEN**

Debido a los grandes accidentes catastróficos ocurridos a nivel mundial, donde hubo pérdidas humanas, de instalaciones y daños al ambiente, se requieren metodologías especiales para detectar y evitar los peligros o problemas operacionales en el diseño de los proyectos. Estas metodologías deben analizar e identificar eslabones débiles, además de brindar la posibilidad de garantizar el gasto racional de los recursos para fines de seguridad. En SIDOR, por ser una empresa siderúrgica de gran envergadura y debido a que los procesos y proyectos se consideran de alto riesgo, se hizo indispensable que en la Gerencia de Ingeniería y Medio Ambiente, se realizaran estudios y evaluaciones de seguridad durante la vida del proyecto. Como consecuencia se hizo obligante el uso de una metodología que permita aumentar la posibilidad de éxito, disminuyendo las equivocaciones y omisiones de seguridad en los proyectos. El presente trabajo tuvo como propósito elaborar una metodología que permita medir el grado de definición y planificación en los Proyectos desarrollados por la Gerencia de Ingeniería y Medio Ambiente de SIDOR. Para el logro de los objetivos se planteó realizar revisiones bibliográficas; luego se conformaron los elementos que tendrían las secciones de la herramienta; se cruzaron los elementos de la herramienta PDRI con los de Seguridad y Riesgo en los proyectos, la información fue revisada por personal experto. La metodología está compuesta por cuatro secciones, dentro de las cuales existen 115 elementos. El uso de esta metodología permitirá guiar el desarrollo de un proyecto, usándola como una lista de verificación para garantizar que se han tomado todos los aspectos relevantes que conduzcan a obtener proyectos con la calidad y seguridad exigida.

Descriptores: Seguridad, Proyectos, PDRI, Normas, Metodología.

---



---

## ÍNDICE GENERAL

|   |           |
|---|-----------|
| DEDICATORIA.....  | II        |
| AGRADECIMIENTO.....                                       | III       |
| RESUMEN .....   | IV        |
| ÍNDICE GENERAL .....                                      | II        |
| ÍNDICE DE TABLAS.....                                     | V         |
| ÍNDICE DE FIGURAS .....                                   | VI        |
| <b>INTRODUCCIÓN.....</b>                                  | <b>7</b>  |
| <b>CAPÍTULO I.- EL PROBLEMA.....</b>                      | <b>9</b>  |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....                          | 9         |
| FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....                             | 18        |
| OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....                        | 18        |
| Objetivo General.....                                     | 18        |
| Objetivos Específicos .....                               | 18        |
| JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....                   | 19        |
| ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN .....                         | 20        |
| <b>CAPÍTULO II.- MARCO METODOLÓGICO .....</b>             | <b>21</b> |
| TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....                      | 21        |
| Tipo .....  | 21        |
| Diseño.....   | 21        |
| UNIDAD DE ANÁLISIS.....                                   | 22        |
| POBLACIÓN .....   | 22        |
| MUESTRA.....  | 23        |
| MÉTODO A SEGUIR.....                                      | 23        |
| TECNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS..... | 25        |
| VALIDEZ .....   | 26        |
| CONSIDERACIONES ÉTICAS .....                              | 27        |
| OPERACIONALIZACIÓN DE OBJETIVOS.....                      | 27        |
| <b>CAPÍTULO III.- MARCO DE REFERENCIA.....</b>            | <b>30</b> |
| DESCRIPCIÓN GENERAL DE SIDOR C.A. ....                    | 30        |
| Instalaciones Básicas: .....                              | 31        |
| Flujograma general de Fabricación.....                    | 33        |
| Organización.....   | 34        |

---

|   |           |
|---|-----------|
| Visión .....  | 36        |
| Política de Calidad .....   | 36        |
| Política de Recursos Humanos .....  | 36        |
| Política de Seguridad.....  | 37        |
| Política de Medio Ambiente .....  | 37        |
| DESCRIPCIÓN DE LA GERENCIA DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE .....   | 38        |
| Gerencia de Ingeniería y Medio Ambiente .....   | 38        |
| Gerencia de Higiene y Seguridad Industrial .....  | 39        |
| Gerencia de Operaciones .....   | 39        |
| Gerencia de Mantenimiento.....  | 40        |
| <b>CAPÍTULO IV.- MARCO DE TEÓRICO .....</b>   | <b>41</b> |
| ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....  | 41        |
| LA SEGURIDAD Y RIESGOS EN PROYECTOS .....   | 42        |
| GESTIÓN DE LOS RIESGOS DEL PROYECTO .....   | 43        |
| Procesos de la Gestión de los Riesgos .....   | 43        |
| Planificación de la Gestión de Riesgos .....  | 47        |
| Agentes implicados en la Gerencia de Riesgos .....  | 53        |
| FILOSOFÍA DE DISEÑO DE PROYECTOS SEGUROS .....  | 54        |
| Leyes, Regulaciones, Códigos y Estándares .....   | 55        |
| Fundamentos de un Diseño Seguro .....   | 56        |
| Ingeniería y Control de Riesgos .....   | 58        |
| Cuantificación del Riesgo .....   | 62        |
| Criterios de Tolerancia.....  | 67        |
| Medidas para Reducción del Riesgo.....  | 70        |
| Análisis Costo – Beneficio .....  | 73        |
| <b>CAPÍTULO V.- PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS .....</b>  | <b>74</b> |
| ÍNDICE DE DEFINICIÓN DE PROYECTOS (PDRI) .....  | 74        |
| IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS PARA EL DISEÑO DE PLANTAS SEGURAS .....   | 80        |
| MÉTODOS DE IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS .....  | 82        |
| APLICACIÓN DE ESTUDIOS DE RIESGOS EN LAS ETAPAS DE UN PROYECTO....  | 106       |
| COMPARACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL PDRI CON LOS ELEMENTOS DE LAS<br>TÉCNICAS DE IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS ..... | 116       |
| Elementos del PDRI .....  | 116       |
| Elementos de la Evaluación de Riesgos .....   | 118       |
| Ponderación y Escala de la Metodología .....  | 121       |

---

|  |            |
|--|------------|
| <b>CAPÍTULO VI.- LA PROPUESTA .....</b>                    | <b>123</b> |
| PRESENTACIÓN .....   | 123        |
| JUSTIFICACIÓN DEL MODELO .....                             | 123        |
| OBJETIVO DE LA PROPUESTA .....                             | 123        |
| ESTRUCTURA DE LA PROPUESTA.....                            | 124        |
| Secciones de la metodología.....                           | 124        |
| Puntuación de la metodología .....                         | 124        |
| <b>CAPÍTULO VII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b> | <b>128</b> |
| <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>                     | <b>130</b> |
| <b>ANEXOS.....</b>   | <b>134</b> |

---

**ÍNDICE DE TABLAS**

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 1.- Operacionalización de Variables .....                                 | 28  |
| Tabla 2.- Operacionalización de Variables (cont) .....                          | 29  |
| Tabla 3.- Puntuación de PDRI proyectos Industriales .....                       | 76  |
| Tabla 4.- Puntuación de PDRI proyectos de Edificios .....                       | 78  |
| Tabla 5.- Puntuación de EM-PDRI, proyectos convencionales. ....                 | 79  |
| Tabla 6.- Acumulaciones de Capa de Polvo vs Clasificación .....                 | 92  |
| Tabla 7.- Palabras Guía usadas en HAZOP .....                                   | 100 |
| Tabla 8.- Formato de Tabla de HAZOP .....                                       | 101 |
| Tabla 9.- Contenido de la Tabla HAZOP .....                                     | 102 |
| Tabla 10.- Resumen Comparativo de Técnicas de Evaluación de Riesgos .....       | 105 |
| Tabla 11.- Sección I Elementos del PDRI.....                                    | 116 |
| Tabla 12.- Sección II Elementos del PDRI.....                                   | 117 |
| Tabla 13.- Sección III Elementos del PDRI.....                                  | 118 |
| Tabla 14.- Elementos de Evaluación de Seguridad.....                            | 118 |
| Tabla 15.- Comparación PDRI – Evaluación de Seguridad .....                     | 119 |
| Tabla 16.- Listado Preliminar de Elementos Sección I y II.....                  | 120 |
| Tabla 17.- Listado Preliminar de Elementos Sección III y IV .....               | 121 |
| Tabla 18.- Puntuación y escala de la metodología .....                          | 121 |
| Tabla 19.- Puntuación de los elementos.....                                     | 122 |
| Tabla 20.- Ponderación de Secciones .....                                       | 122 |
| Tabla 21.- Puntuación de los elementos.....                                     | 124 |
| Tabla 22.- Puntuación y escala de la metodología .....                          | 124 |
| Tabla 23.- Ponderación de Secciones .....                                       | 125 |
| Tabla 24.- Elementos y Puntuación de la Sección I y II de la metodología .....  | 126 |
| Tabla 25.- Elementos y Puntuación de la Sección III y IV de la metodología..... | 127 |



---

**ÍNDICE DE FIGURAS**

|   |     |
|---|-----|
| Figura 1.- Esquema de Estrategia Metodológica .....                             | 24  |
| Figura 2.- Flujograma General de Fabricación .....                              | 33  |
| Figura 3.- Organigrama General SIDOR.....                                       | 35  |
| Figura 4.- Organigrama Dirección Industrial SIDOR.....                          | 35  |
| Figura 5.- Gestión de los Riesgos del Proyecto.....                             | 45  |
| Figura 6.- Circulo de Manejo de Riesgo de G. Hamilton.....                      | 54  |
| Figura 7.- Sistema de Control de Ocurrencia de Incidentes por Fases .....       | 56  |
| Figura 8.- Proceso de Diseño Seguro.....  | 59  |
| Figura 9.- Aplicación de Metodologías de Análisis de Riesgos .....              | 81  |
| Figura 10.- Diagrama Simplificado del APP.....                                  | 86  |
| Figura 11.- Grado de explosividad por grupo.....                                | 89  |
| Figura 12.- Nube de dispersión de vapor de mezcla Clase IIIB.....               | 90  |
| Figura 13.- Diagrama Simplificado de HAZOP .....                                | 103 |
| Figura 14.- Aplicación de la Técnica de Ingeniería de Riesgos en Proyectos..... | 115 |
| Figura 15.- Gráfico de Escala de Puntuación de la metodología.....              | 125 |
| Figura 16.- Grafico de Ponderación de las secciones .....                       | 125 |

## INTRODUCCIÓN

Debido a los grandes accidentes catastróficos ocurridos a nivel mundial, se ha generado la necesidad de desarrollar metodologías más estructuradas que permitan detectar la condición de peligro que pueda ocasionar un accidente catastrófico. Éstos pueden evitarse si se identifican oportunamente y se toman las medidas de ingeniería correspondientes, tales como, uso de las normas de seguridad, normas de diseño, seguridad intrínseca y las experiencias de operadores y mantenedores.

De aquí surge la necesidad de generar una metodología que permita asegurar una adecuada definición y planificación de los proyectos industriales. Esto plantea el desarrollo de una metodología para la medición del grado de definición y planificación del análisis de seguridad en los proyectos desarrollados por la Gerencia de Ingeniería y Medio Ambiente de SIDOR.

Para alcanzar el objetivo se ha llevado a cabo una investigación recopilando información de metodologías del Project Definition Rating Index (PDRI) y de los conceptos y características de las metodologías de seguridad que se aplican en proyectos industriales. De la comparación de elementos del PDRI y de los métodos de análisis de riesgos en los proyectos, se generaron los elementos que contendrá la metodología para la medición del grado de definición y planificación de los proyectos.

El desarrollo de la metodología será de gran importancia a la industria, ya que permitirá indicar que tan bien está definido y planificado un proyecto antes de ser implantado, así como, una guía que permita determinar los pasos necesarios para el desarrollo del proyecto, acorde a las normas.

El presente trabajo se estructuró en siete capítulos, a saber: en el Capítulo I, “El Problema”, se describe el problema objeto de la presente investigación, se detalla la problemática a ser tratada, se da la justificación del proyecto, se identifican los objetivos y se establece el alcance del trabajo a ser realizado. Seguidamente en el Capítulo II, Marco Metodológico, se presenta el tipo y diseño de la investigación, la unidad de análisis, la población y muestra objeto de estudio, los distintos métodos y técnicas que posibilitaron recabar los datos para la investigación, así como las técnicas utilizadas para el análisis de

los datos obtenidos, fruto de la investigación. A continuación, en el Capítulo III, se desarrolla el Marco de Referencia, donde se presenta los conceptos y términos que permiten enfocar los aspectos más importantes para el desarrollo de la investigación. Aquí se presenta una descripción general de SIDOR, su estructura organizacional, visión, políticas y una descripción general de la gerencia de Ingeniería y Medio Ambiente, sus funciones dentro de la estructura organizacional. Luego, en el Capítulo IV se desarrolla el Marco Teórico, donde se desarrollan las bases teóricas que sustentan la investigación. En éste se desarrollan conceptos del Índice de Definición de Proyectos (PDRI); se define la Seguridad y los Riesgos en los proyectos, la gestión de los riesgos y la filosofía de diseño de proyectos seguros. En el Capítulo V “Presentación y Análisis de los Datos”, se analizan e interpretan los datos recopilados. En este capítulo se busca dar respuesta a los objetivos específicos planteados en la investigación. Se genera una comparación de elementos, para así generar la metodología que permitirá medir el grado de definición y planificación de proyectos. En el Capítulo VI, La propuesta, se presenta la metodología generada. En el Capítulo VII, se presentan las conclusiones y recomendaciones del trabajo realizado, y para finalizar la Bibliografía utilizada en la investigación y los anexos.

---

## CAPÍTULO I.- EL PROBLEMA

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Muchos procesos industriales son inherentemente arriesgados. Estos procesos usan típicamente materiales tóxicos, inflamables o reactivos, a menudo a temperaturas y presiones elevadas. Estas condiciones pueden generar peligros o problemas operacionales que requieren de metodologías especiales para ser detectados y evitados o minimizados. Debido a los grandes accidentes catastróficos ocurridos a nivel mundial como fueron los de FEYZIN<sup>1</sup> (1966), FLIXBOROUGH<sup>2</sup> (1974), SAN JUAN IXAUTEPEC<sup>3</sup> (1984), BHOPAL<sup>4</sup> (1984), PIPER ALFA<sup>5</sup> (1988) y otros (UNIZAR, 2006), donde hubo grandes pérdidas humanas, de las instalaciones y daños al ambiente, que afectaron a terceros, se ha apoyado la necesidad de desarrollar metodologías más estructuradas que permitan detectar la condición de peligro en caso de que un equipo tenga un funcionamiento defectuoso, o que por error humano se genere un accidente<sup>6</sup> catastrófico. Los peligros que originan estas catástrofes pueden evitarse si se hubiesen identificado oportunamente y se hubiesen tomado las medidas de ingeniería correspondientes. Por tal motivo, se hace necesario considerar los riesgos en el diseño, y en los proyectos la

---

<sup>1</sup> **FEYSIN, FRANCIA 1966** en la Refinería RHONES ALPES, al sur de LYON, un recipiente de gran presión explotó el 04 de enero de 1966, trayendo como consecuencia un total de 18 muertos y 80 heridos de gravedad. El daño de la Refinería se estimó en 4.6 millones de dólares y fuera de esta en 2 millones de dólares. (Recuperador de <http://www.unizar.es/guiar/1/Accident/Accidentes.htm#Historicos> en Marzo de 2006)

<sup>2</sup> **FLIXBOROUGH, HUMBERSIDE, INGLATERRA 1974** el primero de junio de 1974 a las 4:52 p.m., la instalación de Flixborough de la empresa NYPRO LIMITED (del Reino Unido) fue destruida por una explosión, como resultado del escape del producto ciclohexano. (Recuperador de <http://www.unizar.es/guiar/1/Accident/Accidentes.htm#Historicos> en Marzo de 2006)

<sup>3</sup> **SAN JUAN IXAUTEPEC, CIUDAD DE MEXICO 1984** el día 19 de noviembre de 1984 ocurrió una explosión e incendio en una planta de procesamiento y centro de distribución de LPG de PEMEX cerca de Ciudad de México, éste es considerado como uno de los accidentes más serios con LPG, ya que el centro de distribución se encontraba cerca de Ciudad de México. Unas 350.000 personas fueron evacuadas y tropas del ejército cerraron la zona a más de 2.5 kilómetros a la redonda del área, 5 trabajadores murieron y otros 2 sufrieron severas quemaduras. Unas 500 personas de las áreas circunvecinas murieron y unas 6.400 personas requirieron tratamiento médico. El daño directo al sitio se estimó entre 10 y 20 millones de dólares. (Recuperador de <http://www.unizar.es/guiar/1/Accident/Accidentes.htm#Historicos> en Marzo de 2006)

<sup>4</sup> **BHOPAL, INDIA 1984** el 3 de diciembre de 1984 se formó una nube tóxica producto de la liberación de 37 toneladas de isocianato de metilo (MIC), la cual se desplazó hacia 2 pueblos pequeños causando la muerte a más de 2.500 personas. Esta liberación se produjo con una reacción exotérmica que resultó en aumento de presión de uno de los tanques de almacenamiento del isocianato de metilo y que a su vez se libero por medio de las válvulas de alivio de presión. (Recuperador de <http://www.unizar.es/guiar/1/Accident/Accidentes.htm#Historicos> en Marzo de 2006)

<sup>5</sup> **PIPER ALPHA, REINO UNIDO 1988** explosión e incendio en la plataforma costa fuera "Piper Alpha" dedicada a la producción y manejo de crudo y gas asociado. Esto ocurrió producto a un cambio operacional hecho al proceso durante el turno de la noche y no reportado a la sala de control. Al día siguiente los operadores al poner en marcha la planta detectaron irregularidades en las variables del proceso y no entendían lo que estaba pasando, bloqueando así las protecciones. Las líneas y equipos alcanzaron presiones superiores a las normales de operación produciendo su estallido de forma violenta generando explosiones e incendio. El sistema de protección contra incendio no fue insuficiente para manejar la contingencia. La plataforma se destruyó y murieron 185 trabajadores.

<sup>6</sup> **Accidente:** se puede definir como "Un evento no deseado, el cual resulta en lesiones a las personas, daños a la propiedad o pérdidas en el proceso". (Recuperado de <http://esf.uvm.edu/sirippt/aislidsps/tsld004.htm> en Marzo de 2006)

---

Ingeniería y Control de Riesgos se encarga de desarrollar los métodos de identificación de peligros (cualitativos), métodos de evaluación de riesgos (cuantitativos) y métodos de control de riesgos.

En términos prácticos PDVSA (1995) define la Ingeniería y Control de Riesgos como una evaluación cualitativa y cuantitativa de la probabilidad de ocurrencia de eventos no deseados y la probabilidad de daños ocasionados, conjuntamente con criterios de valor con respecto a la importancia de los resultados. Una fortaleza de esta metodología es que ofrece un enunciado más explícito de los riesgos asociados con una actividad específica, comparando las generalizaciones cualitativas y subjetivas con lo cuantitativo, donde una condición “relativamente segura” para una persona representa una condición “relativamente peligrosa” para otra. Esta metodología ofrece la expectativa de poder analizar e identificar eslabones débiles en los sistemas y poder fortalecerlos antes de que ocurra realmente un accidente. Este método denominado “IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS” pretende encontrar las condiciones de daño potencial presentes en una planta o proceso.

La identificación de peligros es un paso crítico en el Análisis Cuantitativo de Riesgos, por cuanto un peligro omitido es un peligro no analizado. Además, brinda la posibilidad de garantizar el gasto racional de los recursos para fines de seguridad, con la mayor asignación concentrada en el área que ocasiona mayor riesgo.

El HSE<sup>7</sup> en 1989 señaló que los métodos de análisis cuantitativos de riesgos han sido concebidos para reforzar la aplicación de la buena práctica de Ingeniería, con el fin de obtener elementos de juicio para soportar decisiones gerenciales que permiten incrementar el nivel de seguridad de las instalaciones. Entendiéndose como buena práctica de ingeniería la ejecución de un proyecto considerando normas de seguridad, normas de diseño, seguridad intrínseca y las experiencias de operadores y mantenedores.

Durante la fase de la ingeniería del proyecto, la identificación de los peligros inherentes al proceso o planta, constituye el primer paso para un análisis cuantitativo de

---

<sup>7</sup> HSE, Health and Safety Executive

riesgos<sup>8</sup>. En esta etapa se evalúan entre otros los materiales, inventarios y las condiciones operacionales del proceso que pudiesen ocasionar eventos indeseables.

Los métodos comúnmente utilizados para la identificación de peligros son: Análisis Preliminar de Peligros<sup>9</sup>, Estudios de Peligros y Operabilidad (HAZOP)<sup>10</sup>, Evaluaciones Técnicas de Seguridad Industrial<sup>11</sup>, Análisis de Árbol de Falla<sup>12</sup> y Lista de Verificación. Habiendo identificado los peligros, es necesario cuantificar el nivel de riesgo implícito a objeto de determinar el alcance de las medidas de control.

La cuantificación del riesgo está basada tanto en la estimación de la frecuencia de ocurrencia de accidentes como en el cálculo de sus consecuencias. Los modelos de estimación de consecuencias se basan en el principio general de que la severidad de una consecuencia es función de la distancia a la fuente de descarga (API, 1990). La consecuencia es también dependiente del objeto del estudio, ya que si el propósito es por ejemplo evaluar efectos sobre el ser humano, las consecuencias pueden ser expresadas como fatalidades o lesiones, mientras que si el objeto es evaluar daño a las propiedades tales como estructuras y edificios, las consecuencias pueden ser pérdidas económicas (Health and Safety Executive, 1991).

La mayoría de los estudios cuantitativos de riesgos consideran simultáneamente diversos tipos de resultantes de incidentes (por ejemplo, daños a la propiedad y exposiciones a sustancias inflamables y/o tóxicas). Por esto, para estimar riesgos, se debe usar una unidad común de medida de consecuencias para cada tipo de efectos

---

<sup>8</sup> Según el Manual de Ingeniería de Riesgos de PDVSA (1995), en general en todo proyecto típico se pueden definir las siguientes capas de seguridad:

- **Primera Capa** está referida al diseño de procesos intrínsecamente más seguros.
- **Segunda Capa** consiste en la dotación de sistemas de control con la intervención activa del operador.
- **Tercera Capa** consiste en la dotación de sistemas de protección automáticos que requieren verificación de su actuación por parte del operador.
- **Cuarta Capa** en esta capa se considera la provisión de sistemas de seguridad y mitigación, como por ejemplo: válvulas de seguridad, diques de contención, sistemas de extinción de incendios, etc.
- **Quinta Capa** en esta última capa se considera el establecimiento de medidas administrativas tales como planes de emergencia y contingencia.

<sup>9</sup> **Análisis Preliminar de Peligros** concentra sus esfuerzos en los materiales peligrosos y componentes mayores de equipos de proceso y permite visualizar aquellos eventos que involucren liberación de energía y/o productos tóxicos.

<sup>10</sup> **El HAZOP** es un "método de análisis que consiste en un examen crítico y sistemático del diseño de una instalación industrial, con el objeto de identificar peligros potenciales y problemas operacionales, así como sus consecuencias en la instalación examinada." (CCPS, 1985)

<sup>11</sup> **Las Evaluaciones Técnicas de Seguridad Industrial** son una herramienta que permite verificar si la instalación y sus procedimientos de operación y mantenimiento cumplen con los estándares y prácticas de seguridad reconocidos. (CCPS, 1985)

<sup>12</sup> **El Análisis de Árbol de Fallas** "es un método para identificar combinaciones de fallas de equipos y errores humanos que pueden resultar en un accidente, siendo por tanto una técnica deductiva que a partir de un evento particular, provee la metodología para determinar sus causas." (CCPS, 1985)

(muerte, lesión o pérdida monetaria). La dificultad en comparar diferentes tipos de efectos, ha conducido al uso de las fatalidades (muertes) como el criterio de comparación predominante.

Para obtener resultados significativos al usar la técnica del Análisis Cuantitativo de Riesgos, es necesario establecer criterios de daños relacionados con el nivel de peligro de interés para el propósito del estudio. Los criterios de daños están referidos a los efectos de productos tóxicos, incendios y explosiones generados por los escenarios de accidentes que podrían desarrollarse en cada una de las unidades de proceso bajo estudio. Las medidas más comunes de cuantificación del riesgo son las llamadas riesgo individual y riesgo social, que combinan la información de posibilidad y magnitud de las pérdidas o lesiones provenientes de un peligro (Lees, F.P ,1986). La medida del riesgo individual<sup>13</sup>, considera el riesgo de un ser humano que pueda estar en cualquier punto de la zona de efectos del accidente, y la medida del riesgo social<sup>14</sup>, considera el riesgo a las poblaciones que están en tales zonas de efectos.

El objetivo último de un Análisis Cuantitativo de Riesgos es alcanzar un nivel tolerable de riesgo a un costo razonable. Así el propósito de la ingeniería de control de riesgos es determinar e implantar los cambios necesarios para lograr este objetivo. Cuando se desarrollan estos análisis, es difícil asignar límites razonables a la inversión para el mejoramiento del nivel de seguridad de una actividad particular. La reducción en el nivel de riesgo, aún cuando sea marginal, se puede lograr prácticamente en todos los casos a través de grandes inversiones de capital; no obstante, la realidad nos indica que a medida que se incrementa la inversión, los beneficios decrecen rápidamente incidiendo en la rentabilidad y surgiendo la interrogante de si el dinero podría ser mejor empleado en otros aspectos del negocio.

---

<sup>13</sup> Puede definirse riesgo individual como el riesgo a una persona en la proximidad de un peligro, considerando la naturaleza de la lesión al individuo, la posibilidad de que la misma ocurra y el período de tiempo en que puede ocurrir. Aún cuando las lesiones son de gran preocupación hay limitada información disponible sobre el grado de las lesiones, por tanto, los análisis cuantitativos de riesgo frecuentemente estiman el riesgo de lesiones irreversibles o fatalidades para las cuales existen más estadísticas registradas. El riesgo individual puede ser estimado para los individuos más expuestos, para grupos de individuos en lugares determinados o para un individuo promedio en una zona de efectos. (Lees, F.P ,1986)

<sup>14</sup> El riesgo social es una relación entre la frecuencia y el número de personas de una población sometido a un nivel específico de lesiones y daños debido a la ocurrencia de un accidente. En caso de accidentes mayores con potencial para afectar a grupos de personas, el riesgo social constituye una medida del riesgo a tal grupo de personas y es expresado frecuentemente en términos de distribución de frecuencia de eventos de resultantes múltiples. Sin embargo, el riesgo social también puede ser expresado en términos similares a los riesgos individuales. El cálculo del riesgo social requiere la misma información de frecuencia y consecuencias que el riesgo individual, pero adicionalmente requiere una definición de la población en riesgo alrededor de la instalación. Esta definición puede incluir el tipo de población (por ejemplo: residencial, industrial, escolar, etc.), la posibilidad de personas presentes o factores de mitigación existentes. (Lees, F.P ,1986)

Al comparar el nivel de riesgo con los criterios de tolerancia establecidos y aceptados por la empresa se deben incluir los criterios del Análisis Costo-Beneficio aplicados a las medidas de control, especialmente para los casos en que el nivel de riesgo determinado cae en el área denominada riesgo reducible. Rodríguez, J.A. (1991) indica que el Análisis Costo-Beneficio toma en cuenta la posibilidad de ocurrencia de daños materiales, tanto a la instalación como a propiedades de terceros, así como la pérdida de producción durante los períodos de parada para reparación de los daños. Lógicamente, si este valor es mayor que el costo de las medidas propuestas para reducir el riesgo, estas últimas son económicamente justificables. En tal sentido se puede afirmar que todo el mundo coincide en que el valor de la vida humana es infinito, no obstante esto no proporciona ningún elemento práctico que permita elegir alternativas de solución y por lo tanto no tiene ninguna aplicación. Pero, también se debe considerar que los recursos económicos son siempre limitados y no es posible asignar su totalidad a la salvación de la vida humana. Por tal motivo, la única posición justa y factible de adoptar, es la de salvar la mayor cantidad de vidas humanas con los recursos económicos disponibles. Es conveniente reconocer que este es un tema sumamente álgido y debatido a nivel mundial. Hasta ahora, no hay un acuerdo al respecto, así Lind N.C. (1990) propone un cifra de  $2 \times 10^6$  US\$ por vida humana, Fleishman A.B. y Hough M.S. (1989) proponen un valor entre  $4 \times 10^5$  y  $6 \times 10^6$  US\$, mientras que Gibson S.B (1976) establece un rango entre  $2 \times 10^5$  y  $2 \times 10^6$  US\$. Como se puede ver, una cifra alrededor de  $2 \times 10^6$  US\$ parece bastante sensible para la realidad de países desarrollados como son los europeos, Canadá y EE.UU.

En diversos países se han elaborado reglas y normas que buscan establecer los criterios que se deben considerar al evaluar las condiciones de funcionamiento y riesgo en las industrias. En Estados Unidos, el Instituto Americano del Petróleo (API), en enero de 1990, creó la regla de Manejo de Procesos Riesgosos. Asimismo, la Organización de Seguridad, Higiene y Ambiente OSHA, en marzo de 1992, estableció la regla de Manejo de la Seguridad de los Procesos Químicos Altamente Riesgosos con el fin de poder predecir a tiempo, a través de un Análisis de Riesgo como el HAZOP, las desviaciones de proceso en una instalación, emitiendo recomendaciones oportunas y evitando consecuencias mayores. En Venezuela, el 26 de julio de 2005, fue promulgada en la



---

Gaceta Oficial N° 38.236, la nueva LOPCYMAT<sup>15</sup>. Este cuerpo normativo desarrolla el Régimen Prestacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, previsto en la Ley Orgánica de Seguridad Social (LOSSE). Regula los deberes y derechos de trabajadores y empleadores en materia de seguridad, salud y ambiente de trabajo, cuyo principal objeto es garantizar las condiciones de salud, seguridad y bienestar de los trabajadores en un ambiente de trabajo adecuado.

En la historia industrial de Venezuela, la creación de una empresa siderúrgica de gran envergadura representó un hito para la diversificación de la actividad industrial del país. El desarrollo del hierro y del acero se convirtió en el objetivo principal de la industria básica nacional. El plan industrial permitió la diversificación de nuestra base productiva al agregar valor a los recursos naturales y vincular sus productos a la construcción, la manufactura y el petrolero, entre otros sectores. Una de las piezas claves, sino la más importante, la constituye SIDOR; la cual es un complejo siderúrgico integrado, desde la fabricación de pellas hasta productos finales largos (Barras y Alambrón) y planos (Láminas en Caliente, Láminas en frío, y Recubiertos), en el que se utiliza tecnología de reducción directa -horno de arco eléctrico y colada continua.

La planta está ubicada en la zona industrial Matanzas, estado Bolívar, región sur oriental de Venezuela, sobre la margen derecha del río Orinoco, a 282 Km. de su desembocadura y a unos 17 kilómetros de su confluencia con el río Caroní. SIDOR constituye el principal productor de acero de la Comunidad Andina de Naciones y ocupa el tercer lugar como productor de acero integrado de América Latina, además de ser el primer exportador privado de Venezuela. En la actualidad, las instalaciones de SIDOR se extienden sobre una superficie de 2.838 hectáreas, de las cuales 90 hectáreas son techadas. Cuenta con una amplia red de comunicaciones de 74 Km. de carreteras pavimentadas, 132 Km. de vías férreas y acceso al mar por un terminal portuario con capacidad para atracar simultáneamente 6 barcos de 20.000 Ton cada uno. Además de contar con edificaciones en las cuales se desarrollan las áreas administrativas y de soporte al personal, tales como edificios administrativos, comedores, servicio médico, talleres centrales, entre otros. La organización de SIDOR como empresa del estado tenía una estructura descentralizada, con autonomía de gestión; luego como parte de la transformación de la empresa una vez privatizada, el nuevo consorcio plantea una

---

<sup>15</sup> **LOPCYMAT**: Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo. (2005)

---

estructura organizativa nueva en la que se distribuyen las posiciones siguiendo en lo posible una tendencia horizontal, centralizando todas las actividades bajo direcciones, y estas a su vez en coordinaciones y gerencias, con lo que se busca lograr la mayor eficiencia y eficacia en la obtención de resultados, manteniendo siempre el trabajo en equipo y a las interrelaciones que siguen direcciones matriciales que se encuentran alineadas con las Políticas Empresariales que las dirige. Entre estas podemos destacar la Política de Seguridad de SIDOR (2005):

SIDOR, en la fabricación y comercialización de productos de acero, considera que su capital más importante es su personal y por ello juzga prioritario el cuidado de su seguridad y salud en el ámbito laboral.

Para el desarrollo de todas sus actividades establece entre sus premisas básicas, mejorar en forma permanente y sostenida las actitudes y condiciones de Higiene y Seguridad de su personal, para convertir a todas sus instalaciones industriales en modelos de gestión de trabajo seguro y eficiente, proyectando sus programas de seguridad a la Comunidad.

Para ello reconoce que:

- La prevención de accidentes es responsabilidad de todos.
- Las acciones de prevención de riesgos son prioritarias.
- Todos los accidentes e incidentes pueden ser prevenidos.
- Todos los riesgos operativos pueden ser controlados.

El cumplimiento de las normas y procedimientos legales e internos relativos a Seguridad, Higiene y Salud Ocupacional, es responsabilidad tanto de Sidor y de sus trabajadores como de las empresas contratistas y de sus trabajadores.

Considerando todos los criterios antes expuestos, se puede afirmar que la industria en general debe desarrollar las actividades que le son características en las condiciones que le permitan mantener la integridad del personal propio y contratado, así como de sus instalaciones y equipos, evitando la contaminación del medio ambiente y reduciendo los riesgos a terceros. Por tal motivo, los aspectos de seguridad inherentes a las instalaciones requieren ser abordados como una parte integral del trabajo iniciado con las evaluaciones de factibilidad y conceptualización de los procesos, continuando a través de las diferentes fases del diseño, construcción y arranque, manteniéndose de igual forma durante toda la vida operativa de las instalaciones e inclusive hasta sus etapas de cierre, desmantelamiento o clausura. Consecuentemente la seguridad de una instalación debe ser considerada como parte del diseño del proceso y de los equipos, en lugar de depender de controles e instrucciones complejos de operación. Reconociendo que una complejidad excesiva conduce a la confusión, se demanda buenos criterios de ingeniería e intenso trabajo para hacer las cosas simples; pero el esfuerzo invertido puede ser

altamente recompensado en términos del diseño de instalaciones inherentemente seguras.

Si bien es cierto que en el transcurso del tiempo ha sido posible ir reconociendo aquellos eventos o situaciones que pueden provocar problemas en la operación de una planta de proceso y consecuentemente se han desarrollado toda una serie de normas y parámetros de diseño, no es menos cierto que confiar en dichas normas y códigos como base única para asegurar un diseño seguro de la instalación no resulta completamente satisfactorio. Se necesita, implementar procedimientos complementarios, orientados desde el punto de vista del proceso, que aseguren que los peligros potenciales que puedan detectarse sean corregidos antes que se presenten los accidentes. Es por eso que se hace obligante el uso de metodologías que permitan aumentar la posibilidad de éxito y disminuir las equivocaciones y omisiones de seguridad en los proyectos.

En los 90's aparece el PDRI (Índice de Definición de Proyectos), herramienta desarrollada por el CII (Construction Industry Institute) en 1996, orientada a la medición del grado de definición del alcance de proyectos industriales. El PDRI busca reducir el riesgo del proyecto a través de su definición. En 1999 es desarrollado el PDRI para proyectos de construcción de edificios. En el año 2000 es desarrollado el EM-PDRI (Environmental Management – PDRI) por DOE (Department of Energy – EE.UU.). La herramienta está basada en cinco áreas de medición (Costo, Tiempo, Alcance/Tecnología, Planificación y Control, y Factores Externos). Tiene por objeto la medición del grado de definición y planificación de un proyecto. Los PDRI miden calidad de la definición y planificación como una medida para reducir el riesgo del proyecto; por otra parte el PMI identifica un grupo de áreas de conocimiento que incluyen técnicas y herramientas, al igual que el PDRI busca aumentar la posibilidad de éxito del Proyecto. Algunas de las áreas definidas en el PDRI se encuentran en el PMBOK.

El CII (Construction Industry Institute) realizó una encuesta en el 2004 con 70 de sus miembros acerca del uso del PDRI en sus organizaciones. De un universo de 43 Organizaciones, 22 han usado PDRI para proyectos industriales, 6 PDRI para edificios y 15 han utilizado ambos (proyectos industriales y edificios). Del estudio se determinó que dentro de esas instituciones el PDRI para proyectos industriales ha sido usado con un promedio de 4.3 años y el PDRI para edificios se ha utilizado con un promedio de 2.7

años. En los últimos años han aparecido algunas variaciones de PDRI aplicados a casos particulares como la “Adaptación del PDRI para proyectos IPC en la industria petrolera” (VILLALOBOS M., 2002) y la “Herramienta de medición del grado de definición y planificación en proyectos de construcción de salas limpias farmacéuticas” (CANELÓN José, 2005).

El desarrollo de una metodología que permita la medición del grado de definición y planificación de la seguridad en los proyectos, sería de gran utilidad ya que permite chequear la presencia de elementos de seguridad y riesgo necesarios para la aprobación de la siguiente fase del proyecto.

En base a lo anterior se considera necesario un estudio para el desarrollo de una metodología que permita medir el grado de definición y planificación (basada en PDRI, PMBOK, y la legislación nacional) de los proyectos desarrollados por la Gerencia de Ingeniería y Medio Ambiente de SIDOR con el objeto de reducir riesgo en la implantación y garantizar la calidad en el producto final, aumentando la probabilidad de éxito del proyecto.

En SIDOR, la Gerencia de Ingeniería y Medio Ambiente es la encargada de evaluar, diseñar, instalar, administrar y controlar los proyectos de mejora asociados a las diversas áreas operativas de la compañía. En gran medida, estos proyectos están relacionados con inversiones que permiten aumentar las capacidades productivas, mejorar la calidad de los productos, e incluso modernizar y adecuar las plantas ya existentes; por tal motivo la gerencia de proyectos esta conformada por equipos multidisciplinarios que deben, desde la fase de diseño, considerar los elementos que garanticen la seguridad y minimicen los riesgo del proyecto. Es por esto que la metodología considera dentro de sus dimensiones los diversos aspectos que garanticen la seguridad integral, entre los cuales se identifican: los sistemas antiincendios, los sistemas de higiene industrial, los sistemas eléctrico-instrumentistas, los sistemas de emisiones ambientales y residuos en el proyecto.

## **FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

**¿Cuáles deben ser los componentes de una herramienta que permite determinar el grado de definición y planificación del Análisis de Seguridad en los Proyectos desarrollados por la Gerencia de Ingeniería y Medio Ambiente de SIDOR?**

Para encontrar la respuesta a la pregunta de investigación, es necesario el planteamiento de objetivos claros que permitan darle sentido, dirección y delimitación al estudio, para ello se ha de cumplir los siguientes objetivos:

## **OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **Objetivo General**

Proponer una metodología basada en el PDRI y en las normas y procedimientos legales e internos relativos a Seguridad, Higiene y Salud Ocupacional, para la medición del grado de definición y planificación en los Proyectos desarrollados por la Gerencia de Ingeniería y Medio Ambiente de SIDOR.

### **Objetivos Específicos**

- Describir las metodologías del Índice de Definición de Proyectos (PDRI).
- Describir las Técnicas de Identificación de Riesgos para el diseño de plantas industriales Seguras.
- Explicar los métodos de identificación de riesgos más usados en la industria.
- Relacionar las metodologías de Identificación de Riesgos con las etapas de la vida de un proyecto.
- Comparar los elementos del PDRI con los elementos de las Técnicas de Identificación de Riesgos.
- Desarrollar los elementos de la metodología para la medición del grado de definición y planificación del Análisis de Seguridad en proyectos.

## JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Las Normativas Nacionales e Internacionales, y las políticas de la empresa exigen el cumplimiento de las normas seguridad en los diseños de los proyectos que se desarrollan dentro de las Industrias, esto ha generado que se tenga que evaluar más profundamente las consideraciones de seguridad que se tomaron en los proyectos industriales, en las etapas antes de la implementación.

Los proyectos industriales, significan algo más que un simple diseño y montaje considerando el aspecto técnico, dado que debe ofrecer una serie de condiciones ambientales y de seguridad que garanticen la integridad del personal y de las instalaciones.

Un proyecto implantado que considere los factores de seguridad, es el resultado de un detallado análisis de un equipo multidisciplinario, por lo que su concepción, definición, desarrollo e implantación se enfocará en la calidad de las condiciones que el proyecto ofrecerá.

El desarrollo de una metodología para la medición del grado de definición y planificación del análisis de seguridad en los proyectos desarrollados por GIMA<sup>16</sup> de SIDOR, es de gran importancia a la industria, dado que es una lista de verificación que puede ser usada como guía que determine los pasos necesarios para el desarrollo del proyecto, acorde a las normas, reduciendo riesgos en la implantación y garantizando la calidad en el producto final. Esta metodología está orientada a que el proyecto presente buena calidad en su definición y planificación, lo que facilitará su implantación y aumentará la probabilidad de éxito de los proyectos para el cual fueron concebidos.

---

<sup>16</sup> Gerencia de Ingeniería y Medio Ambiente

## **ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN**

La presente investigación cubre la revisión de metodologías del Project Definition Rating Index (PDRI) y la revisión de los métodos comúnmente utilizados para la identificación de los peligros y riesgos en proyectos. Contempló el desarrollo de una metodología a través de la comparación de los elementos que componen las metodologías PDRI y las técnicas de identificación de riesgos en las industrias, que permita generar el grado de definición y planificación de un proyecto industrial. Contempla todos los procesos del proyecto antes de la implantación, que garanticen que el mismo es desarrollado y contempla los elementos necesarios para lograr la calidad en el producto final.

Para el desarrollo de este trabajo se utilizaron los conocimientos adquiridos durante los estudios de Especialización en Gerencia de Proyectos.

## **CAPÍTULO II.- MARCO METODOLÓGICO**

En este capítulo se exponen todos los aspectos que se toman en cuenta para recopilar, presentar, analizar los datos y se desarrolla cada uno de los aspectos relacionados con la metodología seleccionada para elaborar la investigación en base a los objetivos planteados, tal como explica Balestrini, M. (2002):

El fin esencial del Marco Metodológico es el de situar, en el lenguaje de investigación, los métodos e instrumentos que se emplearán en la investigación planteada, desde la ubicación acerca al tipo de estudio y el diseño de la investigación; su universo o población; su muestra; los instrumentos y las técnicas de recolección de los datos. De esta manera se proporcionará al lector una información detallada acerca de cómo se realizará la investigación. (p. 126)

En este contexto se hace necesario primeramente definir y clasificar el tipo y diseño de proyecto de investigación, a partir del cual se definen la unidad de análisis y la población y muestra. Luego se define el método a seguir para la captura de la información a través de fuentes secundarias. Finalmente esta información se debe compilar y procesar para obtener la herramienta.

### **TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

#### **Tipo**

La investigación se enmarcó bajo una investigación tipo proyectiva, de modalidad Proyecto Factible en la cual se plantea una solución práctica en el análisis de la seguridad en los proyectos de una empresa en particular. Según Yáber, G. y Valarino, E. (2003), una investigación aplicada, proyecto factible se entiende como una investigación cuyo objeto es “indagar sobre necesidades asociadas a contexto interno y externo en una organización, para proponer un proyecto que pueda generar un producto de utilidad”.

#### **Diseño**

La investigación se considera de diseño no experimental, de campo y descriptiva. En cuanto a los diseños no experimentales, Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P.



(2002) explica que una investigación es no experimental “cuando no se construye ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente por el investigador” (p. 184)

Tamayo y Tamayo, M. (2002) complementa que cuando define la investigación descriptiva como “la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual y la composición o proceso de los fenómenos” (p. 54), y como lo refieren Hernández, Fernández y Baptista (2002): “los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis” (p. 60)

### **UNIDAD DE ANÁLISIS**

La unidad de análisis serán los procesos asociados a la determinación del grado de definición y planificación del Análisis de Seguridad en los Proyectos desarrollados por la Gerencia de Ingeniería y Medio Ambiente de SIDOR

### **POBLACIÓN**

Tamayo y Tamayo, M. (1998) define la población “como la totalidad del fenómeno de estudio, en donde las unidades de la población poseen una característica común, cuyo estudio da origen a los datos de la investigación” (p. 96)

Este concepto se complementa con el emitido por Morales, V. (1994) quien plantea que “la población o universo se refiere al conjunto de elementos o unidades para el cual serán válidas las conclusiones que se obtengan (personas, instituciones o cosas) a los cuales se refiere la investigación”. (p. 17)

En esta investigación, el tamaño de la población de estudio fue de 5 personas, conformadas por individuos relacionados con el diseño y desarrollo de proyectos industriales y supervisores de seguridad en el área de la siderurgia.

## MUESTRA

La muestra fue de 5 personas, considerada muestras de tipo no probabilísticas o dirigidas, pues la elección de los elementos no dependió del azar o probabilidad, sino de las características de la investigación y del criterio del investigador.

## MÉTODO A SEGUIR

Tomando en consideración el tipo y diseño, al igual que los objetivos propuestos para esta investigación se cumplieron fases que se describen a continuación:

**Fase 1:** durante esta fase se realizarán investigaciones y revisiones bibliográficas al fin de obtener los elementos que componen el Alcance y tecnología de los proyectos de Seguridad Industrial y las normas nacionales e internacionales que rigen los diseños de los proyectos. Con la información obtenida se conformarán los elementos que tendrán la sección de Alcance de la herramienta.

Los elementos serán revisados y validados por un grupo de expertos en materia de seguridad industrial. De acuerdo a los comentarios y resultados se ajustarán las secciones y elementos de la herramienta.

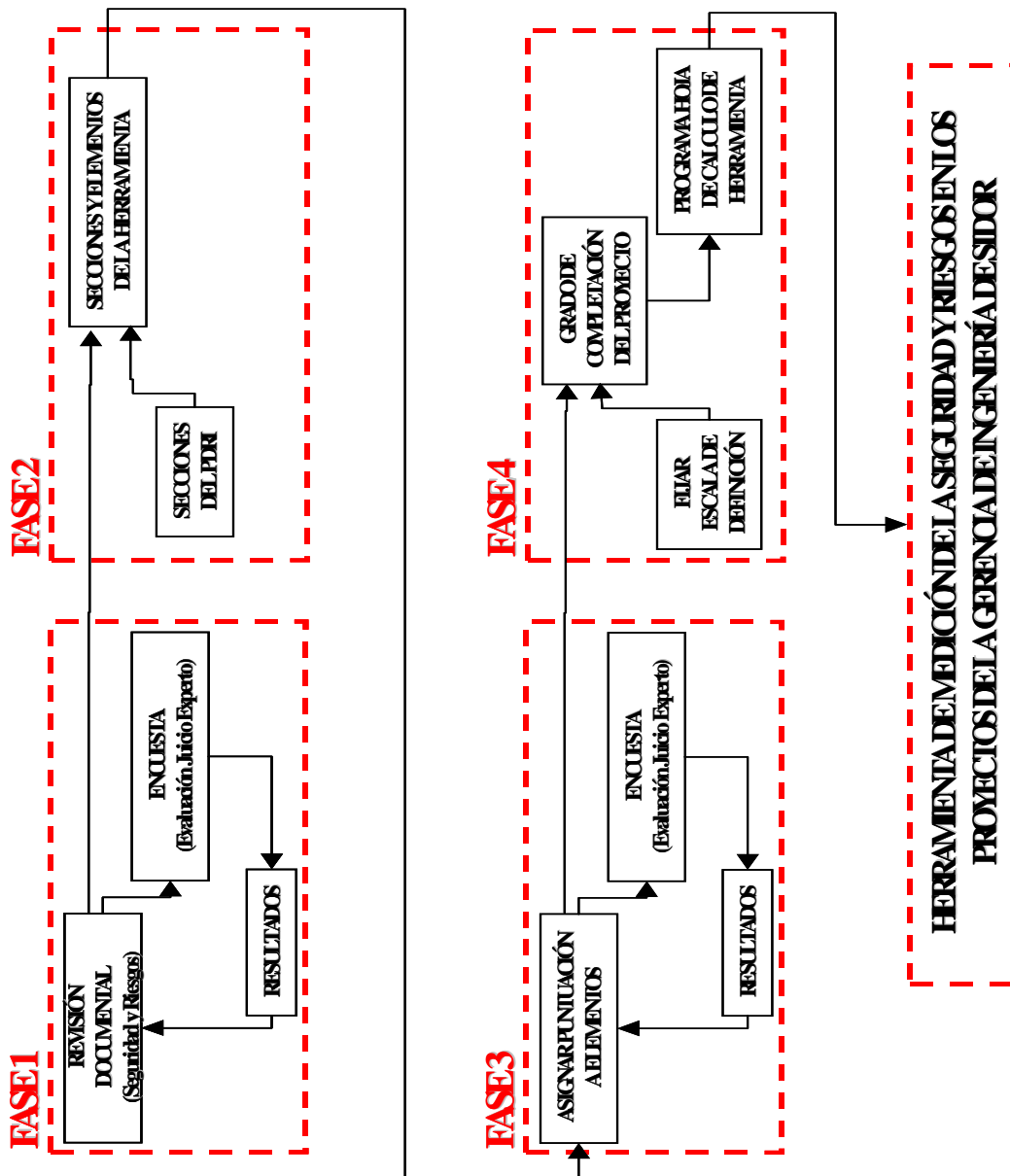
**Fase 2:** En esta fase se realizará una revisión del diseño del PDRI, y se seleccionarán los elementos que puedan adaptarse a la seguridad en los proyectos. Con los elementos seleccionados, se cruzarán con los elementos de la herramienta PDRI, para generar las secciones y elementos de la nueva herramienta.

**Fase 3:** En esta fase se añadirá la puntuación de cada uno de los elementos de las secciones que componen la herramienta, siguiendo el criterio de puntuación adaptado a la importancia de elemento similar al del PDRI. Una vez asignada la puntuación se procederá a realizar una consulta a un grupo de expertos sobre la ponderación de la puntuación de las secciones que presente la herramienta.

**Fase 4:** Se fijará la escala de definición de la herramienta. En función a la puntuación que alcance un proyecto evaluado con la herramienta, arrojará el grado de completación de la definición que tendrá el mismo antes de la implantación.

Finalmente se procederá a realizar un programa en hoja de cálculo para la utilización de la herramienta.

Figura 1.- Esquema de Estrategia Metodológica



DISEÑO: Elaboración propia (2006)

## TECNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Al referirse a las técnicas e instrumentos de recolección de datos, Balestrini, M. (2002) explica:

Se debe señalar y precisar, de manera clara y desde la perspectiva metodológica, cuáles son aquellos métodos instrumentales y técnicas de recolección de información, considerando las particularidades y límites de cada uno de éstos, más apropiados, atendiendo a las interrogantes planteadas en la investigación y a las características del hecho estudiado, que en su conjunto nos permitirán obtener y recopilar los datos que estamos buscando (p. 132).

En el mismo orden de ideas, Sabino, C. (1996) explica que las técnicas e instrumentos de recolección de datos “son las distintas formas o maneras de obtener la información” (p. 57)

Como técnicas de recolección de datos se utilizaron la observación directa documental y la consulta a expertos, ésta última mediante reuniones directas e intercambio de información, con enfoque cualitativo con el objeto de revisar y completar la metodología.

Como técnicas de recolección de datos se utilizaron la observación directa en dos modalidades: documental y no participativa y consulta a expertos.

Según Méndez, C. (1999) la observación directa “es el proceso mediante el cual se perciben deliberadamente ciertos rasgos existentes en la realidad por medio de un esquema conceptual previo y con base en ciertos propósitos definidos generalmente por una conjetura que se quiere investigar” (p. 99).

La observación, en un sentido amplio, engloba todos los procedimientos utilizados en las Ciencias, no solo para examinar las fuentes donde se encontraron los hechos y datos objetos del estudio, sino también para obtener y registrar éstos. Considerada de este modo. la observación proporcionó al investigador la información referida a los conocimientos, tanto técnicos como operativos y legales, referidos al proceso de Análisis de Seguridad y Riesgos

La otra técnica utilizada fue la consulta directa, que usando el concepto de encuesta según Hyman, H. (1993) es “un conjunto de técnicas que utilizamos, mediante las cuales los sujetos proporcionan información acerca de sí mismos en forma activa. Las encuestas se utilizan mediante entrevistas orales y cuestionarios escritos” (p. 166)

En cuanto a los instrumentos de recolección de datos, Arias, F. (1999) señala que “son los medios materiales que se emplean para recoger y almacenar la información” (p. 53); y según la Universidad Nacional Abierta (1991) un instrumento “es un formulario diseñado para registrar la información que se obtiene durante el proceso de recolección” (p. 307).

Los instrumentos de recolección de datos, utilizados en la presente investigación fueron las fichas de trabajo.

Las fichas de trabajo, según Tamayo y Tamayo, M. (1998) “son instrumentos que nos permiten ordenar y clasificar los datos consultados y recogidos, incluyendo nuestras observaciones y críticas” (p. 212)

La recolección se realizó con un enfoque cualitativo aplicado a un grupo de expertos en materia de proyectos y de seguridad industrial. Esta recolección se realizó en dos etapas. En la primera etapa se realizó una consulta a expertos, con enfoque cualitativo, con el objeto de revisar, validar y completar los elementos de la herramienta de medición.

En una segunda etapa, se realizó un análisis cuantitativo, de los pesos y ponderaciones que debe tener cada una de las secciones y elementos que conforma la herramienta, a través de los comentarios del grupo de expertos.

## **VALIDEZ**

La validez de la herramienta fue establecida mediante la técnica del juicio de expertos, sometiendo el instrumento, previo a su aplicación, al juicio de cinco (5) expertos, a saber: tres (3) ingenieros de proyectos y dos (2) analistas de seguridad, quienes, previa comparación con los objetivos de la investigación y la Tabla de Operacionalización de los

---

Objetivos (Ver Tabla 1) consideraron que el mismo era válido, dejando evidencia de ello mediante la emisión de Constancias de Validación.

### **CONSIDERACIONES ÉTICAS**

Se menciona que la herramienta, se encuentra basada en PDRI conocidos y en las normas nacionales e internacionales que rigen los temas de seguridad en la industria.

La realización de este proyecto no tiene implicaciones éticas referidas al tipo ó manejo de data e información necesaria para su desarrollo, así mismo los resultados, conclusiones y recomendaciones que surjan producto del estudio estarán disponibles ampliamente para todo interesado en conocer acerca del proyecto y los aspectos concluyentes del mismo.

Los comentarios provenientes de las personas consultadas, se obtuvieron de información real, y se mantendrá la confidencialidad de las personas.

La información obtenida a través de investigaciones en los diferentes medios presenta sus respectivas referencias bibliográficas y autores.

Considerando lo descrito en el planteamiento del problema, la gran utilidad de esta investigación será su difusión y aplicación de la herramienta en proyectos, además que sirva como fuente de referencia a otras organizaciones, entes de apoyo y promotores de estos proyectos.

### **OPERACIONALIZACIÓN DE OBJETIVOS**

El Cuadro de Operacionalización de Objetivos o Cuadro Conceptual representa el arreglo de conceptos desagregados construidos en el momento de la formulación del problema para darle forma teórica al análisis del objeto de estudio. Es el arreglo de variables y de indicadores que aísla los equivalentes empíricos de los conceptos operativos. En la presente investigación se presenta una variable bien definida: la Definición del Análisis de Seguridad en los Proyectos. Se presenta un Cuadro de Operacionalización para la Variable con tres (3) columnas; a) Variable, b) Dimensiones, c) Definición Conceptual y d) Sub-dimensiones (ver Tabla 1). Durante el desarrollo del trabajo se disgregaran las Sub-dimensiones y se generarán los indicadores que formarán parte de la herramienta de medición.

**Tabla 1.- Operacionalización de Variables**

| OBJETIVO ESPECÍFICO   | VARIABLES   | DIMENSIÓN   | INDICADORES   | TÉCNICAS / INSTRUMENTOS   |
|---|---|---|---|---|
| Describir las metodologías del Índice de Definición de Proyectos (PDRI).                            | PDRI para proyectos industriales  | Herramienta desarrollada por Construction Industry Institute (CII) para la medición del grado de definición y planificación de proyectos en general.                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Secciones</li> <li>◆ Categorías</li> <li>◆ Elementos</li> <li>◆ Puntuaciones</li> </ul>  | Arqueo Bibliográfico  |
|   | PDRI para proyectos de edificios  | Herramienta desarrollada por Construction Industry Institute (CII) para la medición del grado de definición de construcción de edificaciones.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Secciones</li> <li>◆ Categorías</li> <li>◆ Elementos</li> <li>◆ Puntuaciones</li> </ul>  |   |
|   | EM-PDRI (Environmental Management PDRI)                                       | Herramienta desarrollada por el departamento de proyectos de Energía de Estados Unidos, para la medición del grado de definición de proyectos industriales.                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Secciones</li> <li>◆ Categorías</li> <li>◆ Elementos</li> <li>◆ Puntuaciones</li> </ul>  |   |
| Describir las Técnicas de Identificación de Riesgos para el diseño de plantas industriales Seguras. | Aplicación de la metodología de análisis de Riesgos                           | El método de identificación de riesgos es una herramienta que permite eliminar o atenuar los riesgos, así como limitar las consecuencias que acarrea el diseño de plantas industriales. | <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Diagrama de Proceso de metodología</li> <li>◆ Definiciones Requeridas</li> </ul>   | Arqueo Bibliográfico<br>Observación Participativa<br>Consulta a Expertos  |
|   | Explicar los métodos de identificación de riesgos más usados en la industria. | Análisis Preliminar de Peligros (APP)   | Es un método cualitativo que permite detectar los peligros de los materiales, equipos y ubicación de la planta.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Concepto</li> <li>◆ Áreas de aplicación</li> <li>◆ Personal necesario</li> <li>◆ Información requerida</li> <li>◆ Pasos a seguir para aplicar el método</li> <li>◆ Ventajas y Desventajas</li> </ul> |
| Clasificación Eléctrica de Áreas  |   | Es una metodología que permite cumplir con las exigencias de seguridad industrial al identificar la adecuada ubicación de los equipos eléctricos o productor de chispas o calor.        | <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Concepto</li> <li>◆ Áreas de aplicación</li> <li>◆ Personal necesario</li> <li>◆ Información requerida</li> <li>◆ Pasos a seguir para aplicar el método</li> <li>◆ Ventajas y Desventajas</li> </ul> |   |
| Que pasa si ... ?   |   | Es un método que consiste en plantear las posibles desviaciones en el diseño, utilizando la pregunta ¿Qué pasa si ... ?   | <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Concepto</li> <li>◆ Áreas de aplicación</li> <li>◆ Personal necesario</li> <li>◆ Información requerida</li> <li>◆ Pasos a seguir para aplicar el método</li> <li>◆ Ventajas y Desventajas</li> </ul> |   |
| Estudio de Peligro y Operabilidad (HAZOP)   |   | Es un método de análisis que consiste en un examen crítico y sistemático del diseño de una instalación industrial, con el objeto de identificar peligros y sus consecuencias.           | <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Concepto</li> <li>◆ Áreas de aplicación</li> <li>◆ Personal necesario</li> <li>◆ Información requerida</li> <li>◆ Pasos a seguir para aplicar el método</li> <li>◆ Ventajas y Desventajas</li> </ul> |   |

**DISEÑO:** Elaboración propia (2006)

**Tabla 2.- Operacionalización de Variables (cont)**

| OBJETIVO ESPECIFICO  | VARIABLES   | DIMENSIÓN  | INDICADORES   | TÉCNICAS / INSTRUMENTOS  |
|--|---|--|---|--|
| Relacionar las metodologías de Identificación de Riesgos con las etapas de la vida de un proyecto.                             | Ingeniería Conceptual / Estudio de Factibilidad   | Fase de la ingeniería de un proyecto que tiene como propósito la selección de mejores opciones   | <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Objetivos</li> <li>♦ Productos Generados</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Arqueo Bibliográfico</li> <li>Observación Participativa</li> <li>Consulta a Expertos</li> </ul> |
|  | Ingeniería Básica                                 | Fase de la ingeniería de un proyecto, que tiene como propósito desarrollar en detalle el alcance y los planes de ejecución de la opción seleccionada | <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Objetivos</li> <li>♦ Productos Generados</li> </ul>  |  |
|  | Ingeniería de Detalle                             | Última fase de la ingeniería y por ende del diseño, antes de iniciar la construcción.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Objetivos</li> <li>♦ Productos Generados</li> </ul>  |  |
|  | Ingeniería de Planta                              | Son todas las operaciones que se realizan para la instalaciones existentes a baja escala   | <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Objetivos</li> <li>♦ Productos Generados</li> </ul>  |  |
|  | Documentos de diseño por disciplina de ingeniería | Es la documentación que debe incluir cada disciplina involucrada en la preparación y definición de un proyecto.                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Civil</li> <li>♦ Estructura de concreto y acero</li> <li>♦ Redes de fluidos</li> <li>♦ Tuberías</li> <li>♦ Electricidad</li> <li>♦ Instrumentación y Control</li> </ul>  |  |
| Comparar los elementos del PDRI con los elementos de las Técnicas de Identificación de Riesgos.                                | Elementos del PDRI                                | Compara los elementos del PDRI, con los elementos necesarios para la identificación de riesgos en proyectos.   | ♦ Proceso de comparación de Elementos   | Observación Participativa  |
|  | Elementos de Evaluación de Riesgos                |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Definición de Puntuación</li> <li>♦ Selección de elementos</li> </ul>  |  |
| Desarrollar los elementos de la metodología para la medición del grado de definición y planificación del Análisis de Seguridad | Secciones y Elementos de la metodología           | Presenta una propuesta modelo de la metodología para medir el grado de definición y planificación de análisis de seguridad en un proyecto.           | <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Puntuación de los elementos.</li> <li>♦ Puntuación de las secciones</li> <li>♦ Peso de los elementos</li> <li>♦ Ponderación de la puntuación de las secciones.</li> <li>♦ Grado de definición en función al puntaje</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Observación Participativa</li> <li>Consulta a Expertos</li> </ul>                               |

**DISEÑO:** Elaboración propia (2006)



### **CAPÍTULO III.- MARCO DE REFERENCIA**

En el capítulo se describen los aspectos que estructuran el sector donde se desarrolla la investigación, permitiendo obtener los motivos que dieron origen a la investigación y conocer las características generales de la organización, que son necesarios para obtener el mejor entendimiento del mismo y los resultados esperados en dicho contexto. En esta se inicia con una breve reseña histórica general identificando la razón de ser de la organización y las unidades de negocio que la conforman; para luego definir la estructura organizacional, la visión y políticas, y finalmente describir la condición actual de la empresa con respecto a la seguridad y riesgos en los proyectos.

#### **DESCRIPCIÓN GENERAL DE SIDOR C.A.**

SIDOR es una empresa compuesta por un complejo siderúrgico integrado, dedicado a procesar mineral de hierro para obtener productos de acero. Tiene una capacidad instalada de 4.9 millones de toneladas anuales de producción de acero líquido, utilizando tecnología de reducción directa -horno de arco eléctrico y colada continua.

La planta está ubicada en la Zona Industrial de Matanzas, Ciudad Guayana, Estado Bolívar, región sur oriental de Venezuela, en la margen derecha del Río Orinoco, a 80 kilómetros de Ciudad Bolívar y a 17 kilómetros del punto en que confluyen los Ríos Orinoco, a 282 Km. de su desembocadura y a unos 17 kilómetros de su confluencia con el río Caroní.

SIDOR se extiende sobre una superficie de 2.838 hectáreas, de las cuales 90 hectáreas son techadas. Cuenta con una amplia red de comunicaciones de 74 Km. de carreteras pavimentadas, 132 Km. de vías férreas y acceso al mar por un Terminal portuario con capacidad para atracar simultáneamente 6 barcos de 20.000 Ton. cada uno. Además de contar con edificaciones en las cuales se desarrollan las áreas administrativas y de soporte al personal, tales como edificios administrativos, comedores, servicio médico, talleres centrales, entre otros.

Cuenta con modernos equipos e instalaciones auxiliares que le permiten la reducción del mineral de hierro, producción de acero y fabricación de una variada gama

de productos que abarca desde Pellas, Hierro de reducción directa, Cal y Semielaborados de acero (Planchones, Lingotes poligonales, Palanquillas) hasta productos terminados Planos (Bandas, Bobinas y Láminas en caliente; Bobinas y Láminas en frío y recubiertos) y Largos (Barras y Alambrón).

### **Instalaciones Básicas:**

**Planta de Peletización:** En esta planta se procesan finos de mineral de hierro, provenientes del Cerro Bolívar, y fundentes, para convertirlos mediante calentamiento aglomerado en el producto que recibe el nombre de Pellas. Tiene una capacidad de 7.2 millones de toneladas por año.

**Planta de Reducción Directa:** Constituidas por dos plantas Midrex (I, II) con una capacidad de 3.4 millones de toneladas por año y una planta H y L, con una capacidad de 0.7 millones de toneladas por año. En dichas plantas se produce Hierro de reducción directa utilizando la Pella como materia prima y Gas natural reformado como agente reductor.

**Acería Eléctrica y Colada Continua de Planchones:** Consta de cuatro hornos de 200 toneladas por colada. Tiene una capacidad total de producción de 3.6 millones de toneladas de acero líquido por año. Esta acoplada a tres máquinas de colada continua con dos líneas cada una, cuenta con dos hornos de metalurgia secundaria.

**Acería Eléctrica y Colada Continua de Palanquillas:** Consta de dos hornos eléctricos y dos de metalurgia secundaria de 150 toneladas cada uno y producen un total de 1.3 millones de toneladas de acero líquido por año. Esta acoplada a dos máquinas de colada continua con seis líneas cada una. Posee un área de Vaciado por el Fondo, para la fabricación de Lingotes poligonales.

**Tren de Barras:** Su capacidad de laminación por año es de 350.000 toneladas de Barras lisas y estriadas, en aceros de calidad comercial y de alta resistencia.

**Tren de Alambrón:** Su capacidad es de 600.000 toneladas anuales de Alambrón de diferentes diámetros.

**Planta de productos Planos en Caliente:** Diseñada para producir 2.4 millones de toneladas de Bobinas y Láminas en caliente. Está integrada por dos hornos de calentamiento, un tren cuarto reversible de laminación en caliente, un laminador continuo de seis bastidores, Enrolladores, dos líneas de corte en caliente y una línea de Skin Pass, con una capacidad de 600 t/año y la cual permite mejorar la forma y calidad de los aceros laminados en caliente.

**Planta de productos Planos en Frío:** En ella se fabrican Láminas y Bobinas de acero laminadas en frío, Hojalata y Hoja cromada, para diferentes usos. Está integrada por dos líneas de laminación en frío, con instalaciones para el decapado, recocido, temple, corte y tajado y con líneas de Estañado y cromado con facilidades para el corte.

**Planta de Briquetas:** La planta que originalmente se construyó no está en operación, sin embargo, Sidor y Tenaris adquirieron los activos de la briquetera Posven y más recientemente se concretó la compra de Matesi.

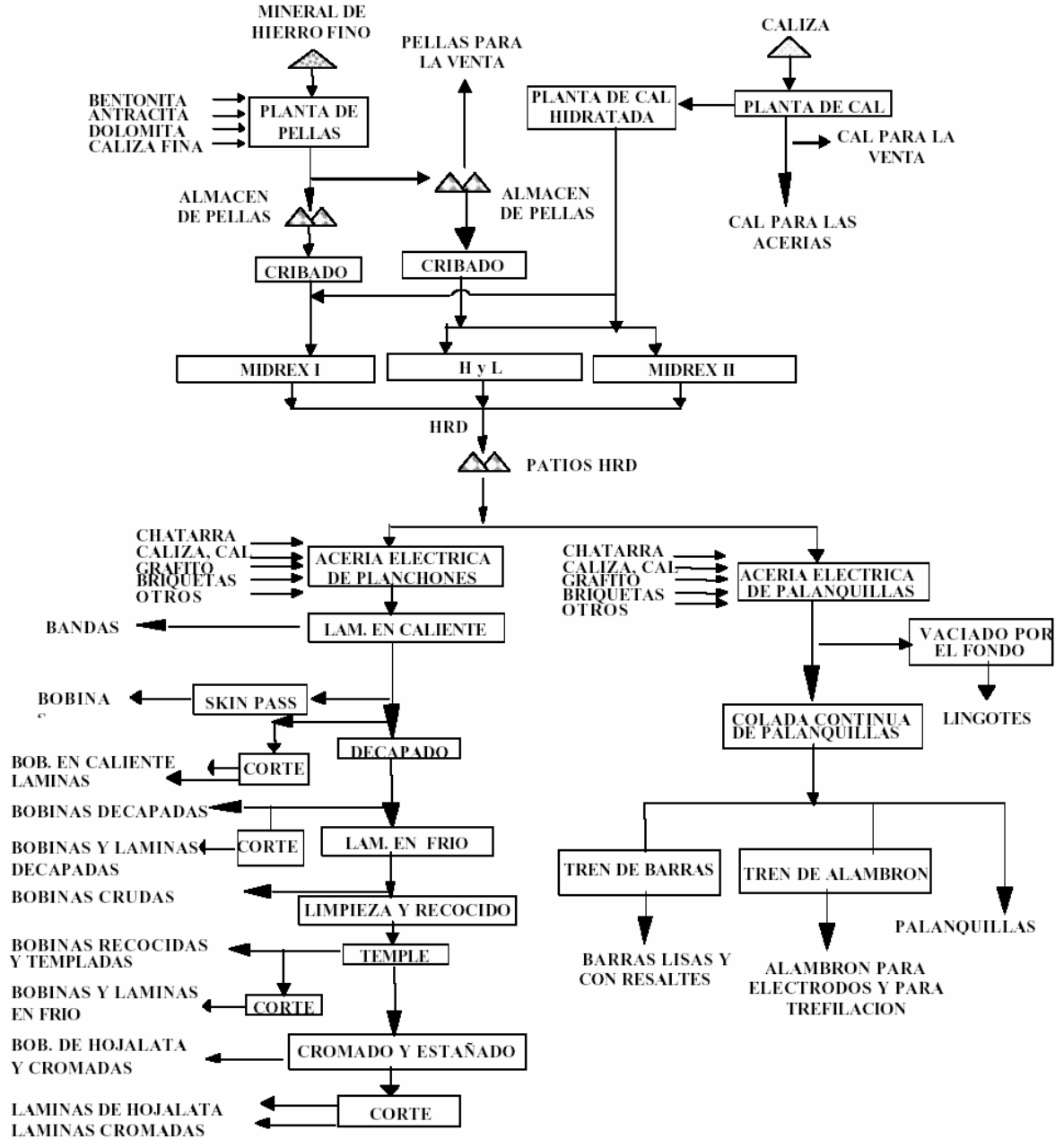
**Planta de Cal:** Consta de tres zonas: transporte de materia prima, calcinación y molienda. La cal es utilizada como aglutinante en planta de pellas y como fundente en las acerías.

**Terminal Portuario:** Con una longitud de 1195 metros, con capacidad para atracar, simultáneamente hasta 6 buques.

**Instalaciones Auxiliares:** Los servicios industriales y complementarios de la producción constituyen el siguiente conjunto de instalaciones: planta de chatarra; sistemas de generación y distribución de Vapor, Electricidad, de recirculación de Agua, de separación de Aire; una Red Ferroviaria; Carreteras; Sistemas de control de Contaminación Ambiental; Sistemas contra incendio; Sistema de Gas; talleres de Mantenimiento y Almacenes.

Flujograma general de Fabricación

Figura 2.- Flujograma General de Fabricación



FUENTE: SIDOR, Manual de la Calidad, (2005)

---

## Organización

La organización de SIDOR como empresa del estado tenía una estructura descentralizada, con autonomía de gestión. Luego como parte de la transformación de la empresa una vez privatizada, el nuevo consorcio plantea una estructura organizativa nueva en la que se distribuyen las posiciones siguiendo en lo posible una tendencia horizontal, centralizando todas las actividades bajo direcciones, y estas a su vez en coordinaciones y gerencias, con lo que se busca lograr la mayor eficiencia y eficacia en la obtención de resultados, manteniendo siempre el trabajo en equipo y a las interrelaciones que siguen direcciones matriciales.

La estructura organizacional de SIDOR, como se presenta en el Manual de la Calidad (2005), está conformada por nueve direcciones, una gerencia de calidad y una asistencia técnica:

**Dirección de Asuntos Legales:** Además de garantizar que la empresa actúe dentro de los marcos legales venezolanos y las que regulan el comercio internacional, representa a la empresa ante terceros.

**Dirección de Intendencias de Servicios y Protección de Planta:** Promueve la imagen institucional de la empresa, organiza y coordina las actividades de la empresa en la comunidad.

**Dirección Administrativa:** Se encarga de actividades relacionadas con la contabilidad y auditoría de empresa, así como de organizar los sistemas de computación.

**Dirección Industrial:** Se encarga de las actividades productivas.

**Dirección Comercial:** Dirige la comercialización y el despacho de los productos de SIDOR hacia sus proveedores, asegurando las óptimas condiciones de recepción.

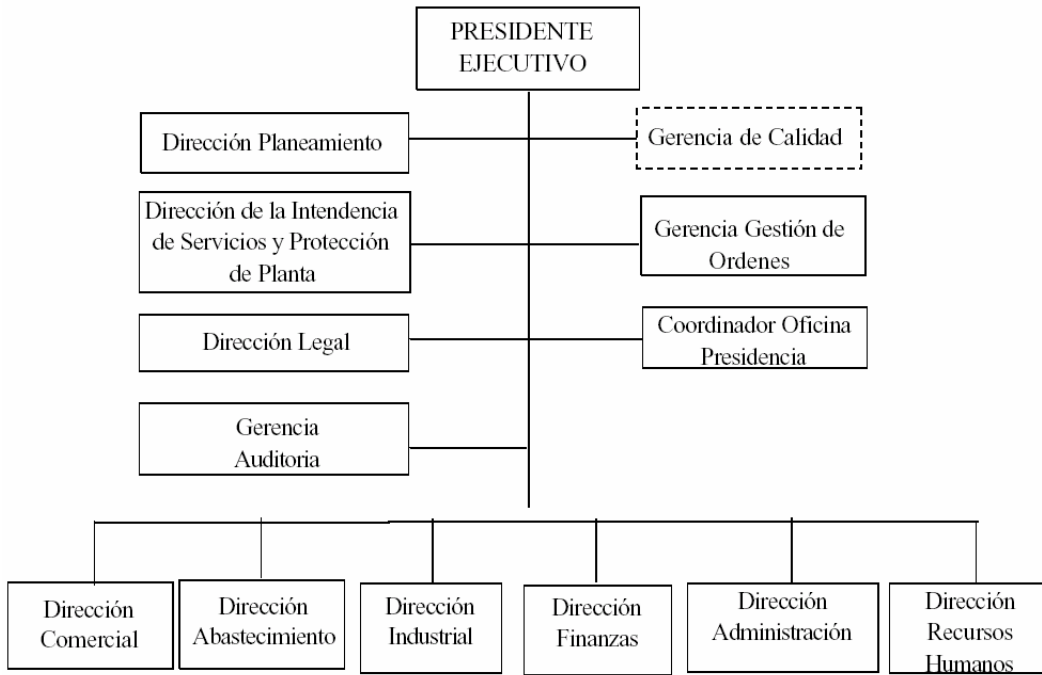
**Dirección de Abastecimiento:** Debe obtener y suministrar los materiales e insumos requeridos por la empresa.

**Dirección de Finanzas:** Administra y asegura el rendimiento de los recursos financieros.

**Dirección de Recursos Humanos:** Tiene a su cargo todo lo relacionado con el desarrollo del personal.

**Dirección de Planificación:** Es la que formula y evalúa las políticas y estrategias de la corporación en materia comercial.

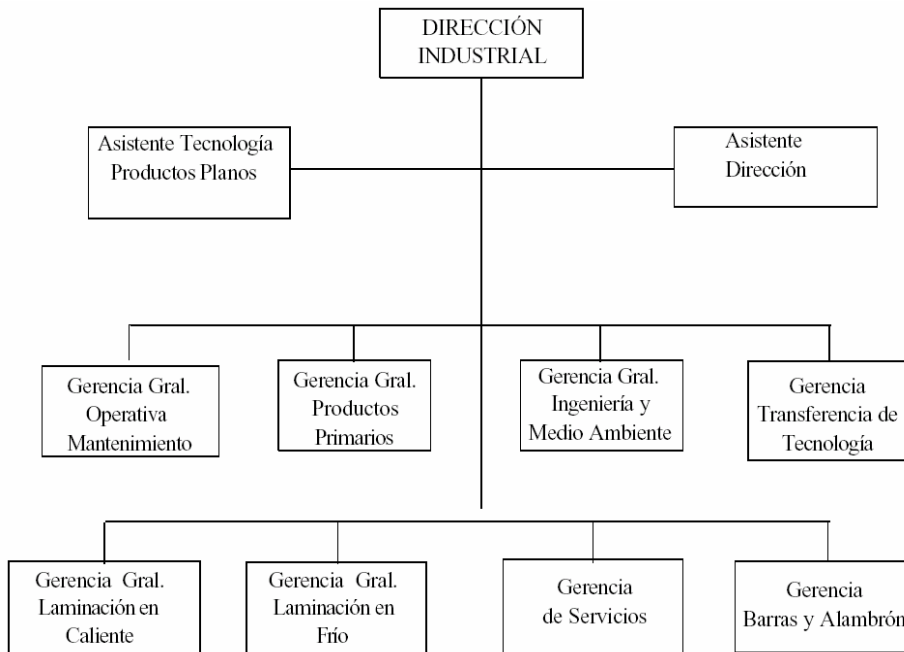
**Figura 3.- Organigrama General SIDOR**



----- Responsabilidad funcional en temas de Calidad.

**FUENTE:** SIDOR, Manual de la Calidad, (2005)

**Figura 4.- Organigrama Dirección Industrial SIDOR**



**FUENTE:** SIDOR, Manual de la Calidad, (2005)

## **Visión**

SIDOR tendrá estándares de competitividad similares a los productores de acero más eficientes y estará ubicada entre las mejores siderúrgicas del mundo.

## **Política de Calidad**

SIDOR tiene como compromiso la búsqueda de la excelencia empresarial con un enfoque dinámico que considera sus relaciones con los clientes, accionistas, empleados, proveedores y la comunidad, promoviendo la calidad en todas sus manifestaciones, como una manera de asegurar la confiabilidad de sus productos siderúrgicos, la prestación de servicios y la preservación del medio ambiente.

- Definir anualmente los objetivos y planes de calidad.
- Satisfacer los requerimientos y expectativas de los clientes.
- Implementar un sistema de calidad acorde a las normas internacionales más exigentes.
- Seleccionar los proveedores en base a sus sistemas de aseguramiento, calidad de sus productos y prestación de servicios, desarrollando relaciones duraderas y confiables.
- Asumir cada área de la empresa el doble papel de cliente y proveedor, desarrollando la gestión con criterios preventivos.
- Educar y motivar al personal en la mejora continua de la calidad en el trabajo y en todas sus manifestaciones.
- Verificar la efectividad del sistema a través de las auditorías de la Calidad.
- Mejorar constantemente los procesos y servicios incorporando nuevas tecnologías.
- Desarrollar nuevos productos y mejorar los existentes previendo las necesidades de los clientes.
- Asegurar el liderazgo competitivo de la empresa, entendiendo que la calidad, productividad y seguridad son factores esenciales que actúan conjuntamente.

## **Política de Recursos Humanos**

Sidor, cuyo objetivo es convertirse en una empresa siderúrgica competitiva, considera al recurso humano factor determinante para lograrlo. En tal sentido, disponer de la mejor fuerza laboral constituye para Sidor el elemento clave de diferenciación frente a la competencia. La competitividad de la Empresa pasa por la competitividad de su gente.

### **Política de Seguridad**

Sidor, en la fabricación y comercialización de productos de acero, considera que su capital más importante es su personal y por ello juzga prioritario el cuidado de su seguridad y salud en el ámbito laboral.

Para el desarrollo de todas sus actividades establece entre sus premisas básicas, mejorar en forma permanente y sostenida las actitudes y condiciones de Higiene y Seguridad de su personal, para convertir a todas sus instalaciones industriales en modelos de gestión de trabajo seguro y eficiente, proyectando sus programas de seguridad a la Comunidad.

Para ello reconoce que:

- La prevención de accidentes es responsabilidad de todos.
- Las acciones de prevención de riesgos son prioritarias.
- Todos los accidentes e incidentes pueden ser prevenidos.
- Todos los riesgos operativos pueden ser controlados.
- El cumplimiento de las normas y procedimientos legales e internos relativos a Seguridad, Higiene y Salud Ocupacional, es responsabilidad tanto de Sidor y de sus trabajadores como de las empresas contratistas y de sus trabajadores.”

“Un accidente podrá ser explicado pero nunca justificado”.

### **Política de Medio Ambiente**

Sidor considera a la variable ambiental como uno de los pilares para la fabricación y comercialización de aceros de calidad internacional. Por ello basa sus acciones ambientales en los siguientes criterios:

- Cumplir con la legislación ambiental vigente.
- Promover con los principios del desarrollo sostenible.
- Utilizar racionalmente los recursos naturales.
- Aplicar mejora continua en los sistemas existenciales.
- Incorporar tecnología ambientalmente limpia en los nuevos equipos y procesos.



## **DESCRIPCIÓN DE LA GERENCIA DE INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE**

La necesidad surge de la falta de un sector dedicado exclusivamente a la evaluación, diseño, instalación, implementación y administración y control de los proyectos de mejora de los sistemas que constituyen las diferentes áreas productivas de la empresa y que requieran de un alto nivel de inversión así como de un desarrollo técnico no manejable por los sectores que los mantienen u operan directamente.

Esto se debe a que los sectores clientes no están en capacidad de realizar los estudios, análisis y propuestas de desarrollo técnico que requieren las diferentes plantas de la empresa, por la incapacidad de manejar grandes cantidades de dinero considerando la importancia de los tiempos de ejecución y rendimiento de la inversión sin descuidar sus funciones principales que son la mantención y/o operación de las plantas.

Adicionalmente la responsabilidad por los aspectos de seguridad en el diseño, construcción y arranque de una instalación nueva o modificación a una existente, corresponde también a la Gerencia de Ingeniería y Medio Ambiente, la cual se apoya y asesora continuamente de las Gerencia de Higiene y Seguridad Industrial, Gerencia de Operaciones y Mantenimiento en todas las fases del proyecto.

En base a los lineamientos descritos anteriormente, se tendrán las siguientes responsabilidades específicas:

### **Gerencia de Ingeniería y Medio Ambiente**

- Administrar los estudios de seguridad en las diferentes etapas del proyecto. Los estudios de seguridad realizados deberán ser documentados y formar parte de los archivos del proyecto. Aplicar los criterios de diseño intrínsecamente seguro, con el fin de obtener instalaciones seguras, simples y fáciles de operar.
- Diseñar utilizando los códigos y normas adecuadas, vigentes y que reflejen la aplicación de la mejor práctica de ingeniería.
- Tomar en cuenta la experticia en materia de seguridad en diseño de las compañías contratadas que participen en el proyecto, con el fin de garantizar la capacidad de realizar un diseño seguro.

- Cumplir con la entrega de los planos como construidos, manuales de operación, mantenimiento y planes de emergencia y contingencia en conjunto con el resto de la documentación, con suficiente antelación a las pruebas de arranque de la instalación. En el caso de una modificación, cambio ó ampliación de una instalación existente, se deberá revisar y actualizar la documentación antes indicada.

### **Gerencia de Higiene y Seguridad Industrial**

- Apoyar la realización de los estudios de seguridad requeridos en las diferentes fases del proyecto, con el fin de aportar su experiencia y conocimiento de las metodologías y asegurar la uniformidad en la aplicación de dichos análisis.
- Asesorar en el uso e interpretación de los códigos y/o normas de seguridad, favoreciendo la discusión en aquellas situaciones conflictivas que se generen de su aplicación.
- Auditar los proyectos en cualquiera de sus fases, con el fin de verificar la aplicación de los códigos y normas adecuados y el cumplimiento de las recomendaciones provenientes de los análisis de seguridad realizados.

### **Gerencia de Operaciones**

Verificar que el proyecto considere todos los requerimientos de seguridad en los procesos mediante:

- El apoyo en el diseño y su intervención en el desarrollo del proyecto, para cubrir las necesidades tanto desde el punto de vista de equipos, como prácticas operacionales requeridas para una operación segura de la instalación.
- La participación activa en la realización de los estudios de seguridad durante el desarrollo del proyecto.
- La participación en el desarrollo de los manuales y procedimientos operacionales y planes de emergencia y contingencia.
- La definición de requerimientos de adiestramiento para una operación segura.

## **Gerencia de Mantenimiento**

- Participar en el desarrollo del proyecto para favorecer la accesibilidad a los equipos y la mantenibilidad de la instalación, así como definir programas y prácticas de mantenimiento que incrementen la vida útil de la instalación proyectada.
- Proveer información de apoyo sobre la experiencia práctica de los equipos a instalar con el objeto de mejorar la disponibilidad y factores de eficiencia/servicios de la instalación propuesta.
- Apoyar a las organizaciones encargadas del diseño, en la práctica de estandarización de equipos.
- Definir los requerimientos de adiestramiento para una operación segura.

## CAPÍTULO IV.- MARCO DE TEÓRICO

En este capítulo se presentaron los conceptos, ideas, teorías y enunciados que sustentaron la investigación. El texto está organizado de manera tal que se transmita la información de forma que el lector vaya dando respuesta a las inquietudes planteadas.

Los basamentos teóricos abarcan los elementos correspondientes a los criterios y conceptos de seguridad y riesgos en la empresa con el objeto de orientar al lector en los fundamentos básicos que se desarrollaran en la investigación.

### ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Los principales antecedentes son:

- Construction Industry Institute (CII), (1996), desarrollaron una herramienta titulada: **“PDRI: Índice de Definición de Proyectos”**, orientada a la medición del grado de definición del alcance de proyectos industriales. El PDRI busca reducir el riesgo del proyecto a través de su definición.
- Construction Industry Institute (CII), (1999), desarrollaron el **“PDRI para proyectos de construcción de edificios”**
- Department of Energy – EE.UU. (DOE), (2000) desarrollaron el **“EM-PDRI (Environmental Management – PDRI)”** herramienta basada en cinco áreas de medición (Costo, Tiempo, Alcance/Tecnología, Planificación y Control, y Factores Externos). Tiene por objeto la medición del grado de definición y planificación de un proyecto.

El CII (Construction Industry Institute) realizó una encuesta en el 2004 con 70 de sus miembros acerca del uso del PDRI en sus organizaciones. De un universo de 43 Organizaciones, 22 han usado PDRI para proyectos industriales, 6 PDRI para edificios y 15 han utilizado ambos (proyectos industriales y edificios). Del estudio se determinó que dentro de esas instituciones el PDRI para proyectos industriales ha sido usado con un promedio de 4.3 años y el PDRI para edificios se ha utilizado con un promedio de 2.7 años.

En los últimos años han aparecido algunas variaciones de PDRI aplicados a casos particulares como la “Adaptación del PDRI para proyectos IPC en la industria petrolera” (VILLALOBOS M., 2002) y la “Herramienta de medición del grado de definición y planificación en proyectos de construcción de salas limpias farmacéuticas” (CANELÓN José, 2005).

## **LA SEGURIDAD Y RIESGOS EN PROYECTOS**

En los proyectos es necesario determinar el Nivel de Integridad de Seguridad requerido por una instalación nueva o existente a modificar, con el fin de evaluar la necesidad de implantar Sistema Instrumentado de Seguridad que cumpla con el nivel de Riesgo Aceptable establecido en las normas (PDVSA, 1995). Estas normas establecen los principios básicos, métodos y criterios a considerar en el proyecto para la determinación de los elementos que contienen las instalaciones, a objeto de reducir el nivel de riesgo hasta un nivel Aceptable.

Es por esto que se hace necesario que desde la fase de definición del proyecto se ejecuten estudios cualitativos y/o cuantitativos asociados a los sistemas de protección a instalar.

En general, es conveniente que en los proyectos se apliquen las más avanzadas técnicas y prácticas de identificación de peligros y evaluación de riesgos establecidas por organizaciones reconocidas a nivel internacional. Estas normas debe ser usadas y aplicadas por equipos multidisciplinarios pertenecientes a la Gerencia de Proyectos con experiencia y adiestramiento en confiabilidad, operabilidad y mantenibilidad, conformado como mínimo por las especialidades de Procesos, Instrumentación, Mantenimiento, Operaciones e Ingeniería de Riesgos y liderizado por el personal de Ingeniería de Riesgos.

El análisis del proyecto debe considerar los Sistemas Instrumentados de Seguridad cuya función principal es prevenir de forma automática la ocurrencia de eventos peligrosos. También deben tenerse en cuenta los sistemas de mitigación que involucren elementos sensores, “logic solver” y elementos finales que requieran del

cálculo de una Probabilidad de Falla en Demanda para garantizar su disponibilidad y funcionalidad en caso de ocurrencia del evento peligroso.

Al emplear en los proyectos los procedimientos de determinación y análisis de condiciones de riesgo de los procesos, sistemas de control de procesos, operaciones, etc. en forma sistemática, se reduce la subjetividad en la identificación de áreas y/o sistemas críticos y permite jerarquizar la importancia relativa de cada evento peligroso no deseado y de esta forma reforzar la aplicación de las mejores prácticas de Ingeniería, con el fin de obtener elementos de juicio para soportar acciones que permitan alcanzar el nivel de seguridad requerido de las instalaciones.

## **GESTIÓN DE LOS RIESGOS DEL PROYECTO**

La Gestión de los Riesgos del Proyecto es el conjunto de procesos que se relacionan con la identificación, el análisis y la respuesta a la incertidumbre. Esto incluye la maximización de los resultados de eventos positivos y la minimización de las consecuencias de eventos adversos.

La Gestión de los Riesgos del Proyecto “incluye los procesos relacionados con la planificación de la gestión de riesgos, la identificación y el análisis de riesgos, las respuestas a los riesgos, y el seguimiento y control de riesgos de un proyecto” (PMI, 2004, p. 237). También puede definirse como “los procesos indispensables para identificar, analizar y responder a los eventuales riesgos del proyecto” (Cleland, D. (1990), p.1.40).

Adicionalmente, “los objetivos de la Gestión de los Riesgos del Proyecto son aumentar la probabilidad y el impacto de los eventos positivos, y disminuir la probabilidad y el impacto de los eventos adversos para el proyecto” (PMI, 2004, p. 237).

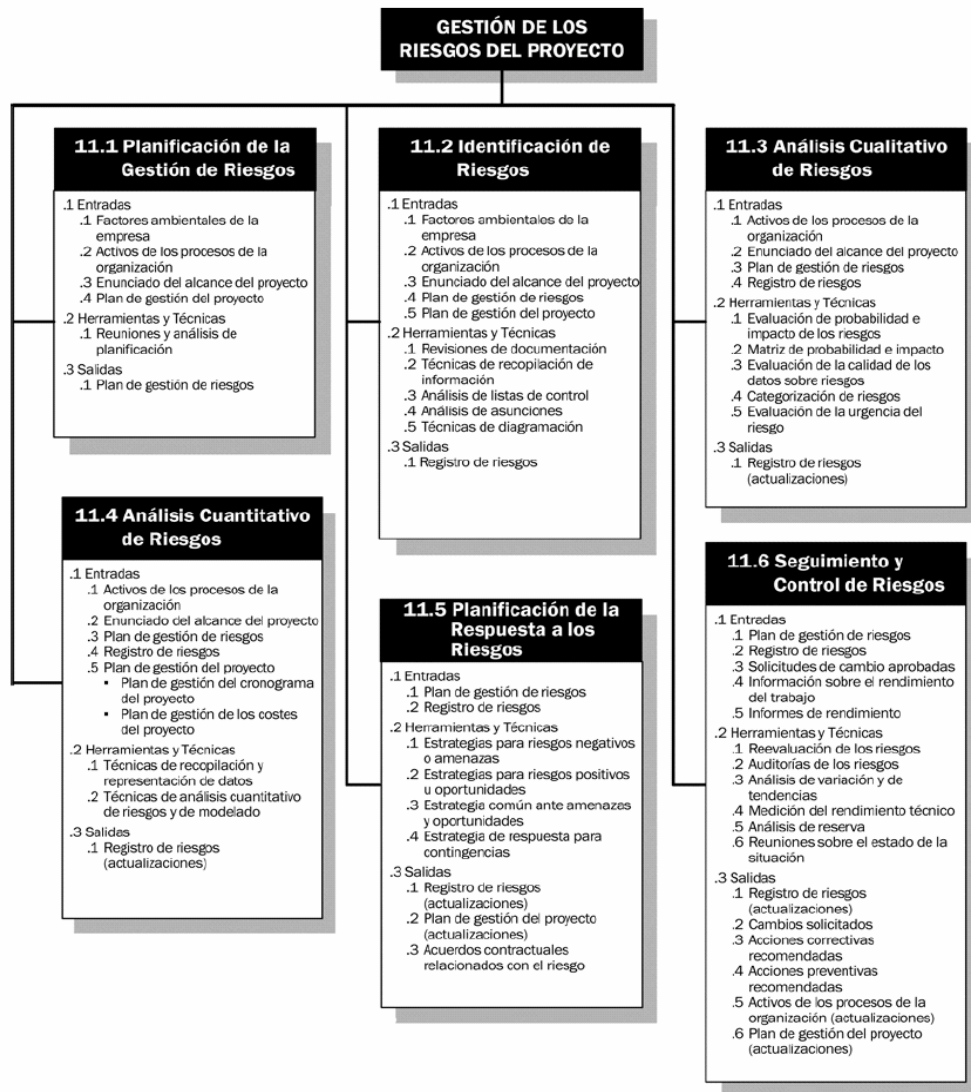
### **Procesos de la Gestión de los Riesgos**

De acuerdo con el PMI (2004), los procesos de la Gestión de los Riesgos del Proyecto son:

- Planificación de la Gestión de Riesgos: Decidir cómo enfocar, planificar y ejecutar las actividades de gestión de riesgos para un proyecto.
- Identificación de Riesgos: Determinar qué riesgos pueden afectar al proyecto y documentar sus características.
- Análisis Cualitativo de Riesgos: Priorizar los riesgos para realizar otros análisis o acciones posteriores, evaluando y combinando su probabilidad de ocurrencia y su impacto.
- Análisis Cuantitativo de Riesgos: Analizar numéricamente el efecto de los riesgos identificados en los objetivos generales del proyecto.
- Planificación de la Respuesta a los Riesgos: Desarrollar opciones y acciones para mejorar las oportunidades y reducir las amenazas a los objetivos del proyecto.
- Seguimiento y Control de Riesgos: Realizar el seguimiento de los riesgos identificados, supervisar los riesgos residuales, identificar nuevos riesgos, ejecutar planes de respuesta a los riesgos y evaluar su efectividad a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

La Figura 5 muestra los procesos de Gestión de los Riesgos del Proyecto.

Figura 5.- Gestión de los Riesgos del Proyecto



FUENTE: PMI (2004)

“Estos procesos interactúan entre si y también con los procesos de las demás áreas de conocimiento de la Gerencia de Proyectos....cada proceso tiene lugar por lo menos una vez en cada proyecto y se realiza en una o más fases del proyecto” (PMI, 2004, P. 237)

El riesgo tiene las siguientes características:

- Evento de riesgo: La declaración del riesgo a futuro
- Impacto del riesgo: lo que puede suceder a favor e en contra de los objetivos del proyecto
- Probabilidad de que el riesgo pueda ocurrir.



La certidumbre implica la presencia de toda la información necesaria para tomar una decisión. La incertidumbre parte de una ausencia completa de información. El riesgo, sin embargo implica que los resultados del proyecto pueden precisarse dentro de límites aceptables de seguridad. A mayor disponibilidad de información, la certidumbre aumenta, y viceversa. En este sentido, toda herramienta y técnica que brinde más información confiable, permitirá a su vez, tomar una mejor decisión en cuanto a los riesgos (futuros). El alcance de la gestión de riesgos cubre desde una incertidumbre casi total hasta cuando casi se tiene toda la información necesaria para la toma de decisiones.

En cualquier proyecto, comúnmente, a mayor oportunidad, mayor el grado de incertidumbre y por tanto mayor el riesgo que se puede tomar y mayores amenazas se podrán presentar; de ahí que se necesite un modelo apropiado para gestionar los riesgos. La gerencia de proyectos se maneja comúnmente mediante una metodología que se basa en unos insumos, un proceso, unos resultados y una retroalimentación que cierra el bucle. Sin embargo, los riesgos y su manejo son diferentes. Tienes que ver con impacto, probabilidad, incertidumbre y plan de contingencia. La misma gestión de riesgos no contempla el control completo de eventos. Cuando se ejecuta el modelo de gestión de riesgos se debe tener claro que se manejarán sólo aquellos riesgos que presentan una relación de beneficios-costos satisfactoria, que sean manejables dichos riesgos y que se puedan medir y controlar las consecuencias. Un análisis comparativo con proyectos anteriores (por ejemplo, siniestros), sobre todo terminados, puede arrojar luces sobre las implicaciones de las amenazas y oportunidades a futuro.

La gestión de riesgos debe atenderse con sumo cuidado, evitando apresurarse, convocando al personal adecuado y hasta ignorando lo que se pueda considerar como obvio. Se debe tener en cuenta que unos riesgos pueden ocasionar otros y que el traslape de riesgos puede generar terceros riesgos.

Los resultados de la gestión de riesgos deben traducirse en términos de costos que afectarán, sin duda, el precio final del proyecto. Algunos de estos costos se podrán cuantificar fácilmente, otros requerirán pasar por un proceso de estimación para llegar al mejor valor aproximado en términos monetarios. Tenga en cuenta que la gestión de riesgos afecta considerablemente si la cultura organizacional y por ende gerencial no es favorable a este proceso. Se requiere tener una cultura proclive a la identificación y

valoración de riesgos, de otra manera el fracaso es casi seguro. Recuerde que los riesgos que se decidan manejar deben permitir el logro de uno o más objetivos del proyecto y por ende de los requerimientos del cliente.

Los riesgos deben ser tratados teniendo en cuenta los otros componentes y áreas de conocimiento de un proyecto. Hay que tener en cuenta los factores que contribuyen al riesgo, como son: los aspectos humanos, la normatividad y entregabilidad de cada resultado, lo intrínseco del propio proyecto, lo concerniente al manejo de la información, las relaciones con terceros, el manejo del cronograma, las suposiciones generales y particulares del proyecto, el presupuesto y su manejo así como el entorno del proyecto.

La mayor cantidad de riesgos de un proyecto proviene de la etapa inicial cuando se está planeando dicho proyecto, del manejo inadecuado de los cambios de un proyecto, del control ineficaz de los riesgos durante el ciclo de vida del proyecto (muy dinámico), generando más riesgos que no tendrán una identificación, valoración o respuesta adecuada.

En la fase de planeación del proyecto, surgen gran número de riesgos, aunque lo que está en juego es relativamente bajo debido a la poca inversión en esta fase del proyecto. De otro lado, durante la ejecución del proyecto, cada vez se conoce más del proyecto y por ende de sus riesgos, la cantidad en juego sube considerablemente a medida que se van asignando recursos. Por ello, la gestión de riesgos debe afectar significativamente la planeación de un proyecto, para así poder manejar las consecuencias y la probabilidad de existencia de un futuro riesgo a niveles aceptables.

Por todo lo anterior, se procederá a analizar y explicar la razón de ser de cada una de las etapas del modelo, que corresponde al señalado y sugerido por el PMI.

### **Planificación de la Gestión de Riesgos**

Comprende la toma de decisiones de cómo enfrentar y planificar las actividades de gestión del riesgo, se debe tomar en consideración los roles y responsabilidades y niveles de autoridad, en donde se defina un líder, el apoyo y los miembros del equipo de gestión del riesgo, para cada tipo de acción del plan de gestión. Se debe ejecutar un plan maestro

que es el que contiene, de manera detallada, todo lo referente a cada actividad del proyecto (objetivos, estructura organizativa, estructura desagregada, asignación de responsabilidades, diagrama lógica de actividades, cronograma de actividades y presupuesto). Esta planificación se realizará a través de reuniones en los equipos de proyectos con el fin de elaborar un plan de gestión de riesgos donde se describe cómo se estructura y lleva a cabo la identificación, el análisis cualitativo y cuantitativo, la planificación de la respuesta, el seguimiento y control de los riesgos durante el ciclo de vida del proyecto.

### **Identificación de Riesgos**

Consiste en identificar sistemáticamente todos los eventos posibles de riesgos que pueden tener tanto un impacto positivo como negativo en el proyecto. Hay que tener en cuenta que los riesgos pueden ocurrir de manera independiente o depender unos de otros, por lo tanto la identificación comprende también el efecto acumulado de los riesgos que pueden ocurrir concurrente o simultáneamente.

El PMI (2004) identifica dos tipos de riesgos en la empresa o institución:

1. Los de negocios que tienen en cuenta las situaciones que se pueden presentar de pérdida-ganancia en el manejo de un programa de la empresa y
2. Los asegurables que sólo atienden las situaciones potenciales que, de presentarse, generarían pérdida.

Pueden ser clasificados en:

- Daño directo a la propiedad
- Pérdidas indirectas a un tercero por acciones del contratista
- Responsabilidad legal
- Responsabilidad personal

Para poder identificar todos los riesgos de un proyecto, es necesario convocar a una serie de personas conocedoras del tema y que trabajen en el proyecto o en proyectos parecidos y solicitar su opinión, o también conducir una o varias sesiones de tormenta de ideas dentro del equipo del proyecto. Puede hacer uso de información histórica de proyectos anteriores similares.

Para que el proceso tenga éxito se requiere el apoyo oficial del patrocinador del proyecto, ya que puede estar en riesgo el logro de los objetivos del mismo. Para aprovechar al máximo esta etapa del modelo de gestión de riesgos, es conveniente tener una clasificación de los riesgos en proyectos. Una posible clasificación que mide más el impacto en el proyecto puede ser:

- Riesgos en el alcance
- Riesgos en la calidad
- Riesgos de programación
- Riesgos de costos

Puede existir un impacto en alguna de las anteriores o en dos o más de ellas, lo que requiere un proceso de identificación exhaustivo, teniendo cuidado de no caer en el error de contar doble.

Un esquema de clasificación más sistemático consiste en clasificar los riesgos acorde con el origen de los mismos. Para ello, se puede categorizar la fuente:

- Externos, impredecibles e incontrolables: naturaleza, levantamiento civil, problemas políticos
- Externos y predecibles e inciertos: mercado, impacto ambiental, impacto social, inflación, impuestos
- Internos y no técnicos: gerencia, retardos en la programación, sobrecostos, pérdidas financieras
- Técnicos: desempeño o rendimiento, diseño, complejidad del proyecto
- Legales: licencias, patentes, contratos, demandas

Este tipo de clasificación permite manejar mejor el tipo de respuesta en concordancia con la fuente del riesgo.

El proceso de identificación de los riesgos debe comenzar desde que se inicia el ciclo de vida del proyecto y hasta, como mínimo, que comience la ejecución del mismo. Puede haber necesidad de rehacer la etapa de identificación durante todo el ciclo del proyecto, por ello, se debe tener claridad en lo que se desea:

Maximizar el retomo de la inversión, minimizar los costos y los riesgos financieros, maximizar la confiabilidad, maximizar la seguridad, maximizar la flexibilidad o minimizar el impacto ambiental.

Esta etapa debe realizarse gradualmente, ya que es imposible detectar desde el principio todos los posibles riesgos. Los estimados preliminares serán muy aproximados; sin embargo, la parte final de esta etapa sí debe concluir con una muy buena aproximación de los riesgos a evaluar.

### **Análisis Cualitativo de Riesgos**

Evalúa el impacto (efecto en las metas del proyecto si el suceso de riesgo ocurre) y la probabilidad (posibilidad de que un riesgo pueda ocurrir) de los riesgos identificados, otorgando prioridades de acuerdo a los efectos potenciales en los objetivos del proyecto. La probabilidad y consecuencia de los riesgos pueden ser descritas en términos cualitativos como muy alto, alto, moderado, bajo y muy bajo.

### **Análisis Cuantitativo**

Este tiene por finalidad de analizar numéricamente la probabilidad de cada riesgo y su consecuencia en los objetivos del proyecto así como la magnitud del Riesgo Total del Proyecto. Se utiliza como medio para realizar este análisis: análisis de sensibilidad, que ayuda a determinar que riesgo tienen mayor potencial de impacto en el proyecto, evaluando el grado en que la incertidumbre de cada elemento del proyecto afecta al objetivo que está siendo examinado cuando todos los demás elementos inciertos son mantenidos en sus valores básicos, el análisis de árbol de decisiones, es un diagrama que describe una decisión bajo consideración y las implicancias de elegir una u otra de las alternativas disponibles, como último modelo está la simulación que traduce las incertidumbres especificadas a un nivel detallado en su impacto potencial de los objetivos, que están expresados a nivel de todo el proyecto, son generalmente realizados usando la técnica de Montecarlos.

## **Planificación de la Respuesta a Riesgos**

Es aquel proceso de desarrollar opciones y determinar acciones para incrementar las oportunidades y reducir las amenazas a los objetivos del proyecto, identificando y asignando a cada individuo o sector la toma de responsabilidades de cada una de las respuestas al riesgo. Esta respuesta determina directamente si el riesgo del proyecto aumenta o disminuye.

El manejo de la respuesta a los riesgos debe partir del establecimiento apropiado de una estrategia de sistema, que persiga sacar del escenario los riesgos asegurables ya que ellos se responderán mediante el uso adecuado de pólizas y garantías y que se generen acciones específicas dentro de un plan al respecto para manejar los otros tipos de riesgos.

Las respuestas pueden ser múltiples, desde lo más simple a lo más complejo. Pueden incluir la aceptación, simple y llanamente, de un riesgo a la involucración de un grupo de personas que acepten la responsabilidad de controlar un evento particular de riesgo, que puede ser complejo por naturaleza. Esta etapa del modelo permite desarrollar procedimientos y técnicas para mejorar las oportunidades y reducir o mitigar las amenazas. La efectividad de la planeación de las respuestas determina directamente si los riesgos aumentan o disminuyen en el proyecto.

La planeación de la respuesta debe ir en línea con el tipo de riesgo, su impacto, el costo para manejarlo, el tiempo de implantación de dicha respuesta, el contexto del proyecto, acordado entre las partes involucradas y con la asignación de una persona responsable.

Pueden existir distintos tipos de respuesta:

- Se transfieren: que busca trasladar las consecuencias de un riesgo a una tercera parte conjuntamente con la responsabilidad por la respuesta.
- Se evitan: que es cambiar el plan del proyecto para eliminar el riesgo o sus condiciones o para proteger los objetivos del proyecto de su impacto.
- Se mitigan (reduciéndolos, compartiéndolos, transfiriéndolos): que busca reducir las probabilidades de ocurrencia de sucesos adversos a un límite aceptable.

- Se aceptan: indica que se ha decidido no cambiar el plan de proyecto para tratar el riesgo o simplemente no se cuenta con una estrategia de respuesta adecuada.

El tipo de respuesta adecuada debe estar basado en una serie de políticas, reglas y procedimientos, metas y responsabilidades que permitan gestionar los riesgos, en forma general y de manera particular para el proyecto. Dentro de las políticas, se debe considerar que el manejo de las respuestas es un proceso continuo, al igual que las otras etapas del modelo. Otra de las políticas es la de promover un ambiente de trabajo proclive al manejo de respuestas que asegure al máximo posible la efectividad de dichas respuestas. Estos estándares deben definir holguras para manejar los riesgos, que no se tomaron en cuenta dentro del Plan de Respuesta, así como para manejar aquellos riesgos no conocidos ni esperados.

El Plan de Respuesta debe contemplar las llamadas reservas contingenciales para cubrir desajustes en tiempos y costos y así ofrecer mayor flexibilidad en la planeación del proyecto. Otro tipo de manejo, incluye las llamadas holguras contingenciales que tratan de cubrir las limitaciones del proceso de estimación, las suposiciones hechas durante la fase de planeación y los riesgos típicos que se incluyen siempre.

Las estrategias de implantación de las contingencias varían desde aplicar valores (estándar de empresa o institución), a porcentajes basados en experiencias pasadas, hasta una evaluación cuidadosa de la suma total de las probabilidades e impactos de los riesgos identificados.

### **Seguimiento y Control de Riesgos**

El PMI (2004) describe el seguimiento y control como el proceso de llevar el registro de los riesgos identificados, darle seguimiento a los riesgos desechados (no manejados dentro del modelo) e identificar nuevos riesgos, intentando asegurar la ejecución del plan de respuesta a los riesgos así como evaluando la efectividad del mismo plan para manejar los riesgos. Este proceso registra los indicadores correspondientes asociados con la implantación del plan de respuesta. Este es un proceso continuo, que se aplica durante todo el ciclo de vida del proyecto ya que los riesgos cambian a medida que avanza el proyecto, se generan nuevos riesgos y otros desaparecen anticipadamente.

Es fundamental que este proceso provea toda la información necesaria para la toma de decisiones efectiva antes de que la amenaza aparezca o para que la oportunidad florezca con la mayor anticipación posible. En este sentido, también, se hace necesario que todos los involucrados estén informados permanentemente del proceso.

Las suposiciones deben ser revisadas dentro de este proceso para asegurar que sean válidas, analizar si se han presentado situaciones nuevas que puedan conducir a riesgos nuevos, si los valores esperados de cada riesgo se mantienen o no, si los estándares se están aplicando como se definieron, y si las respuestas fueron efectivas o si hay necesidad de cambiarlas.

El control implica no solamente tomar acción preventiva sino correctiva; esta acción puede cambiar cualquier componente del proyecto, direccionar cualquier área de conocimiento de las contempladas por el PMI y puede conducir, incluso, a cambiar parte del plan del proyecto.

### **Agentes implicados en la Gerencia de Riesgos**

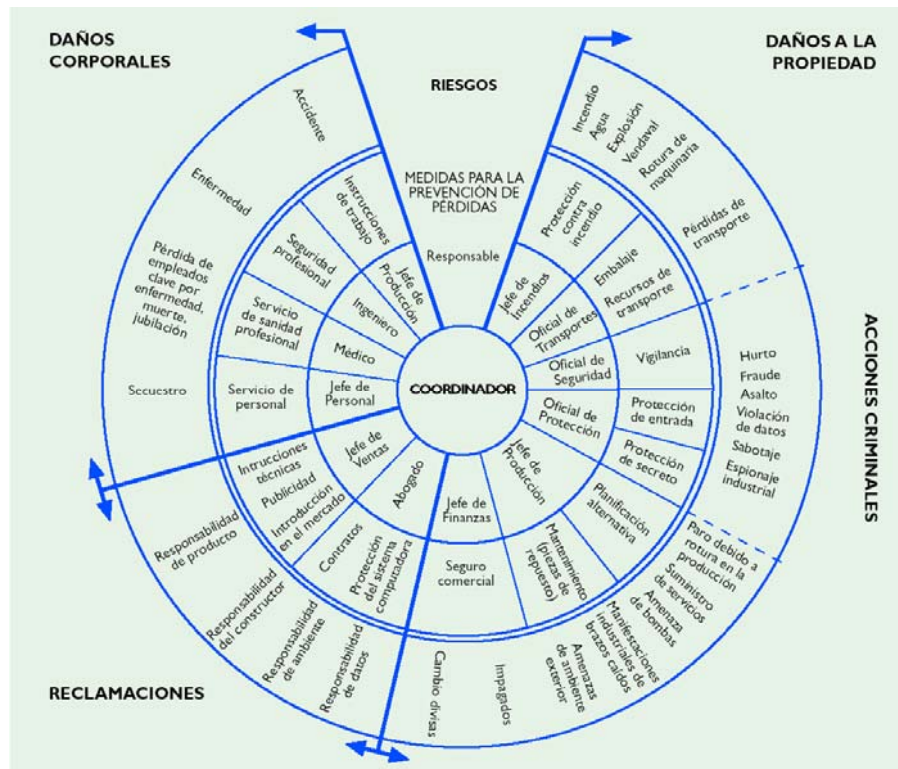
Es muy importante que todas y cada una de las personas que conforman la empresa sean conscientes no sólo de los riesgos que les amenazan directamente, sino que deben estar especialmente sensibilizados sobre la importancia que tiene la colaboración y la creación de vínculos interdepartamentales enfocados a fomentar la lucha conjunta frente al riesgo.

Alonso Félix Gonzalo (2005) señala que para que todo esto sea posible, no sólo es necesaria la completa involucración de todos y cada uno de los miembros de la empresa, empezando fundamentalmente por la dirección, sino que todos y cada uno de sus componentes, deben tener claro cuál es su papel dentro de la lucha contra el riesgo, qué es lo que se espera de él (antes, durante y después de que éste aparezca) y con qué medios cuenta para enfrentarse a él, o al menos, con cuáles debería contar. En la Figura 6, representa el círculo que G. Hamilton presentó en 1975. Aunque en la actualidad debería adaptarse a los grandes cambios sufridos por la industria hasta llegar a la actual sociedad del conocimiento; este círculo, muestra de una forma muy sencilla y didáctica, todas las relaciones existentes entre todos los departamentos y sus diferentes



responsables con los diferentes tipos de riesgos a los que se puede enfrentar una empresa, incluyendo medidas de prevención que se podrían aplicar en cada caso, haciendo referencia a la labor de coordinación que debe ser llevada a cabo por la unidad de Gerencia de Riesgos.

**Figura 6.- Circulo de Manejo de Riesgo de G. Hamilton**



FUENTE: Alonso Félix Gonzalo (2005)

## FILOSOFÍA DE DISEÑO DE PROYECTOS SEGUROS

Las empresas deben desarrollar las actividades que le son características en las condiciones que le permitan mantener la integridad del personal propio y contratado, así como de sus instalaciones y equipos, evitar la contaminación del medio ambiente y reducir los riesgos a terceros, por tal motivo, los aspectos de seguridad inherentes a las instalaciones, requieren ser abordados como una parte integral del trabajo iniciado con las evaluaciones de factibilidad y conceptualización de los procesos, continuando a través de las diferentes fases del diseño, construcción y arranque, manteniéndose de igual forma durante toda la vida operativa de las instalaciones e inclusive hasta sus etapas de cierre.

Por tal motivo, en el Diseño del proyecto se debe reducir los riesgos a un nivel tolerable con el uso eficaz de los recursos. Los criterios de la Filosofía de Diseño Seguro pueden usarse tanto en el diseño de nuevas instalaciones como en ampliaciones o modificaciones de instalaciones existentes.

### **Leyes, Regulaciones, Códigos y Estándares**

La lista de leyes y sus reglamentos, regulaciones, códigos y estándares aplicables a un diseño seguro es bastante extensa y variable de acuerdo a las particularidades del proyecto específico. En esta filosofía se proporciona solamente una referencia sobre las más comunes.

Los siguientes son algunos de los reglamentos, estatutos, estándares y códigos aplicados:

#### **Leyes y Regulaciones Venezolanas**

- Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo
- Ley Orgánica del Trabajo y su Reglamento de las condiciones de Higiene y Seguridad en el Trabajo
- Ley Orgánica de Seguridad y Defensa
- Ley Orgánica del Ambiente, Ley Penal del Ambiente y Regulaciones Técnicas
- Normas Covenin
- Código Eléctrico Nacional.

#### **Códigos y Estándares Internacionales**

- API – American Petroleum Institute
- ASME – American Society of Mechanical Engineers
- ASTM – American Society for Testing and Materials
- NFPA – National Fire Protection Association
- ISO – International Standards Organization

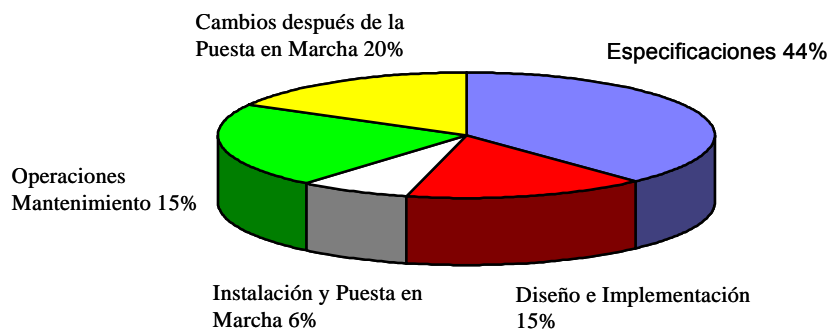
## Otros Requerimientos

Las recomendaciones de consultores externos a la IPPCN, incluyendo las compañías de seguros en relación a proyectos e instalaciones existentes no son de carácter obligatorio, pero representan una indicación de prácticas reconocidas en la industria a nivel mundial, y tal como deberían ser evaluadas en cuanto a su factibilidad de implantación.

## Fundamentos de un Diseño Seguro

Los códigos normalmente utilizados en el diseño de instalaciones no contemplan todos los posibles eventos y escenarios que generan accidentes, por lo tanto la sola aplicación de un código o conjunto de códigos no garantiza la integridad y seguridad de una instalación (Fernández, G. y Iturmendi G., 2001). Las experiencias a nivel nacional e internacional han demostrado en forma evidente la anterior afirmación; razón por la cual algunas organizaciones internacionales han dedicado grandes esfuerzos para el desarrollo de métodos y técnicas conducentes a complementar la aplicación de las prácticas de diseño.

**Figura 7.- Sistema de Control de Ocurrencia de Incidentes por Fases**



**FUENTE:** Leanza Guillermo, (2005)

Entre los aspectos más importantes, no siempre considerados cuando se diseña una instalación con el solo uso de códigos, se pueden mencionar los siguientes:

- Eventos sobre los cuales no se ha tenido experiencia previa.
- Eventos catastróficos de baja probabilidad de ocurrencia, tales como: sabotaje, terremotos, maremotos, caída de aviones, guerra, etc.

- Incidencias no reconocidas en el diseño, tales como: error humano y falla de los sistemas de protección.

La aplicación exitosa de todo código de ingeniería presupone que todas sus provisiones y requerimientos serán cumplidos completamente y que el sistema es seguro mientras los sistemas de protección operen cuando sea requerido (Fernández, G. y Iturmendi G., 2001). No obstante, la realidad ha mostrado que tanto la gente como los sistemas de protección son susceptibles a fallas y pueden por tanto permitir o incluso originar la ocurrencia de accidentes.

Debido a que el riesgo depende de la frecuencia de ocurrencia de un evento no deseable y sus consecuencias en términos de pérdidas, los esfuerzos para la reducción de riesgos, estarán dirigidos a la disminución de la frecuencia, de su impacto, o de una combinación de estos. En todo caso, el objetivo principal del diseño debe ser seleccionar y aplicar medidas apropiadas de ingeniería y otros recursos, para lograr la reducción del riesgo hasta un nivel mínimo al menor costo posible. Para ello se diseñan las siguientes secuencias:

- a) Todo peligro debe ser eliminado o reducido en su fuente, a través de la aplicación de medidas de diseño, usando los materiales y las condiciones de proceso menos peligrosas.
- b) Si a pesar de haber realizado todos los esfuerzos posibles no se logra eliminar o reducir el peligro en su fuente hasta un nivel de riesgo mínimo, será necesario utilizar sistemas de protección. Estos sistemas deben ser diseñados y construidos, aplicando en primer lugar sistemas pasivos<sup>17</sup> y de ser necesario sistemas activos<sup>18</sup>.
- c) Una vez agotadas las medidas de ingeniería mencionadas anteriormente, se deberán establecer procedimientos operacionales de respuestas de emergencia, listas de verificaciones, inspecciones, etc., para prevenir accidentes o reducir sus efectos.

---

<sup>17</sup> **Los sistemas pasivos** eliminan o reducen el peligro a través del diseño de equipos y procesos que disminuyen la frecuencia o consecuencias del riesgo, sin la necesidad de que un sistema funcione activamente, ejemplo: separación entre equipos e instalaciones, diques de contención, revestimiento contra incendios, etc.

<sup>18</sup> **Los sistemas activos** requieren controles instrumentados, enclavamientos, sistemas de parada automáticos, sistemas de agua contra incendio, etc. para detectar y tomar acción correctiva, en caso de desviaciones peligrosas de los procesos.

## **Ingeniería y Control de Riesgos**

Tal como lo establece PDVSA (1995), la Ingeniería y Control de Riesgos comprende métodos de identificación de peligros (cualitativos), métodos de evaluación de riesgos (Cuantitativos) y métodos de control de riesgos. En términos prácticos podemos definirla como una evaluación cualitativa y cuantitativa de la probabilidad de ocurrencia de eventos no deseados y la probabilidad de daños ocasionados, conjuntamente con criterios de valor con respecto a la importancia de los resultados.

Una fortaleza de esta metodología es que ofrece un enunciado más explícito de los riesgos asociados con una actividad específica, comparando las generalizaciones cualitativas y subjetivas con lo cuantitativo, donde una condición “relativamente segura” para una persona representa una condición “relativamente peligrosa” para otra. Esta metodología ofrece la expectativa de poder analizar e identificar eslabones débiles en los sistemas y poder fortalecerlos antes de que ocurra realmente un accidente. Además, brinda la posibilidad de garantizar el gasto racional de los recursos para fines de seguridad, con la mayor asignación concentrada en el área que ocasiona mayor riesgo.

Los métodos de análisis cuantitativos de riesgos han sido concebidos para reforzar la aplicación de la buena práctica de Ingeniería, con el fin de obtener elementos de juicio para soportar decisiones gerenciales que permiten incrementar el nivel de seguridad de las instalaciones. Entendiéndose como buena práctica de ingeniería la ejecución de un proyecto considerando normas de seguridad, normas de diseño, seguridad intrínseca y las experiencias de operadores y mantenedores.

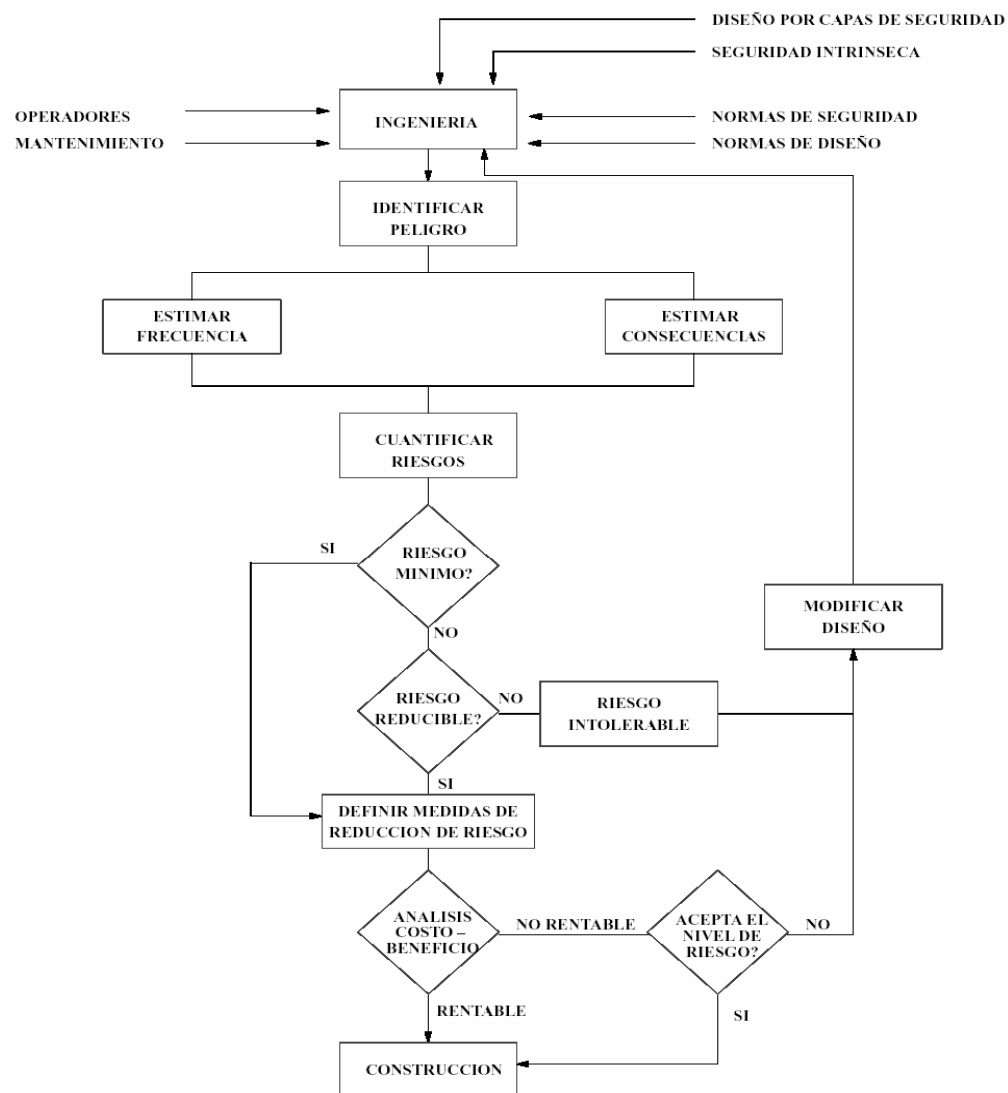
Tal como se muestra en la Figura 8, durante la fase de la ingeniería del proyecto, la identificación de los peligros inherentes al proceso o planta, constituye el primer paso para un análisis cuantitativo de riesgos. En esta etapa se evalúan entre otros los materiales, inventarios y las condiciones operacionales del proceso que pudiesen ocasionar eventos indeseables.

Los métodos comúnmente utilizados para la identificación de peligros son: Análisis Preliminar de Peligros, Estudios de Peligros y Operabilidad, ¿Qué pasa si? y Evaluaciones Técnicas de Seguridad.

Luego de identificado los peligros, es necesario cuantificar el nivel de riesgo implícito a objeto de determinar el alcance de las medidas de control. La cuantificación del riesgo está basada tanto en la estimación de la frecuencia de ocurrencia de accidentes como en el cálculo de sus consecuencias.

Para estimar las frecuencias se utilizan los métodos de árbol de eventos y de árbol de fallas. La estimación de consecuencias se efectúa mediante programas computarizados cuyas bases de cálculos se corresponden con Modelos Matemáticos para estimar los efectos físicos y las áreas de afectación por los peligros existentes.

**Figura 8.- Proceso de Diseño Seguro**



**FUENTE:** PDVSA, Manual de Ingeniería de Riesgos, (1995)

La cuantificación del riesgo, se expresa en términos de riesgo individual y/o riesgo social, para efectos de comparación con los criterios de tolerancia. Si el riesgo resulta intolerable se requiere modificar el diseño o sistema. Si el riesgo es mínimo o tolerable, pero reducible, se deben definir las remediaciones de ingeniería dirigidas a la reducción de probabilidades de ocurrencia de eventos no deseados y su severidad; y luego complementarlas con medidas administrativas.

La decisión sobre las medidas de control a ser adoptadas deberá estar soportada por un Análisis Costo-Beneficio.

### **Identificación de Peligros**

Como su nombre lo indica la identificación de peligros pretende encontrar las condiciones de daño potencial presentes en una planta o proceso. La identificación de peligros es un paso crítico en el Análisis Cuantitativo de Riesgos, por cuanto un peligro omitido es un peligro no analizado. Algunos de los métodos y técnicas desarrolladas mundialmente para la identificación de peligros son:

- Análisis Preliminar de Peligros
- Estudios de Peligros y Operabilidad
- Evaluaciones Técnicas de Seguridad Industrial

### **Estimación de Frecuencias**

La frecuencia de falla de un componente particular (recipiente, tubería, bomba, filtro, compresor, brida, etc.) puede ser deducida a partir de información histórica y si es posible, soportada en juicios de expertos que tomen en cuenta diferencias entre características de la planta analizada y las que pudiesen haber estado envueltas en los registros históricos de fallas.

La frecuencia de falla puede ser sintetizada por un Análisis de Árbol de Fallas o de Árbol de Eventos. En el primer caso se supone que un evento tope relativamente raro, surge de la coincidencia de las fallas más posibles y que hay suficiente información sobre

la probabilidad de cada una de ellas. El análisis muestra como van presentándose las coincidencias y así permite ir estimando las frecuencias de las mismas.

Estos métodos requieren de una base de datos de frecuencias o tasas de Fallas de Equipos, la cual deberá ser creada mediante una recopilación de información de estadísticas propias de la planta. En la literatura se dispone de base de datos provenientes de diversas fuentes de diversos países, industrias y ambientes que pueden utilizarse empleando el más sano criterio de ingeniería para evitar errores de juicios, que posteriormente se conviertan en resultados desviados. Generalmente se usa información genérica de fallas, y suponiendo que una planta es operada de acuerdo a estándares razonables, la misma no tendría porque fallar con mayor o menor frecuencia que aquellas en donde se originó la información de fallas.

### **Estimación de Consecuencias**

La estimación de consecuencias es el término aplicado al uso de una serie de modelos matemáticos para estimar el área afectada (consecuencias) por los peligros originados en diferentes escenarios de accidentes. Típicamente los escenarios incluidos en un análisis de consecuencias de una instalación son:

- Liberación de tipos de energías.
- Fugas de fluidos tóxicos y/o inflamables de equipos de proceso, tuberías y tanques de almacenamiento.
- Incendios que envuelven fugas de productos inflamables.
- Explosiones de nubes de vapor
- Ocurrencia de bola de fuego en recipientes de proceso presurizados conteniendo gases licuados inflamables.

Las consecuencias originadas por los peligros de los escenarios de accidentes anteriormente listados, incluyen:

- Exposición de personas a vapores tóxicos
- Exposición de personas, equipos y propiedades a radiación térmica.
- Exposición de personas, equipos y propiedades a ondas de sobrepresión o proyección de fragmentos de material producto de la rotura de recipientes.



Dado que la estimación de consecuencias implica un alto nivel de complejidad y requiere una predicción lo más exacta posible del área afectada por cada peligro, es importante usar modelos apropiados para cada escenario específico y al mismo tiempo, aquellos que hayan demostrado proveer predicciones razonablemente precisas comparadas con los resultados obtenidos en pruebas de campo a gran escala o accidentes previos.

Los cálculos de consecuencias permiten formular opiniones sobre los peligros potenciales, y a su vez facilitan la toma de decisiones en los estudios de riesgos. Por cuanto la ejecución de un Análisis Cuantitativo de Riesgos implica la realización de gran cantidad de operaciones matemáticas para la estimación de consecuencias, es recomendable el uso de paquetes computarizados que contengan modelos validados para este fin. Los modelos son producto de los avances tecnológicos a nivel mundial. Existen programas computarizados comerciales tales como: el CANARY, el FRED y el PAPA, el HYSIS, PRO II, PIPEFASE entre otros. Sin embargo, en la literatura las ecuaciones que conforman estos modelos están disponibles para realizar cálculos manuales.

### **Cuantificación del Riesgo**

Lees, F.P (1986) señala que las medidas más comunes de cuantificación del riesgo son las llamadas riesgo individual y riesgo social, que combinan la información de posibilidad y magnitud de las pérdidas o lesiones provenientes de un peligro. La medida del riesgo individual considera el riesgo de un ser humano que pueda estar en cualquier punto de la zona de efectos del accidente y la medida del riesgo social considera el riesgo a las poblaciones que están en tales zonas de efectos.

### **Riesgo Individual**

Puede definirse riesgo individual como el riesgo a una persona en la proximidad de un peligro, considerando la naturaleza de la lesión al individuo, la posibilidad de que la misma ocurra y el período de tiempo en que puede ocurrir. Aún cuando las lesiones son de gran preocupación hay limitada información disponible sobre el grado de las lesiones, por tanto, los análisis cuantitativos de riesgo frecuentemente estiman el riesgo de lesiones irreversibles o fatalidades para las cuales existen más estadísticas registradas. El riesgo

individual puede ser estimado para los individuos más expuestos, para grupos de individuos en lugares determinados o para un individuo promedio en una zona de efectos.

El riesgo individual para un nivel específico de daño se calcula tomando en consideración las siguientes variables:

- La frecuencia del evento.
- La probabilidad de que el efecto del evento llegue a la ubicación específica. Esto incluye las variables climáticas y de dirección del viento, con el consiguiente cambio de dispersión.
- La probabilidad de que una persona esté en el lugar.
- La probabilidad de que una persona llegue a un refugio o escape de una atmósfera peligrosa.

### **Riesgo Social**

El riesgo social es una relación entre la frecuencia y el número de personas de una población sometido a un nivel específico de lesiones y daños debido a la ocurrencia de un accidente.

En caso de accidentes mayores con potencial para afectar a grupos de personas, el riesgo social constituye una medida del riesgo a tal grupo de personas y es expresado frecuentemente en términos de distribución de frecuencia de eventos de resultantes múltiples. Sin embargo, el riesgo social también puede ser expresado en términos similares a los riesgos individuales.

El cálculo del riesgo social requiere la misma información de frecuencia y consecuencias que el riesgo individual, pero adicionalmente requiere una definición de la población en riesgo alrededor de la instalación. Esta definición puede incluir el tipo de población (por ejemplo: residencial, industrial, escolar, etc.), la posibilidad de personas presentes o factores de mitigación existentes.

El riesgo social para un nivel específico de daño se calcula tomando en consideración los siguientes factores:

- Frecuencia del evento.

- La probabilidad de que el evento llegue a una ubicación específica, considerando variables climáticas y la dirección del viento, con el consiguiente cambio de dispersión.
- La probabilidad de que una o varias personas estén en el lugar.
- La probabilidad de que una o varias personas lleguen a un refugio o escapen de los efectos nocivos.
- El número de personas afectadas por el evento.

### **Metodología de Cálculo de Riesgo Individual y Riesgo Social**

Un método para cuantificar el riesgo es el de combinar la frecuencia y la severidad de los accidentes. En este sentido un indicador comúnmente usado que refleja la severidad del accidente es el número esperado de fatalidades. El número esperado de fatalidades por año para una población expuesta a los peligros resultantes de la implantación de un proyecto industrial, puede ser expresado como una cantidad estadística calculada a partir de la combinación de todos los posibles escenarios de accidentes.

Una vez que el número esperado de fatalidades ha sido calculado para un escenario de accidentes particular el riesgo asociado con el accidente puede ser determinado combinando la cantidad esperada de fatalidades con la frecuencia de ocurrencia del accidente.

### **Medidas Equivalentes de Daños**

El concepto de dosis peligrosa puede crear dificultades al comparar diferentes tipos de daños, como por ejemplo, efectos de radiación con efectos tóxicos. Para estos casos será necesario seleccionar una dosis equivalente para diferentes materiales y tipos de peligros, de manera que el grado de peligro sea similar para todos los efectos. Suponiendo que esta selección es realizada acertadamente, las contribuciones de riesgos separadas para diferentes tipos de peligros pueden ser integradas en un riesgo total y tratados como una sola entidad.

---

Para efectos del Análisis Cuantitativo de Riesgos en la industria venezolana se considera como dosis peligrosa la que representa un nivel de daño equivalente al 1% de fatalidades.

### **Ecuaciones PROBIT**

El cálculo del riesgo proveniente de un peligro debe estar basado en un estimado de la probabilidad de que al menos una dosis específica (de gas tóxico, radiación térmica o sobrepresión) esté presente a una distancia particular de la instalación.

La dosis real recibida dependerá de las acciones del individuo (por ejemplo una persona impedida puede no ser capaz de protegerse rápidamente) y el efecto de ésta dependerá de quien la recibe. Por lo tanto, cuando se hacen referencias acerca de la oportunidad de poder escapar a una nube tóxica protegiéndose en un ambiente exterior, o el posible efecto que la dosis específica tendría sobre un individuo, es necesario hacerlo en términos de las características individuales predefinidas.

La mayoría de las evaluaciones suponen que el individuo es promedio en sus atributos lo cual determina cuál dosis percibiría. En todos los casos también se considera una tolerancia para sensibilidades especiales a la exposición (ejemplo: asilo de ancianos) en una etapa posterior en el procedimiento de evaluación ó en el uso de criterios de riesgos especiales. Para un individuo promedio se pueden hacer juicios acerca de como respondería a dosis específicas o si la dosis puede ser peligrosa o fatal.

Para calcular un riesgo individual de muerte, se necesita una correlación entre la probabilidad de muerte y la dosis del peligro en cuestión. Una forma de ecuación Probit es frecuentemente usada para este propósito. Las ecuaciones Probits fueron originalmente desarrolladas para mostrar la proporción de especímenes de prueba en laboratorios que morirían debido a dosis diversas de biocida. Su uso para el cálculo de riesgo individual está basado en suposiciones implícitas de que todos los individuos tienen iguales posibilidades de morir debido a una dosis particular y que esta probabilidad es igual a la proporción de muertes en una población grande expuesta. La derivación de esta correlación para seres humanos es problemática, particularmente para productos tóxicos,

debido a que existe muy poca información directa que relacione la dosis con el efecto resultante.

En este sentido se ha adoptado un enfoque que introduce el concepto de dosis peligrosa. Esta dosis peligrosa causaría en una porción típica de población, incluyendo personas de un amplio rango de sensibilidades, el siguiente espectro de efectos:

- Perturbaciones severas de cada individuo.
- Una cantidad sustancial de individuos requiere atención médica.
- Algunas personas resultan seriamente lesionadas y requieren tratamientos prolongados.
- Algunas personas pueden fallecer.

Esto puede ser descrito como si una dosis peligrosa tiene el potencial para causar muertes, pero no necesariamente lo hará. Por tanto el riesgo evaluado es que un individuo (cuyo comportamiento es similar al que se estableció en la suposición acerca de escapar) estará expuesto a tal dosis peligrosa o peor.

Se han desarrollado ecuaciones Probits para el cálculo de los efectos por exposición de sustancias tóxicas, radiación térmica y explosiones; las cuales están disponibles en la literatura.

### **Incertidumbre y Sensibilidad**

La incertidumbre y la sensibilidad son materia de consideración especial. El análisis de incertidumbre es usado para estimar el efecto de las incertidumbres de la información y del modelo en el estimado de riesgos; mientras que el análisis de sensibilidad estima el efecto de variar la entrada a los componentes de los modelos o los modelos en si mismo, individualmente o en combinación.

### **Incertidumbre**

Se conocen tres fuentes genéricas de incertidumbre:

- Incertidumbre del modelo

- Incertidumbre de la información
- Incertidumbre de la calidad general

La incertidumbre del modelo refleja las debilidades, deficiencias y la falta de adecuación intrínseca de cualquier modelo y es una medida del grado de falla de un modelo en representar la realidad.

La incertidumbre de los parámetros de entrada a los modelos resultan de información no disponible e incompleta y la necesidad de llenar estos vacíos a través de estimaciones, inferencias u opiniones expertas.

Las incertidumbres de calidad general provienen de la dificultad de identificar todos los accidentes potenciales y de la representatividad de los accidentes escogidos para el análisis. La incertidumbre surge del desconocimiento de las contribuciones combinadas al riesgo, de los accidentes que han sido omitidos.

### **Sensibilidad**

El análisis de sensibilidad puede identificar los potenciales contribuyentes mayores a la incertidumbre global en una larga lista de accidentes. También puede identificar cuales modelos, suposiciones e información son importantes para el estimado final del riesgo.

Debido al gran número de parámetros envueltos en una evaluación de riesgo no es práctico hacer análisis de sensibilidad a cada uno de los parámetros, sin embargo puede ser evaluada la sensibilidad para parámetros que se suponen importantes o reconocidos como de alta incertidumbre.

### **Criterios de Tolerancia**

Decidir si un riesgo es tolerable o no es siempre un tema delicado y subjetivo, que depende en gran parte de la opinión particular de cada persona. Sin embargo, es necesario disponer de criterios de tolerancia de riesgos, puesto que de otra forma no

---

existe medio absoluto para evaluar el significado de los resultados de un Análisis Cuantitativo de Riesgos, ni tampoco de formular recomendaciones adecuadas.

Los criterios de tolerancia de riesgos definidos por EFCE<sup>19</sup> (1989), reflejan el nivel de riesgo tácitamente permisible el cual viene dado por un balance entre la buena práctica de diseño, operación y mantenimiento y los recursos disponibles para reducir riesgos.

Estos criterios fijan el límite hasta donde se podrá disminuir un riesgo a través de medidas de ingeniería para reducir su frecuencia de ocurrencia y sus consecuencias, el cual lógicamente coincidirá con el límite a partir del cual se deberá invertir en la elaboración de planes de contingencia tendentes a reducir las consecuencias de tales riesgos.

La tolerancia de un riesgo es una cuestión sumamente delicada, dado que está asociada con la percepción de la severidad de las consecuencias potenciales de un accidente, especialmente cuando afecta al público en general. Los riesgos multidimensionales que involucran a personas, medio ambiente y activos requieren de consideraciones adicionales en el Análisis Costo – Beneficio.

Reconociendo las dificultades implícitas en juzgar la tolerabilidad de riesgos, es una práctica utilizar un enfoque de región de riesgo antes que valores límite estrictos, lo cual es la tendencia hoy en día a nivel mundial, tal como lo demuestran informes e investigaciones recientes. Para ello, se fijan tres áreas bien demarcadas como son:

- Una superior en la cual el nivel de riesgos es intolerable y por lo tanto debe ser reducido.
- Una inferior, en la cual el nivel de riesgo es mínimo o tolerable y por tanto no preocupante.
- Un área intermedia entre las dos anteriores, donde es deseable una reducción del nivel de riesgo, pero sujeta a un Análisis Costo – Beneficio.

### **Criterio de Tolerancia de Riesgo Individual**

---

<sup>19</sup> EFCE - European Federation of Chemical Engineering.

---

La tolerancia del riesgo proveniente de una instalación industrial puede ser juzgada comparando los estimados de riesgo individual anual con los riesgos asociados a ciertas actividades conocidas; al hacer esta comparación se reconoce que generalmente los riesgos a los cuales las personas se encuentran expuestas pueden ser agrupados en dos categorías: voluntarios<sup>20</sup> e involuntarios<sup>21</sup>.

### **Criterio de Tolerancia del Riesgo Social**

El criterio de Tolerancia del Riesgo Social, se formula en base a la experiencia de varios años de operación, acumulando tanto las estadísticas de accidentes con consecuencias de lesiones y fatalidades a personal propio y terceros, como las consecuencias de daños ambientales, perdidas materiales y de producción.

Tales consecuencias se categorizan de acuerdo a su Severidad, como por ejemplo: Catastróficas, Mayor, Serias, Menor e Incidental. Asimismo, las Probabilidades de ocurrencia de un evento deben ser consideradas en un espectro como el siguiente: Frecuente, Ocasional, Rara vez, Poco frecuente y Remotas. La combinación de la Severidad y la Probabilidad de un evento permiten establecer órdenes de magnitud o rangos de frecuencias típicas para cada una de las categorías de accidentes.

Esta realidad se construye en matrices de Jerarquización de riesgos o curvas de tolerancia de riesgos social, las cuales dependerán de cada empresa en particular. En estas representaciones usualmente se definen los rangos de accidentes en diferentes categorías que pueden considerarse como: Riesgo Intolerable, Riesgo Reducible y Riesgo Mínimo o Tolerable.

### **Aplicación de los Criterios de Tolerancia**

La comparación de un riesgo con los criterios antes definidos, puede ubicar el nivel de riesgo analizado en cualquiera de los siguientes casos:

---

<sup>20</sup> Ejemplo de exposiciones voluntarias al riesgo, son actividades tales como, "MotoCross", escalar montañas, volar en aviones comerciales o privados, correr automóviles y trabajar en una instalación industrial.

<sup>21</sup> Ejemplos de exposiciones involuntarias a riesgos lo constituyen las descargas eléctricas, enfermedades, huracanes y personas localizadas en áreas residenciales o recreacionales cerca de instalaciones industriales.



**Riesgo Intolerable:** En este caso, la condición existente es inaceptable y resulta obligatoria la adopción de medidas que reduzcan la probabilidad de ocurrencia y la severidad de los potenciales accidentes. Es sumamente importante destacar que si bien una reducción del riesgo puede ser obtenida mediante la opción de disminución de la frecuencia o de la atenuación de las consecuencias o una combinación de ambas, para una situación de Riesgo Intolerable es imperativo agotar en primera instancia todas las medidas de ingeniería conducentes a reducir la frecuencia de ocurrencia del accidente, siendo inaceptable pretender únicamente la adopción de medidas dirigidas a la reducción de consecuencias.

**Riesgo Reducible:** Cuando el nivel de riesgo analizado, se ubica en esta región, no puede objetarse el sostenimiento de la condición operacional en tales circunstancias, pero es aconsejable visualizar todas las opciones posibles de reducción del riesgo, a través de la combinación de medidas de ingeniería y/o administrativas, que permiten la reducción de la probabilidad de ocurrencia y/o minimización de consecuencias de los posibles accidentes. En este caso resulta aconsejable dar prioridad a las medidas de ingeniería dirigidas a la reducción de probabilidades de ocurrencia de eventos indeseables y luego complementar las mismas con las medidas administrativas que reduzcan o atenúen las consecuencias de los mismos.

Finalmente, deben valorarse las medidas individuales o combinaciones de ellas, mediante la aplicación de un análisis costo-beneficio, que soporte la justificación económica de las propuestas a efectos de facilitar la toma de decisiones.

**Riesgo Mínimo:** En este caso el riesgo es tolerable y no es imperativo aplicar medidas de reducción del riesgo. No obstante, si se visualizan medidas obvias que contribuyan a reducir aun más el riesgo y la aplicación del análisis costo-beneficio favorece la implantación de tales medidas, las mismas deberían ser adoptadas.

### **Medidas para Reducción del Riesgo**

Seguidamente se abordan los diversos factores responsables por la reducción del riesgo con los costos implícitos en tal reducción. Dado que el riesgo es determinado por una combinación de la probabilidad y la severidad de accidentes, es obvio que cualquier

cambio destinado a reducir la probabilidad de ocurrencia o la severidad de las consecuencias de los accidentes o ambos conducirán a la reducción del riesgo.

Si bien existen innumerables técnicas para la reducción del riesgo, estas no pueden ser cubiertas en su totalidad en este documento, por lo cual se presentan a continuación los principios generales que orientan la reducción del riesgo.

### **Reducción de Probabilidades de Accidentes**

La probabilidad de ocurrencia de un accidente puede estar relacionada con la falla de un componente, la falla de un sistema, error humano o una combinación de las anteriores (Kletz, T.A, 1991). En consecuencia, la reducción de frecuencia de accidentes puede alcanzarse mediante la reducción de fallas por algunos de los métodos siguientes:

#### **Fallas de Componentes Simples**

- Reemplazar componentes por equivalentes con menor tasa de fallas comprobada.
- Usar componentes fabricados con materiales de calidad superior o de fabricantes reconocidos por su confiabilidad.
- Mejorar programas de inspección y mantenimiento.
- Mejorar el diseño de manera que la falla de un componente simple no se traduzca en una fuga.

#### **Fallas de Sistemas**

- Cambiar el diseño incluyendo componentes redundantes en áreas críticas.
- Reducir en lo posible el número de componentes en el sistema.
- Aplicar técnicas de identificación de peligros tales como el Hazop o el árbol de fallas, para localizar debilidades en el diseño y corregirlas.

#### **Error Humano**

- Mejorar el desempeño del personal por vía del entrenamiento.
- Optimizar la interfase hombre-máquina, para reducir posibilidades de confusión y decisiones incorrectas.
- En actividades de muy alta o muy baja demanda, incorporar en lo posible maquinarias e instrumentos en reemplazo de la actividad humana.

### **Reducción de la Severidad**

La gravedad de un accidente es influenciada básicamente por las características de los materiales peligrosos en consideración o por las acciones que se tomen una vez que se produzca la liberación de tales materiales. Las acciones de reducción de la severidad pueden agruparse como se indica:

#### **Tasas o Cantidad de Descarga**

- Reducir inventarios de productos almacenados
- Mejorar la capacidad de detección, mediante instrumentación o instalación de sistemas de detección.
- Mejorar la capacidad de detener rápidamente una descarga incorporando sistemas de cierre de emergencia.

#### **Dimensión de Zonas de Peligro**

- Instalar diques y drenajes para prevenir la dispersión incontrolada de líquidos descargados.
- Proveer sistemas activos de protección, como por ejemplo sistema de protección contra incendios agua/espuma, para reducir inflamabilidad o toxicidad de las nubes.
- Reducir la exposición del público. Adquirir terrenos adicionales alrededor de la instalación, para aumentar la separación entre ésta y el público.
- Desarrollar con las autoridades locales procedimientos de evacuación en casos de emergencia.

## **Análisis Costo – Beneficio**

El objetivo último de un Análisis Cuantitativo de Riesgos es alcanzar un nivel tolerable de riesgo a un costo razonable. Así el propósito de la ingeniería de control de riesgos es determinar e implantar los cambios necesarios para lograr este objetivo.

Es difícil asignar límites razonables a la inversión para el mejoramiento del nivel de seguridad de una actividad particular. La reducción en el nivel de riesgo, aún cuando sea marginal, se puede lograr prácticamente en todos los casos a través de grandes inversiones de capital; no obstante, la realidad nos indica que a medida que se incrementa la inversión, los beneficios decrecen rápidamente incidiendo en la rentabilidad y surgiendo la interrogante de si el dinero podría ser mejor empleado en otros aspectos del negocio.

Al comparar el nivel de riesgo con los criterios de tolerancia establecidos y aceptados por la empresa se deben incluir los criterios del Análisis Costo-Beneficio aplicados a las medidas de control, especialmente para los casos en que el nivel de riesgo determinado cae en el área denominada riesgo reducible.

Rodríguez, J.A. (1991) señala que el Análisis Costo-Beneficio toma en cuenta la posibilidad de ocurrencia de daños materiales, tanto a la instalación como a propiedades de terceros, así como la pérdida de producción durante los períodos de parada para reparación de los daños. Lógicamente, si este valor es mayor que el costo de las medidas propuestas para reducir el riesgo, estas últimas son económicamente justificables.

Por supuesto, el análisis no siempre será tan simple, dado que se presentarán casos en los cuales adicionalmente, podrían ocurrir pérdidas humanas. En estos casos, el costo de las medidas de control deberá ser comparado además contra las reducciones del riesgo social, de manera de proveer una jerarquización de las diferentes opciones en términos de sus respectivas inversiones para prevenir fatalidades.

---

## CAPÍTULO V.- PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS DATOS

### Objetivo 1

#### ÍNDICE DE DEFINICIÓN DE PROYECTOS (PDRI)

El Índice de Definición de Proyectos o PDRI (por sus siglas en inglés Project Definition Rating Index) es una lista de verificación, desarrollada por el CII (Construction Industry Institute's), que permite al usuario evaluar el grado de completación del alcance de un proyecto en sus fases de visualización, conceptualización o definición.

Ésta herramienta es sencilla y efectiva como instrumento de gerencia de riesgo, ya que permite al equipo de planificación medir e identificar los elementos que pueden afectar el cumplimiento del alcance, verificar la completación del proyecto y permite generar planes para mitigar el riesgo, aumentando las posibilidades de éxito. (Canelón J., 2005)

#### Beneficios del PDRI

- La lista de verificación puede ser usada por el equipo de proyecto para determinar los pasos necesarios a seguir en la definición del proyecto.
- Existencia de lista estandarizada para la definición de Alcance para proyectos de la industria de la construcción
- Permite monitorear el avance en diferentes etapas durante la planificación del ante proyecto y enfocar esfuerzos a las áreas de alto riesgo que necesitan definición.
- Facilita la comunicación entre los dueños del proyecto y los proyectistas, ya que resaltan las áreas con pobre definición en el Alcance.
- Ayuda el desarrollo del alcance de pequeños proyectos.
- Herramienta de entrenamiento para individuos y organizaciones de la industria.
- Permite evaluar completación del alcance de proyectos en función de la probabilidad de éxito en proyectos futuros.

---

## TIPOS DE PDRI

### PDRI para Proyectos Industriales

El PDRI para proyectos industriales, fue creado en 1996 por el CII<sup>22</sup>. Consiste en 70 elementos ponderados, divididos en tres secciones principales y 15 categorías. (Gibson Edward, 2004)

Para propósitos del PDRI, proyectos industriales abarcan, pero no se limitan, a los siguientes tipos de facilidades.

- Facilidades de Producción de crudo y gas
- Refinerías
- Plantas químicas
- Plantas Farmacéuticas
- Industrias del hierro y aluminio
- Plantas de Energía
- Plantas de Manufactura
- Plantas procesadoras de alimentos
- Plantas textiles.
- Plantas procesadoras de papel

### Secciones y Categorías del PDRI

#### I Bases del Proyecto

Consiste en la información necesaria para entender los objetivos del proyecto. El grado de completación de esta sección permite medir la alineación del equipo de proyecto con los objetivos del negocio

Categorías:

- A. Criterios de Manufactura
- B. Objetivos del Negocio.
- C. Data básica de desarrollo
- D. Alcance del Proyecto
- E. Ingeniería de Valor

---

<sup>22</sup> CII: Construction Industry Institute's

## II Definición del proyecto

Consiste en los procesos y la información técnica requerida que debe ser evaluada para un entendimiento completo del alcance del proyecto.

Categorías:

- F. información del sitio
- G. Procesos / Mecánica
- H. Alcance de equipos
- I. Arquitectura, civil y estructura
- J. Infraestructura
- K. Instrumentación y Electricidad

## III Plan de Ejecución

Consiste en los elementos a evaluar para el completo entendimiento de la estrategia de ejecución del dueño.

Categorías:

- L. Estrategia de Procura
- M. Productos
- N. Control de proyectos
- O. Plan de ejecución

## Puntuación del PDRI

La puntuación es asignada en función al nivel de definición que presentan los elementos en las tres secciones mencionadas que lo conforman. Cada categoría presenta una ponderación. En la Tabla 3 se muestran los niveles de puntuación. La sumatoria total de la herramienta es de 1000 puntos para proyectos incompletos y 0 para proyectos con definición completa.

**Tabla 3.- Puntuación de PDRI proyectos Industriales**

| Nivel de Definición              | Puntuación |
|----------------------------------|------------|
| No aplicable                     | 0          |
| Definición Completa              | 1          |
| Deficiencias Menores             | 2          |
| Algunas Deficiencias             | 3          |
| Deficiencias Mayores             | 4          |
| Incompleta o Pobremente definido | 5          |

**FUENTE:** Construction Industry Institute (1996)

## **PDRI para Edificios**

El PDRI para edificios, aparece en 1999 como una herramienta de planificación complementaria. Consiste en 64 elementos ponderados, divididos en tres secciones principales y 11 categorías.

Es aplicable para edificaciones comerciales, institucionales, de industria liviana, tales como:

- Oficina
- Bancos
- Facilidades Médicas
- Edificios Institucionales
- Hoteles
- Escuelas
- Laboratorio
- Facilidades livianas de industrias de manufactura
- Viviendas
- Iglesias
- Facilidades deportivas
- Facilidades recreacionales
- Salas de control
- Terminales de aeropuertos
- Centros Comerciales
- Edificios Públicos
- Auditorios / Salas

## **Secciones y Categorías del PDRI**

### **I Bases de decisión**

Consiste en la información necesaria para entender los objetivos del proyecto. El grado de completación de esta sección permite medir la alineación del equipo de proyecto con los objetivos del negocio

Categorías:

- A. Estrategia de Negocio
- B. Requerimientos del Dueño
- C. Requerimientos del proyecto



## II Bases del diseño

Consiste en el espacio, sitio y diseño técnico de los elementos necesarios para la completación de las bases del diseño del proyecto.

Categorías:

- D. Información del sitio
- E. Programación de la edificación
- F. Parámetro de diseño de la edificación / proyecto
- G. Equipos

## III Plan de Ejecución

Consiste en los elementos a evaluar para el completo entendimiento de la estrategia de ejecución del dueño.

Categorías:

- H. Estrategia de Procura
- I. Productos
- J. Control de proyectos
- K. Plan de ejecución

## Puntuación del PDRI

La puntuación es asignada en función al nivel de definición que presentan los elementos en las tres secciones mencionadas que lo conforman. Cada categoría presenta una ponderación. En la Tabla 4 se muestran los niveles de puntuación. La sumatoria total de la herramienta es de 1000 puntos para proyectos incompletos y 0 para proyectos con definición completa.

**Tabla 4.- Puntuación de PDRI proyectos de Edificios**

| Nivel de Definición              | <i>Puntuación</i> |
|----------------------------------|-------------------|
| No aplicable                     | 0                 |
| Definición Completa              | 1                 |
| Deficiencias Menores             | 2                 |
| Algunas Deficiencias             | 3                 |
| Deficiencias Mayores             | 4                 |
| Incompleta o Pobremente definido | 5                 |

**FUENTE:** Construction Industry Institute (1996)

## EM-PDRI (Environmental Management PDRI)

Este PDRI es una herramienta que fue desarrollada por el DOE<sup>23</sup> en el año 2000, con el propósito de mejorar la planificación de sus proyectos. Este índice permite medir el grado de definición y planificación en cualquier fase del proyecto. (NASA, 2000)

Está conformado por 5 categorías: costo, alcance, cronograma, Gerencia de planificación y control, y factores externos.

### Categorías del EM-PDRI

- A. Costo
- B. Cronograma
- C. Alcance / tecnología
- D. Gerencia de planificación y control
- E. Factores Externos

## Puntuación del EM-PDRI

La puntuación es asignada en función al nivel de definición que presentan los elementos en las tres secciones mencionadas que lo conforman. Cada categoría presenta una ponderación. En la Tabla 5 se muestran los niveles de puntuación. La sumatoria total de la herramienta es de 1000 puntos para proyectos definidos y 0 para proyectos incompletos. La escala determina el grado de madurez que alcanza el proyecto en cada una de sus fases antes de la implantación.

**Tabla 5.- Puntuación de EM-PDRI, proyectos convencionales.**

| Nivel de Definición            | Puntuación | Porcentaje de completación |
|--------------------------------|------------|----------------------------|
| No aplicable                   | N/A        | N/A                        |
| Trabajo no iniciado            | 0          | 0                          |
| Trabajo iniciado               | 1          | 1% a 20%                   |
| Concepto definido              | 2          | 21% a 50%                  |
| Trabajo en detalles esenciales | 3          | 51% a 80%                  |
| Esquema final                  | 4          | 81% a 95%                  |
| Completo                       | 5          | 95% a 100%                 |

**FUENTE:** Department of Energy (2000), Office of Environmental Management

<sup>23</sup> DOE: Department of Energy of Unites States – Office of Project Management

## **Objetivo 2**

### **IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS PARA EL DISEÑO DE PLANTAS SEGURAS**

El método para la identificación de riesgos es una herramienta muy valiosa para abordar con decisión la detección, causa y consecuencias que puedan acarrear el diseño de plantas industriales, con la finalidad de eliminar o atenuar los propios riesgos así como limitar sus consecuencias, en el caso de no poder eliminarlos.

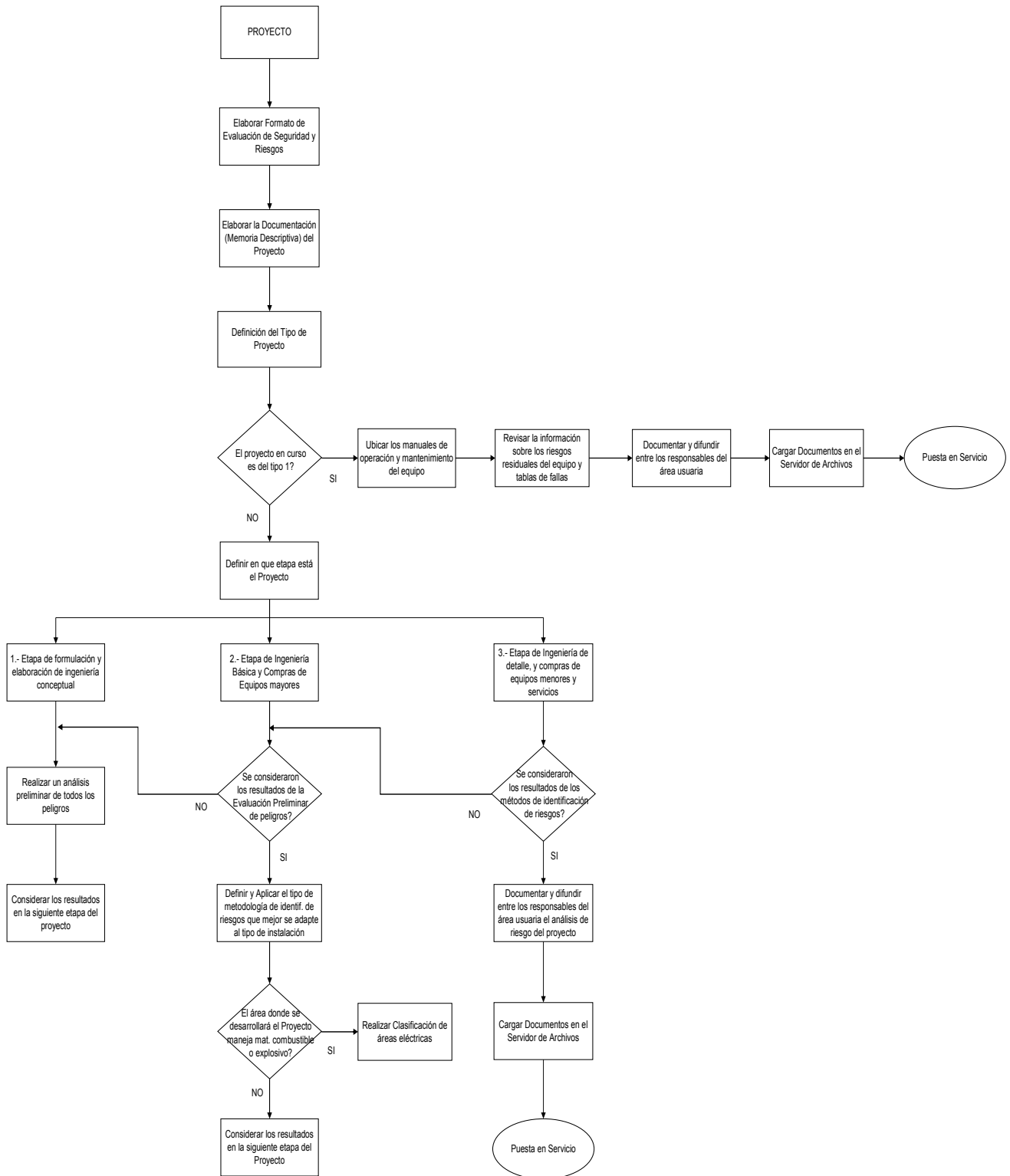
Estos métodos tienen como principales objetivos:

- Identificar y medir los riesgos que representa una instalación industrial para las personas, el medio ambiente y los bienes materiales.
- Deducir los posibles accidentes graves que pudieran producirse.
- Determinar las consecuencias en el espacio y el tiempo de los accidentes, aplicando determinados criterios de vulnerabilidad.
- Analizar las causas de dichos accidentes.
- Discernir sobre la aceptabilidad o no de las propias instalaciones y operaciones realizadas en el establecimiento industrial.
- Definir medidas y procedimientos de prevención y protección para evitar la ocurrencia y/o limitar las consecuencias de los accidentes.
- Cumplir los requisitos legales de las normativas nacionales e internacionales que persiguen los mismos objetivos.

### **FLUJOGRAMA PARA APLICAR LAS TÉCNICAS DE IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS**

En la Figura 9 se muestra un flujograma que indica los pasos a seguir para la aplicación de métodos de identificación de riesgos en proyectos.

**Figura 9.- Aplicación de Metodologías de Análisis de Riesgos**



**DISEÑO:** El investigador y la Gerencia de Proyecto SIDOR (2006)

## **Definición del tipo de proyecto**

Corresponde a la clasificación en dos niveles (1 y 2) del tipo de proyecto a evaluar en función de la dimensión y la magnitud del cambio funcional que se va a realizar sobre el proceso productivo y sus implicaciones sobre las condiciones de operación.

### **Proyecto tipo 1**

- Reemplazo de equipos por obsolescencia o cumplimiento de su vida útil que cumplan la misma función dentro del proceso.
- Adquisición de repuestos de equipos que estén en operación.

### **Proyecto tipo 2**

- Inclusión o eliminación de equipo(s) principales o auxiliares que modifiquen los parámetros de operación del proceso.
- Nuevas plantas para reemplazar o trabajar en paralelo con las existentes.
- Cambios o incorporación de tuberías y accesorios que generen nuevas líneas de procesos.
- Incorporación de elementos de medición y control que intervengan dentro de la operación del proceso.

### **Objetivo 3**

## **MÉTODOS DE IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS**

La identificación de riesgos/peligros pretende encontrar las condiciones de daño potencial presentes en una planta o proceso. La identificación de peligros es un paso crítico en el Análisis Cuantitativo de Riesgos, por cuanto un peligro omitido es un peligro no analizado.

Algunos de los métodos y técnicas desarrolladas mundialmente para la identificación de peligros son:

- Análisis Preliminar de Peligros
- Clasificación de áreas eléctricas
- Método “Que pasaría si...?”

- Estudios de Peligros y Operabilidad
- Evaluaciones Técnicas de Seguridad Industrial

A continuación se presenta una descripción de los métodos utilizados mayormente por la Industria a nivel mundial:

## **ANÁLISIS PRELIMINAR DE PELIGROS**

El Análisis Preliminar de Peligros (APP) es un método cualitativo, que tiene su mayor utilidad durante la etapa de la Ingeniería Conceptual del diseño de una instalación. Su uso permite detectar los peligros de los materiales, equipos y ubicación de la planta para proveer a los diseñadores con lineamientos adecuados a seguir en las subsecuentes etapas del diseño.

El Análisis Preliminar de Peligros concentra sus esfuerzos en los materiales peligrosos y componentes mayores de equipos de proceso y permite visualizar aquellos eventos que involucren liberación de energía y/o productos tóxicos. El APP no está considerado como uno de los enfoques más sistemáticos en la identificación de peligros, sin embargo, sirve muy bien al propósito de definir eventos conducentes a escenarios de accidentes mayores.

Fundamentalmente, consiste en formular una lista de estos puntos con los peligros asociados a:

- Materias primas, productos intermedio o finales y su reactividad.
- Equipos de planta.
- Límites entre componentes de los sistemas.
- Entorno de los procesos.
- Operaciones (pruebas, mantenimiento, puesta en marcha, paradas, etc.).
- Instalaciones.
- Equipos de seguridad.

## **Áreas de aplicación**

Se aplica a cualquier tipo de proyecto y se utiliza preferentemente para la identificación de riesgos en la fase de diseño conceptual de nuevas instalaciones para prever los principales y profundizar en el resto de riesgos en el diseño final.

## **Personal necesario**

Dos a tres personas con conocimiento y experiencia en seguridad.

## **Información requerida**

- Filosofía de diseño
- Antecedentes del proyecto
- Descripción del proyecto
- Diagrama preliminar de flujo de proceso
- Descripción del proceso, incluyendo inventarios de materiales peligrosos con sus características y condiciones de operación.
- Planos de Ubicación de Equipos
- Especificación de Equipos y Tuberías
- Consideraciones de Seguridad y Toxicidad
- Cargas del Sistema de alivio o Venteo
- Cargas del Sistema de Drenaje
- Análisis de Impacto Ambiental
- Información del sitio de ubicación de la planta y sus alrededores.
- Información histórica de accidentes en instalaciones similares

## **Pasos a seguir**

- Recopilación de la información necesaria (incluyendo información de plantas similares).
- Realización del APP propiamente dicho. Se deben considerar:

- 
- Equipos y materiales peligrosos (combustibles, sustancias altamente reactivas, tóxicas, sistemas de alta presión, etc.).
  - Interrelaciones peligrosas entre equipos y sustancias (iniciación y propagación de fuegos y explosiones, sistemas de control y paro).
  - Factores ambientales (vibraciones, humedad, temperaturas externas, descargas eléctricas).
  - Procedimientos de operación, pruebas, mantenimiento y emergencias (errores humanos, distribución de equipos, accesibilidad, protección personal).  
Instalaciones (almacenamientos, equipos de pruebas, formación).
  - Equipos de seguridad (sistemas de protección, redundancias, sistemas contra incendios, equipos de protección personal).

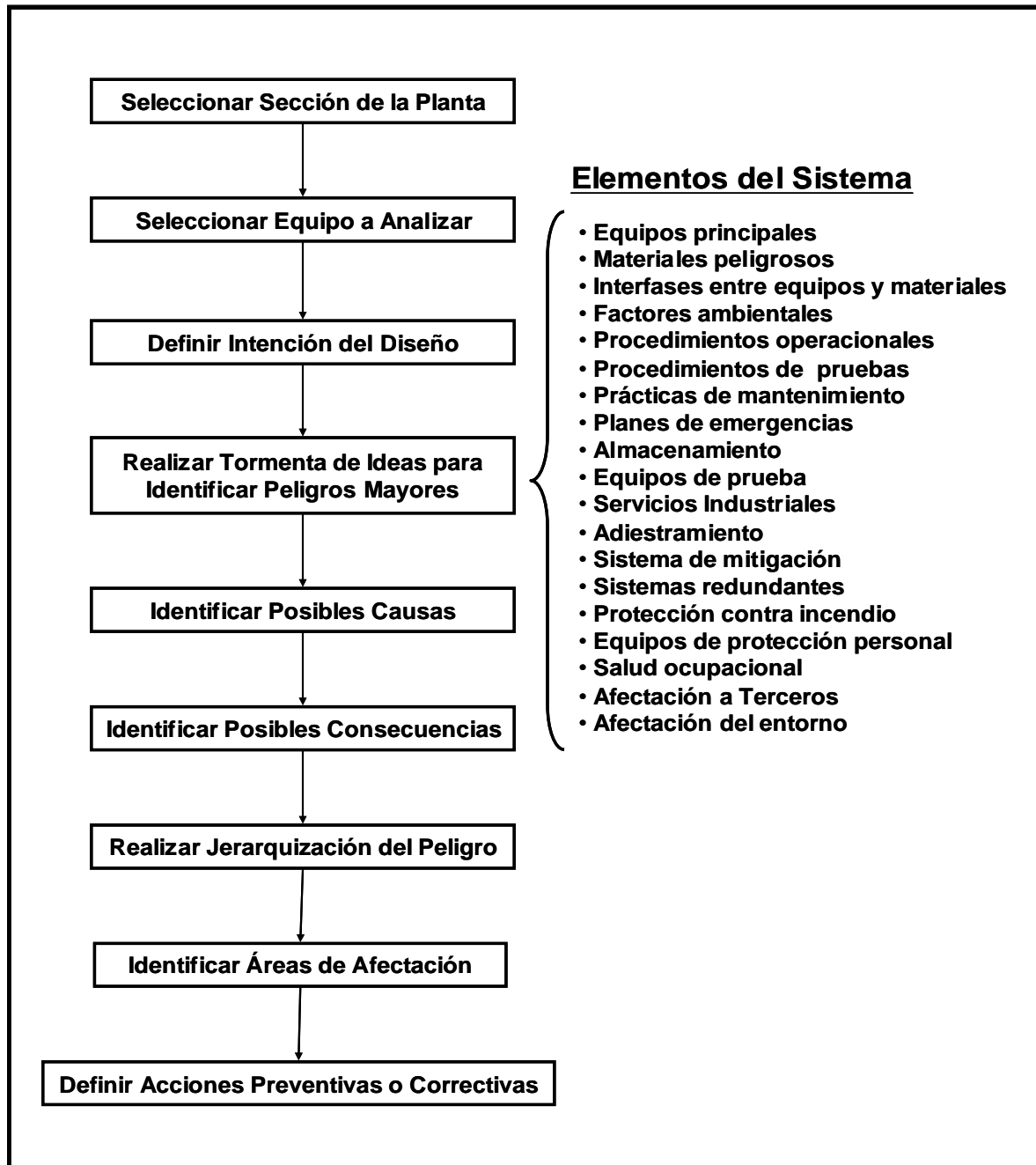
Inicialmente se divide la instalación en secciones y se selecciona una de estas para someterla a estudio. Luego, se selecciona el equipo principal o sistema que amerita ser analizado. A cada equipo o sistema se le define la intención del diseño. Seguidamente, se realiza una tormenta de ideas centrada en los elementos que conforman el equipo o sistema sometido a estudio, para identificar los peligros del diseño. A estos peligros se le identifican las posibles causas y sus posibles consecuencias. Posteriormente, se jerarquiza el peligro para definir el nivel de riesgo, considerando la probabilidad de ocurrencia del evento y la severidad de las consecuencias. Después, se visualiza la afectación del peligro orientada a la seguridad, operación y medio ambiente. Por último se formulan las acciones preventivas o correctivas requeridas para minimizar o eliminar el peligro. El desarrollo de la metodología conlleva a registrar toda la información discutida y generada en un formato diseñado para este propósito.

Aunque la decisión del estudio depende de la complejidad de la instalación, en general el APP es un método que no consume mucho tiempo.

En la Figura 10 se muestra el Diagrama Simplificado de la metodología de Análisis Preliminar de Peligros.



Figura 10.- Diagrama Simplificado del APP



FUENTE: PDVSA, Manual de Ingeniería de Riesgos, (1995)

## **Ventajas y Desventajas**

Se utiliza preferentemente para la identificación de riesgos en la fase de diseño previo de nuevas instalaciones para prever los principales y profundizar en el resto de riesgos en el diseño final.

**Ventajas:** Es un método que requiere relativamente poca inversión en su realización, por lo que es adecuado para examinar los proyectos de modificaciones o plantas nuevas en una etapa inicial.

**Desventajas:** En instalaciones existentes no es un método adecuado para entrar en el detalle de los riesgos asociados a las mismas.

## **CLASIFICACIÓN ELÉCTRICA DE ÁREAS**

Es una metodología que permite cumplir con las exigencias de seguridad industrial y control de riesgos en la ejecución de proyectos al identificar la adecuada ubicación de los equipos eléctricos, o cualquier equipo productor de chispas o calor, con energía suficiente para causar la combustión de mezclas inflamables.

Las áreas peligrosas están divididas en tres clases distintas totalmente dependientes del tipo de material que se encuentra en el proceso. Se describen como sigue:

### **Áreas de Clase I**

Estos son lugares donde gases inflamables y/o vapores están o podrían estar presentes en el aire en cantidades suficientes para producir una explosión o una mezcla flamable. En estas clases que utilizan la metodología de concepto de división hay dos divisiones distintas que se predicen en la interpretación operacional del normal v. anormal y el frecuente v. no frecuente. Las definiciones formales se describen enseguida:

### División 1

Estas son locaciones en las cuáles pueden existir concentraciones de gases o vapores inflamables:

- Bajo condiciones de operación normales.
- Frecuentemente por mantenimiento o reparación.
- Por fugas frecuentes.
- Grado inferior dónde no exista una ventilación adecuada.
- Fugas de operaciones fallidas de equipo de proceso resulten en una falla simultánea del equipo eléctrico.

### División 2

Estas son locaciones en las cuáles pueden existir concentraciones de gases o vapores inflamables:

- Falla de sistemas de contención cerrado.
- Operación anormal o falla de equipo de procesamiento.
- Operación anormal o falla de equipo de ventilación.
- Área está adyacente a la locación de División 1.

En Áreas de Clase I que utilizan la metodología de concepto hay cuatro grupos distintos basados en la facilidad del líquido o gas para encenderse y su rango correspondiente de inflamabilidad. La Figura 11 se ilustra este concepto. Las definiciones formales se describen a continuación:

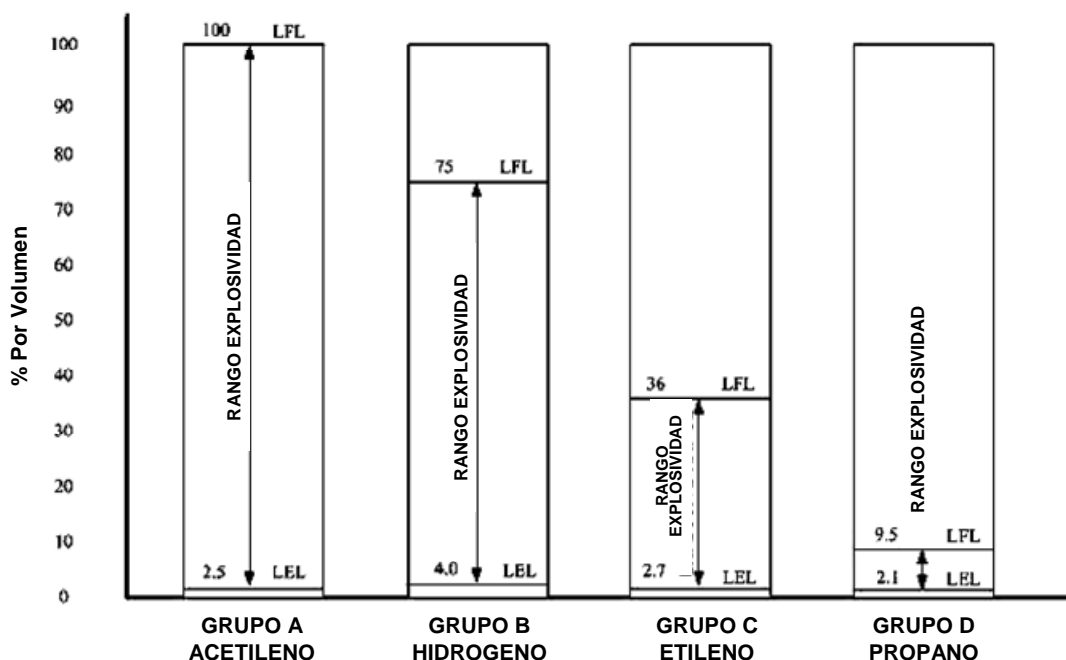
**Grupo A** – Estas son atmósferas que contienen acetileno.

**Grupo B** – Estas son atmósferas de gas/vapor inflamables con una Abertura de Seguridad Experimental Máxima (MESG) menos de o igual a 45mm o una proporción de Corriente de Encendido Mínima (MIC) de menos de o igual a 40mm.

**Grupo C** – Estas son atmósferas de gas/vapor inflamables con un (MESG) mayor de 45mm y menos de 75mm o una proporción (MIC) mayor de 40mm y menos de o igual a 80mm.

**Grupo D** – Estas son atmósferas de gas/vapor inflamables con un (MESG) mayor de 75mm o una proporción (MIC) mayor de 80mm.

Figura 11.- Grado de explosividad por grupo



FUENTE: PDVSA, Manual de Ingeniería de Riesgos, (1995)

Los rangos explosivos, como se indica en la Figura 11 de arriba, están basados en presión y temperatura atmosféricas normales. Al aumentar la temperatura de la mezcla, el rango inflamable baja. Al disminuir, el rango sube. Se puede determinar fácilmente de la examinación de la gráfica de la Figura 11, que la volatilidad de la mezcla es mucho mayor para las mezclas del Grupo A y mucho menor para las del Grupo D.

Otras importantes definiciones de las áreas de Clase I son las siguientes:

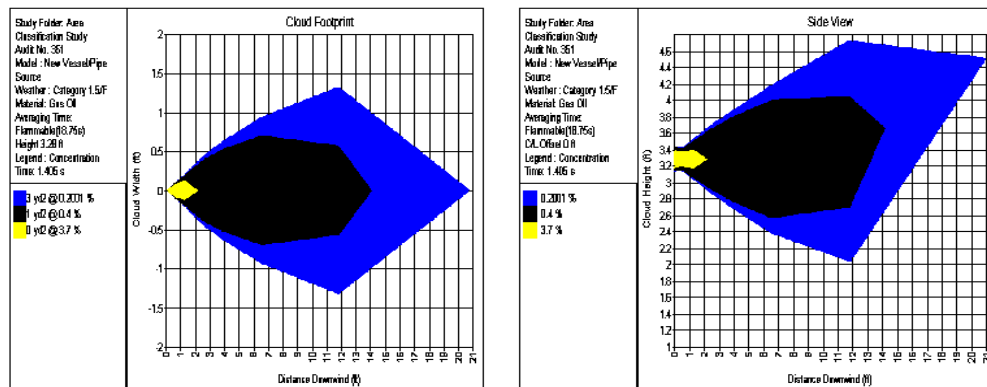
El **Punto de Inflamación** es la temperatura mínima en la cuál un líquido da vapor en concentración suficiente para formar una mezcla inflamable con aire en la superficie de los líquidos. Este es un número derivado empíricamente que está contenido normalmente en los materiales MSDS, (Hoja de Datos de Seguridad de Materiales). Los métodos de prueba típicos para determinar este número se pueden obtener, dependiendo de la viscosidad de los líquidos, de ya sea el Probador Tag o el de Vaso Cerrado Pensky-Martens.

Un **líquido inflamable** es cualquiera que tenga un punto de inflamación de vaso cerrado de 100°F.

Un **combustible inflamable** es cualquiera que tenga un punto de inflamación de vaso cerrado de o por encima de 100°F. Clases de Líquidos Combustibles incluyen Clase II que es cualquier líquido con un punto mayor a 100°F y menor a o igual a 140°F y líquidos Clase III mayor a 140 °F. Éstos se dividen en Clase IIIA mayor de 140 °F y menos o igual a 200 °F, o Clase IIIB mayor a 200°F. La confusión radica en cómo estos tipos de materiales, específicamente los de Clase III son tratados cuando se evalúan las áreas. El API<sup>24</sup> en la sección RP500 5.2.4 dice que se ignore la clasificación que procesan líquidos de Clase III aunque se procesen por encima de sus puntos de inflamación. La NFPA<sup>25</sup>, específicamente NFPA 497 no hace caso de este asunto especialmente cuando se refiere a las áreas de la sección OSHA<sup>26</sup> dice en 1910.106 (a)(18)(iii) que cuando un líquido combustible se calienta dentro de 30oF de su punto de inflamación, se manejará de acuerdo con la próxima clase de líquidos más baja. Así es que la pregunta es como se maneja la clase de líquidos combustibles. Primero, si el material es un líquido combustible que no se calienta dentro de los 30°F, no se requiere clasificar el área. En otras palabras, se puede ignorar su contribución para la evaluación. El otro escenario es cuando el líquido combustible se calienta dentro del proceso a varios cientos de grados de más de su punto de inflamación. Esto es típico en operaciones de refinerías y petroquímicos en los Estados Unidos.

La Figura 12 representa un modelo de dispersión de vapor de mezcla Clase IIIB en una operación de refinería típica. Se muestran la nube de vapor y la vista lateral.

**Figura 12.- Nube de dispersión de vapor de mezcla Clase IIIB**



**FUENTE:** PDVSA, Manual de Ingeniería de Riesgos, (1995)

<sup>24</sup> API: Instituto Americano del Petróleo

<sup>25</sup> NFPA: Asociación Nacional de Protección contra Incendios

<sup>26</sup> OSHA: Seguridad Ocupacional y Administración de la Salud

---

La Figura 12 es un modelo de dispersión de vapor de gas-petróleo el cuál tiene un punto de inflamación de 180°F. El escenario de descarga es de 500 lbs de producto por una fuga de .1 pulgada en un recipiente. La presión de proceso es de 220 psig a una temperatura de 675°F. El área verde es la masa de la nube de vapor que está encima del LFL (Límite Inflamable Inferior) y debajo del UFL (Límite Inflamable Superior). Esta es la masa que se encuentra en la región explosiva o inflamable. La porción inflamable de la nube de vapor se extiende hacia fuera unos 14 pies. Las recomendaciones de NFPA y API habrían ignorado este escenario. El rango inflamable se redujo significativamente por el incremento de la temperatura de proceso, (de 6 a 13.5% en aire a .4 a 3.7% en aire). El modelo de dispersión se derivó de PHAST. PHAST son programas computacionales de modelos de dispersión con licencia por medio de Det Norske Veritas Risk Management Software División.

## **Áreas de Clase II**

Estas son locaciones que son peligrosas por la presencia de polvo combustible. Éste se define como cualquier material sólido de 420 micrones o menos de diámetro que presente un peligro de incendio o explosión cuando se dispersa en el aire. Así como las áreas de Clase I, las de Clase II también se dividen en dos divisiones que dependen de la interpretación de las palabras normal v. anormal. Se a continuación se muestran las definiciones de cada división:

### **División 1**

Es una locación dónde el polvo combustible está presente en el aire:

- Bajo condiciones de operación normales en cantidades suficientes para producir una mezcla explosiva o inflamable.
- Conduce la electricidad. Ellos están considerados como conductores de electricidad si la resistividad del material sólido del cuál se forma el polvo tiene un valor de menos de 105 ohm-cm.
- Fugas de operación defectuosa de equipo de proceso resulta en la falla simultánea del equipo eléctrico causando que el equipo eléctrico se convierta en fuente de encendido.

## División 2

Es una locación dónde polvo combustible está presente en el aire:

- Sólo bajo condiciones de operación anormales en cantidades suficientes para producir una mezcla explosiva o inflamable.
- Acumulaciones son normalmente insuficientes para interferir con la operación normal del equipo eléctrico u otros aparatos, pero el polvo combustible podría estar en suspensiones en el aire debido al mal funcionamiento no frecuente del equipo de proceso.
- Acumulaciones encima, adentro o cerca del equipo eléctrico podrían ser suficientes para interferir para disipar seguramente el calor del equipo eléctrico, o se puede encender por operación anormal o falla del equipo eléctrico.

La siguiente información contenida en la Tabla 6 es un lineamiento para determinar la acumulación de capa de polvo v. la clasificación requerida. Las acumulaciones de polvo en la Tabla 6 están basadas en acumulación de 24 horas en superficies horizontales.

**Tabla 6.- Acumulaciones de Capa de Polvo vs Clasificación**

| Grosor de Capa de Polvo                               | Clasificación Recomendada |
|---|---------------------------|
| Mayor que 1/8" (3 mm)                                 | División 1                |
| Menos que 1/8" (3 mm), pero color no discernible      | División 2                |
| Color de superficie discernible bajo la capa de polvo | No clasificado            |

**FUENTE:** PDVSA, Manual de Ingeniería de Riesgos, (1995)

En áreas de Clase II, hay tres grupos distintos basados en características físicas del polvo. Se describen las definiciones a continuación:

**Grupo E** - Estas son atmósferas que contienen polvos de metales combustibles, incluyendo aluminio, magnesio, y sus aleaciones comerciales, u otros polvos combustibles cuyo tamaño de partícula, abrasividad, y conductividad presentan peligros similares en el uso de equipo eléctrico.

**Grupo F** - Éstas contienen polvos carbonaceos combustibles que tienen más de 8% de volátiles atrapados en total o que han sido sensibilizados por otros materiales para que presenten un peligro de explosión. Los polvos representativos son carbón, negro carbón, carbón doméstico y coca.

**Grupo G** - Éstos contienen otros polvos combustibles, incluyendo harina, grano, harina de madera plástico y químicos.

### **Áreas de Clase III**

Estas son locaciones que son peligrosas por la presencia de fibras y voladores de fácil combustión. En esta áreas, no hay grupos como en las Clases I y II. Hay sin embargo divisiones que están basadas en como se procesa el material. Se describen las definiciones a continuación:

#### **División 1**

Es una locación dónde fibras de fácil encendido produciendo voladores combustibles son manejados, manufacturados o usados.

#### **División 2**

Es dónde las fibras se guardan o manejan fuera del proceso de manufactura.

### **Áreas de aplicación**

Se puede aplicar a cualquier instalación, área o proceso. Sin embargo es de estricta aplicación en aquellas áreas donde estén presentes atmósferas de trabajo y/o materiales combustibles e inflamables.

### **Personal requerido**

Al menos 1 persona con conocimiento del funcionamiento y/o diseño del sistema, un ingeniero eléctrico e instrumentista, 1 técnico de seguridad que sepa manejar la metodología.

### **Información requerida**

- Especificación de Equipos
- Diagrama de flujo



- 
- Diagrama de instrumentación y tuberías
  - Planos eléctricos
  - Lista De cables
  - Lista de motores
  - Consideraciones de Seguridad y Toxicidad
  - Cargas del Sistema de alivio o Venteo
  - Análisis de Riesgos de la Planta
  - Filosofía de Operación, Protección y Control del Proceso
  - Filosofía de Diseño ( Estándares, Códigos, Normas aplicables)
  - Manuales de Operación y Mantenimiento

### **QUE PASA SI...?**

Consiste en el planteamiento de las posibles desviaciones en el diseño, construcción, modificaciones y operación de una determinada instalación industrial, utilizando la pregunta que da origen al nombre del procedimiento: "¿Qué pasa si ...?".

Requiere un conocimiento básico del sistema y la disposición mental para combinar o sintetizar las desviaciones posibles ya comentadas, por lo que normalmente es necesaria la presencia de personal con amplia experiencia para poder llevarlo a cabo.

¿Que pasaría si hay una...

- Pérdida de servicios (agua de enfriamiento, agua de proceso, vapor, aire de instrumentos o de proceso?)
- Pérdida del sistema de enfriamiento?
- Pérdida de energía eléctrica?
- Perdida de electricidad de emergencia?
- Pérdida del sistema de cómputo de control del proceso?
- Descarga de una válvula de relevo o un disco de ruptura? (capacidad suficiente? Calibración? Donde descargará?).
- Reacción de descomposición o polimerización incontrolada?
- Pérdida del sistema de agua contra incendio?
- Explosión o un incendio interno?
- Falla del operador al efectuar alguna operación crítica?

Contestando a estas u otras preguntas clave se tendrá una evaluación de los efectos de fallas de equipo, errores en procedimientos, desastres naturales, etc., los resultados dependerán de la experiencia y de la capacidad imaginativa del grupo de análisis.

Esta técnica conduce a la aplicación de determinar las medidas preventivas requeridas para el control de la falla.

### **Áreas de aplicación**

Se puede aplicar a cualquier instalación, área o proceso: Instrumentación de un equipo, seguridad eléctrica, protección contra incendios, almacenamientos, sustancias peligrosas, etc.

Las preguntas se formulan y aplican tanto a proyectos como a plantas en operación, siendo muy común ante cambios en instalaciones ya existentes.

### **Personal requerido**

Al menos 3 personas con conocimiento del funcionamiento y/o diseño del sistema.

### **Información requerida**

Documentación detallada de la planta, del proceso, de los procedimientos y posibles entrevistas con personal de operación, tales como:

- Diagramas de Flujo
- Diagrama de tuberías e instrumentación
- Procedimientos Operativos

### **Pasos a seguir**

1. Definición del alcance del estudio.
2. Recogida de la información necesaria.
3. Definición de los equipos.
4. Desarrollo de las cuestiones.
5. Informe de resultados.

## **Ventajas y Desventajas**

**Ventajas:** Su aplicación es más sencilla que en métodos más estructurados como el HAZOP

**Desventajas:** Su profundidad depende más del conocimiento y experiencia del personal que lo aplica.

## **ESTUDIO DE PELIGRO Y OPERABILIDAD “HAZOP”**

El Estudio de Peligro y Operabilidad (HAZOP) es un método de análisis que consiste en un examen crítico y sistemático del diseño de una instalación industrial, con el objeto de identificar peligros potenciales y problemas operacionales, así como sus consecuencias en la instalación examinada.

El método está orientado de forma tal que estimula la imaginación y permite razonar sobre todas las posibles formas en que pueden originarse problemas operacionales o situaciones de peligro. Además es un método sistemático que reduce la posibilidad de cometer omisiones o dejar aspectos no detectados.

El HAZOP es una técnica de identificación de riesgos inductiva basada en la premisa de que los riesgos, los accidentes o los problemas de operabilidad, se producen como consecuencia de una desviación de las variables de proceso con respecto a los parámetros normales de operación en un sistema dado y en una etapa determinada. Por tanto, ya se aplique en la etapa de diseño, como en la etapa de operación, la sistemática consiste en evaluar, en todas las líneas y en todos los sistemas las consecuencias de posibles desviaciones en todas las unidades de proceso, tanto si es continuo como discontinuo. La técnica consiste en analizar sistemáticamente las causas y las consecuencias de unas desviaciones de las variables de proceso, planteadas a través de unas "palabras guía".

## **Áreas de aplicación**

Este tipo de análisis consiste en el examen crítico del funcionamiento de una planta de procesos que maneje fluidos (agua, aire, gas natural, etc) como insumo o

producto, identificando las probabilidades de ocurrencia de un riesgo por falla de operación o por falla de funcionamiento de partes individuales de equipo, revisando los efectos consecuentes de este riesgo en la planta, evalúa los mecanismos automáticos y pasivos de control y protección instalados en el proceso y considerando esta como un todo.

También puede ser aplicada en sub-sistemas de maquinas y equipos que utilicen cualquier fluido (aceite, aire, etc) como medio de transmisión de potencia, considerando así los efectos de las fallas o desviación de los parámetros normales de funcionamiento sobre toda la instalación.

### **Personal requerido**

El estudio requiere ser aplicado por un equipo multidisciplinario, el cual trabaja conjuntamente aportando ideas y utilizando un grupo de palabras guías para identificar peligros y problemas operacionales, mediante la búsqueda de desviaciones a las intenciones de diseño de la instalación.

- **Líder:**

Responsabilidades:

- Definir el alcance del análisis.
- Seleccionar los integrantes del equipo de trabajo.
- Planificar y preparar el estudio.
- Dirigir las reuniones: Provocando la discusión usando palabras de guía y parámetros; Persiguiendo el avance según la lista/orden del día; Asegurando el análisis completo

El líder debe ser independiente y no tomar responsabilidad sobre el proceso o las condiciones de operación.

- **Secretario(a):**

Responsabilidades:

- Preparar el reporte del HAZOP
- Hacer un recuento de la discusión y las conclusiones del análisis.

- **Participantes:**

El equipo básico debe estar conformado por:

- Ingeniero del Proyecto
- Ingeniero Commissioning
- Ingeniero de procesos
- Ingeniero eléctrico/Instrumentación

Dependiendo del proceso a ser analizado también deberán participar:

- Líder operativo
- Ingeniero de Mantenimiento
- Proveedores de equipo o instalación
- Otros especialistas

Premisas:

- La contribución de todos los participantes es importante.
- Las críticas aun planteamiento deben ser positivas y constructivas, no negativas.

- **Información requerida:**

El soporte fundamental de información para la realización del HAZOP, lo constituyen los Diagramas de Tuberías e Instrumentos. En un proyecto el estudio debería iniciarse tan pronto estos diagramas se encuentren finalizados. En una instalación existente el primer paso es asegurarse de que dichos diagramas están actualizados.

La aplicación del método requiere la existencia de la siguiente información:

- Diagrama de Tuberías e Instrumentos
- Diagrama de Flujo
- Planos de Ubicación de Equipos
- Planos de Clasificación Eléctrica de Áreas
- Especificación de Equipos y Tuberías
- Consideraciones de Seguridad y Toxicidad
- Cargas del Sistema de alivio o Venteo

- Cargas del Sistema de Drenaje
- Análisis de Impacto Ambiental
- Análisis de Riesgos de la Planta
- Filosofía de Operación, Protección y Control del Proceso
- Filosofía de Diseño ( Estándares, Códigos, Normas aplicables)
- Manuales de Operación y Mantenimiento
- Reportes de Investigación de Accidentes e Incidentes en Plantas existentes.

- **Pasos a seguir:**

- 1. Definición del área de estudio**

Consiste en delimitar las áreas a las cuales se aplica la técnica. En una determinada instalación de proceso, considerada como el área objeto de estudio, se definirán para mayor comodidad una serie de subsistemas o líneas de proceso que corresponden a entidades funcionales propias: línea de carga a un depósito, separación de disolventes, reactores, etc.

- 2. Definición de los nodos**

En cada uno de estos subsistemas o líneas se deberán identificar una serie de nodos o puntos claramente localizados en el proceso. Por ejemplo, tubería de alimentación de una materia prima a un reactor, impulsión de una bomba, depósito de almacenamiento, etc.

Cada nodo deberá ser identificado y numerado correlativamente dentro de cada subsistema y en el sentido del proceso para mejor comprensión y comodidad. La técnica HAZOP se aplica a cada uno de estos puntos. Cada nodo vendrá caracterizado por variables de proceso: presión, temperatura, caudal, nivel, composición, viscosidad, etc.

La facilidad de utilización de esta técnica requiere reflejar en esquemas simplificados de diagramas de flujo todos los subsistemas considerados y su posición exacta.

El documento que actúa como soporte principal del método es el diagrama de flujo de proceso, o de tuberías e instrumentos, P&ID.

### 3. Aplicación de las palabras guía

Las "palabras guía" se utilizan para indicar el concepto que representan a cada uno de los nodos definidos anteriormente que entran o salen de un elemento determinado. Se aplican tanto a acciones (reacciones, transferencias, etc.) como a parámetros específicos (presión, caudal, temperatura, etc.). La tabla mostrada a continuación presenta algunas palabras guía y su significado.

**Tabla 7.- Palabras Guía usadas en HAZOP**

| Palabra guía | Significado  | Ejemplo de desviación                       | Ejemplo de causas originadoras   |
|--------------|--|---|--|
| NO           | Ausencia de la variable a la cual se aplica  | No hay flujo en una línea                   | Bloqueo; fallo de bombeo; válvula cerrada o atascada; fuga; válvula abierta; fallo de control  |
| MÁS          | Aumento cuantitativo de una variable   | Más flujo (más caudal)                      | Presión de descarga reducida; succión presurizada; controlador saturado; fuga; lectura errónea de instrumentos   |
|              |  | Más temperatura                             | Fuegos exteriores; bloqueo; puntos calientes; explosión en reactor; reacción descontrolada   |
| MENOS        | Disminución cuantitativa de una variable   | Menos caudal                                | Fallo de bombeo; fuga; bloqueo parcial; sedimentos en línea; falta de carga; bloqueo de válvulas   |
|              |  | Menos temperatura                           | Pérdidas de calor; vaporización; venteo bloqueado; fallo de sellado  |
| INVERSO      | Analiza la inversión en el sentido de la variable. Se obtiene el efecto contrario al que se pretende | Flujo inverso                               | Fallo de bomba; sifón hacia atrás; inversión de bombeo; válvula antirretorno que falla o está insertada en la tubería de forma incorrecta  |
| ADEMÁS DE    | Aumento cualitativo. Se obtiene algo más que las intenciones del diseño                              | Impurezas o una fase extraordinaria         | Entrada de contaminantes del exterior como aire, agua o aceites; productos de corrosión; fallo de aislamiento; presencia de materiales por fugas interiores; fallos de la puesta en marcha |
| PARTE DE     | Disminución cualitativa. Parte de lo que debería ocurrir sucede según lo previsto                    | Disminución de la composición en una mezcla | Concentración demasiado baja en la mezcla; reacciones adicionales; cambio en la alimentación   |
| DIFERENTE DE | Actividades distintas respecto a la operación normal   | Cualquier actividad                         | Puesta en marcha y parada; pruebas e inspecciones; muestreo; mantenimiento; activación del catalizador; eliminación de tapones; corrosión; fallo de energía; emisiones indeseadas, etc.    |

**FUENTE:** PDVSA, Manual de Ingeniería de Riesgos, (1995)

#### 4. Definición de las desviaciones a estudiar

Para cada nodo se plantea de forma sistemática todas las desviaciones que implican la aplicación de cada palabra guía a una determinada variable o actividad. Para realizar un análisis exhaustivo, se deben aplicar todas las combinaciones posibles entre palabra guía y variable de proceso, descartándose durante la sesión las desviaciones que no tengan sentido para un nodo determinado.

Paralelamente a las desviaciones se deben indicar las causas posibles de estas desviaciones y posteriormente las consecuencias de estas desviaciones.

#### 5. Sesiones HAZOP

Las sesiones HAZOP tienen como objetivo la realización sistemática del proceso descrito anteriormente, analizando las desviaciones en todas las líneas o nodos seleccionados a partir de las palabras guía aplicadas a determinadas variables o procesos. Se determinan las posibles causas, las posibles consecuencias, las respuestas que se proponen, así como las acciones a tomar.

Toda esta información se presenta en forma de tabla que sistematiza la entrada de datos y el análisis posterior. A continuación se presenta el formato de recogida del HAZOP aplicado a un proceso continuo.

**Tabla 8.- Formato de Tabla de HAZOP**

| Localización:<br>P&ID No.: |                 | Instalación:<br>Título P&ID: |   | Fecha del Estudio:   |   |                                     |   |     |                 |
|----------------------------|-----------------|------------------------------|---|----------------------|---|-------------------------------------|---|-----|-----------------|
| Sección/Nodo No.:          |                 | Descripción:                 |   | Fecha Revisión P&ID: |   |                                     |   |     |                 |
| Intención del Diseño:      |                 |                              |   | S: Severidad         |   | SOA: Seguridad, Operación, Ambiente |   |     |                 |
|                            |                 |                              |   | P: Probabilidad      |   |                                     |   |     |                 |
|                            |                 |                              |   | R: Riesgo            |   |                                     |   |     |                 |
| DESVIACION                 | POSIBLES CAUSAS | CONSECUENCIAS POTENCIALES    | SISTEMAS Y PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD EXISTENTES | No.                  | S | P                                   | R | SOA | RECOMENDACIONES |

**FUENTE:** PDVSA, Manual de Ingeniería de Riesgos, (1995)

El significado del contenido de cada una de las columnas es el siguiente:



Tabla 9.- Contenido de la Tabla HAZOP

| Columna   | Contenido  |
|---|--|
| Posibles causas                                   | Describe numerándolas las distintas causas que pueden conducir a la desviación   |
| Consecuencias Potenciales                         | Para cada una de las causas planteadas, se indican con la consiguiente correspondencia en la numeración las consecuencias asociadas  |
| No.   | Corresponde al numero de desviación identificada en el nodo de estudio   |
| S   | Severidad  |
| P   | Probabilidad   |
| R   | Riesgo   |
| SOA   | Corresponde al área de afectación de la desviación identificada:<br>S= Seguridad<br>O= Operación<br>A= Ambiente  |
| Sistemas y procedimientos de seguridad existentes | Se indicará en este caso:<br>1. Los mecanismos de detección de la desviación planteada según causas o consecuencias: por ejemplo, alarmas<br><br>2. Los automatismos capaces de responder a la desviación planteada según las causas: por ejemplo, lazo de control           |
| Recomendaciones                                   | Observaciones que complementan o apoyan algunos de los elementos reflejados en las columnas anteriores.<br>Propuesta preliminar de modificaciones a la instalación en vista de la gravedad de la consecuencia identificada o a una desprotección flagrante de la instalación |

FUENTE: PDVSA, Manual de Ingeniería de Riesgos, (1995)

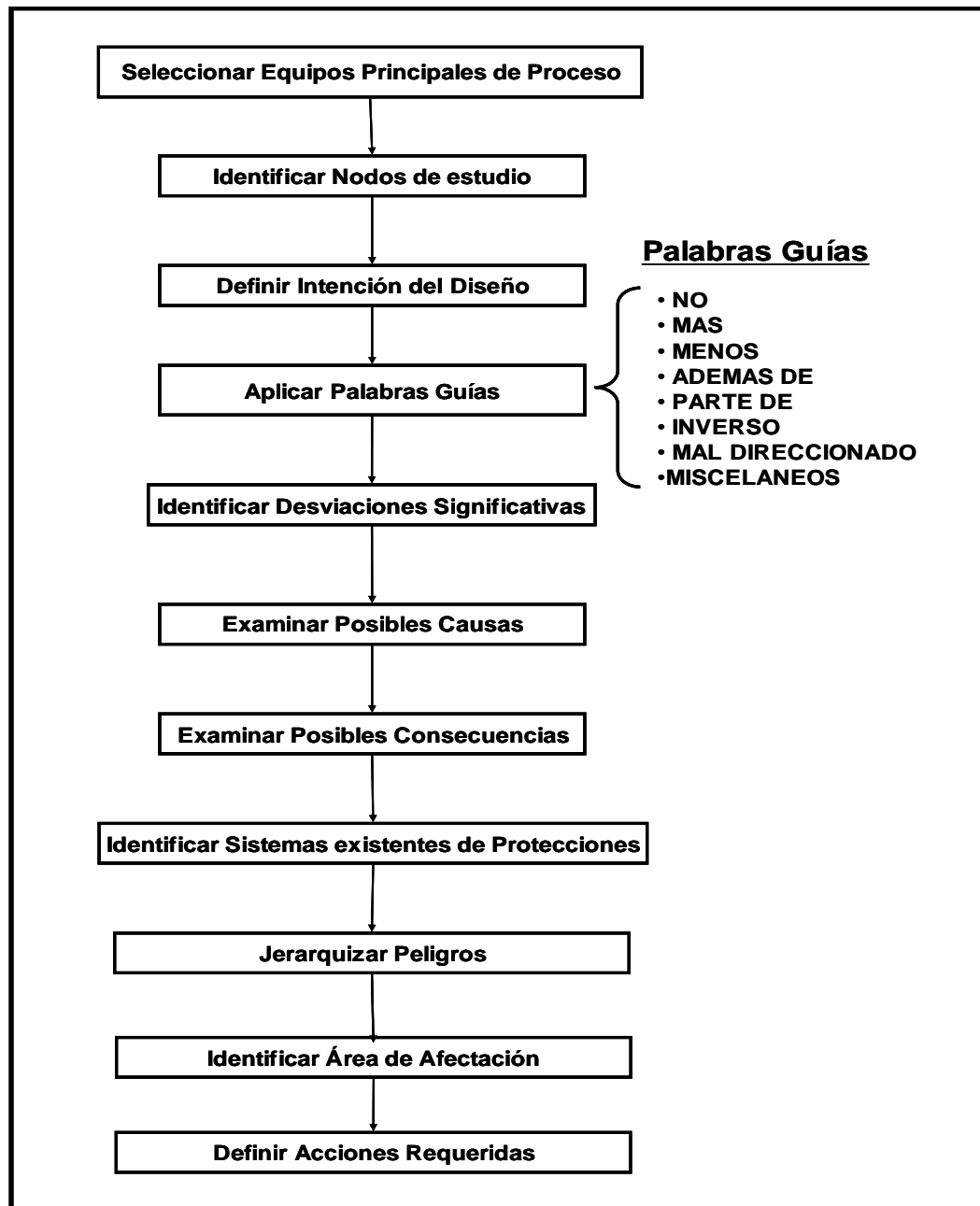
## 6. Informe final del HAZOP

El informe final consta de los siguientes documentos:

- Esquemas simplificados con la situación y numeración de los nodos de cada subsistema.
- Formatos de recogida de las sesiones con indicación de las fechas de realización y composición del equipo de trabajo.
- Análisis de los resultados obtenidos. Se puede llevar a cabo una clasificación cualitativa de las consecuencias identificadas.
- Listado de las medidas a tomar. Constituye una lista preliminar que debería ser debidamente estudiada en función de otros criterios (coste, otras soluciones técnicas, consecuencias en la instalación, etc.) y cuando se disponga de más elementos de decisión.
- Lista de los sucesos iniciadores identificados.

En la Figura 13, se muestra el Diagrama Simplificado de la metodología para la realización del HAZOP.

Figura 13.- Diagrama Simplificado de HAZOP



FUENTE: PDVSA, Manual de Ingeniería de Riesgos, (1995)

- **Ventajas y desventajas del método:**

**Ventajas:**

- Es una buena ocasión para contrastar distintos puntos de vista de una instalación.
- Es una técnica sistemática que puede crear, desde el punto de vista de la seguridad, hábitos metodológicos útiles.
- El coordinador mejora su conocimiento del proceso.
- No requiere prácticamente recursos adicionales, con excepción del tiempo de dedicación.

**Desventajas:**

- Al ser una técnica cualitativa, aunque sistemática, no hay una valoración real de la frecuencia de las causas que producen una determinada consecuencia, ni tampoco el alcance de la misma.
- Las modificaciones que haya que realizar en una determinada instalación como consecuencia de un HAZOP, deben analizarse con mayor detalle además de otros criterios, como los económicos.
- Los resultados que se obtienen dependen en gran medida de la calidad y capacidad de los miembros del equipo de trabajo.
- Depende mucho de la información disponible, hasta tal punto que puede omitirse un riesgo si los datos de partida son erróneos o incompletos.

**Tabla 10.- Resumen Comparativo de Técnicas de Evaluación de Riesgos**

|                              | <b>Análisis Preliminar de Peligros</b>  | <b>Clasificación de áreas eléctricas</b>   | <b>Método "Que pasaría si...?"</b>  | <b>Estudios de Peligros y Operabilidad (HAZOP)</b>   | <b>Evaluaciones Técnicas de Seguridad Industrial</b>  |
|------------------------------|---|--|---|--|---|
| <b>Tipo de Método</b>        | Cualitativo   | Semi-cuantitativo  | Cualitativo   | Semi-cuantitativa  | Cualitativo   |
| <b>Áreas de aplicación</b>   | Visualización del Proyecto.<br>Ingeniería Conceptual  | Ingeniería Conceptual<br>Ingeniería Básica   | Ingeniería Básica<br>Construcción<br>Operación<br>Cambio o Modificación   | Ingeniería Básica<br>Operación<br>Cambio o Modificación  | Construcción<br>Pre-arranque/Arranque<br>Operación  |
| <b>Personal necesario</b>    | Dos a Tres personas con conocimiento y experiencia en seguridad   | Al menos 1 persona con conocimiento del funcionamiento y/o diseño del sistema, un ingeniero eléctrico e instrumentista, 1 técnico de seguridad que sepa manejar la metodología.  | Al menos 3 personas con conocimiento del funcionamiento y/o diseño del sistema.   | Líder de HAZOP, Secretario(a), Ingeniero del Proyecto Ingeniero Commissioning Ingeniero de procesos Ingeniero eléctrico/Instrumentación  | Un máximo de 5 ingenieros familiarizados con los procedimientos, estándares de seguridad y con la operación de la instalación bajo estudio. Se requiere apoyo de especialistas en áreas tales como: instrumentación, sistemas eléctricos, equipo rotativo, corrosión y otras áreas de especial consideración. |
| <b>Información Requerida</b> | <p>Análisis de Impacto Ambiental</p> <p>Antecedentes del proyecto</p> <p>Cargas del Sistema de alivio o Venteo</p> <p>Cargas del Sistema de Drenaje</p> <p>Consideraciones de Seguridad y Toxicidad</p> <p>Descripción del proceso, incluyendo inventarios de materiales peligrosos con sus características y condiciones de operación.</p> <p>Descripción del proyecto</p> <p>Diagrama preliminar de flujo de proceso</p> <p>Especificación de Equipos y Tuberías</p> <p>Filosofía de Diseño ( Estándares, Códigos, Normas aplicables)</p> <p>Información del sitio de ubicación de la planta y sus alrededores.</p> <p>Información histórica de accidentes en instalaciones similares</p> <p>Planos de Ubicación de Equipos</p> | <p>Análisis de Riesgos de la Planta</p> <p>Cargas del Sistema de alivio o Venteo</p> <p>Consideraciones de Seguridad y Toxicidad</p> <p>Diagramas de Flujo</p> <p>Diagrama de instrumentación y tuberías</p> <p>Especificación de Equipos y Tuberías</p> <p>Filosofía de Diseño ( Estándares, Códigos, Normas aplicables)</p> <p>Filosofía de Operación, Protección y Control del Proceso</p> <p>Lista de Cables</p> <p>Lista de Motores</p> <p>Manuales de Operación y Mantenimiento</p> <p>Planos eléctricos</p> | <p>Documentación detallada de la planta, del proceso, de los procedimientos</p> <p>Diagramas de Flujo</p> <p>Diagrama de instrumentación y tuberías</p> <p>Posibles entrevistas con personal de operación</p> | <p>Análisis de Impacto Ambiental</p> <p>Análisis de Riesgos de la Planta</p> <p>Cargas del Sistema de alivio o Venteo</p> <p>Cargas del Sistema de Drenaje</p> <p>Consideraciones de Seguridad y Toxicidad</p> <p>Diagramas de Flujo</p> <p>Diagrama de instrumentación y tuberías</p> <p>Especificación de Equipos y Tuberías</p> <p>Filosofía de Diseño ( Estándares, Códigos, Normas aplicables)</p> <p>Filosofía de Operación, Protección y Control del Proceso</p> <p>Informes de Investigación de Accidentes e Incidentes en Plantas existentes</p> <p>Manuales de Operación y Mantenimiento</p> <p>Planos de Clasificación Eléctrica de Áreas</p> <p>Planos de Ubicación de Equipos</p> | <p>Diagramas de Flujo</p> <p>Diagrama de instrumentación y tuberías</p> <p>Informes de accidentes e incidentes.</p> <p>Manuales de Operación y Mantenimiento</p> <p>Planos de clasificación de áreas.</p>   |

**DISEÑO: Elaboración Propia (2006)**

**Objetivo 4****APLICACIÓN DE ESTUDIOS DE RIESGOS EN LAS ETAPAS DE UN PROYECTO**

Los criterios y metodologías para los Estudios de Riesgos tienen aplicación en las instalaciones típicas como las de la Industria Metalúrgica, y especialmente en las que manejan materiales volátiles, inflamables o tóxicos en cantidades y condiciones de proceso que determinan un alto potencial de explosiones, incendios o nubes tóxicas.

Las etapas en la vida de la instalación a ser consideradas para diferenciar aplicaciones de “Estudios de Riesgos” son:

- Visualización del proyecto
- Ingeniería Conceptual
- Ingeniería Básica
- Ingeniería de Detalles
- Construcción
- Pre-arranque y Arranque
- Operación
- Cambios o Modificaciones

**ETAPAS DEL PROYECTO****Ingeniería Conceptual / Estudio de Factibilidad**

Es la fase de la ingeniería de un proyecto que tiene como propósito la selección de la(s) mejor (es) opción(es) y la mejora en la precisión de los estimados de costos y tiempo de implantación del Proyecto. Todo esto para lograr lo siguiente:

- Reducir la incertidumbre y cuantificar los riesgos asociados
- Determinar el valor esperado para la(s) opción(es) seleccionada(s).

**Objetivos:** Básicamente, esta fase de ingeniería busca cumplir con dos objetivos principales:

- Organizarse para la fase de planificación del proyecto

- Seleccionar la(s) opción(es) preferida(s) y solicitar los fondos para ejecutar las actividades que permitan obtener un estimado de costos Clase II.

**Productos Generados:** En la fase Conceptual los productos mínimos que se generaran son los siguientes:

#### **General**

- Plan de la Calidad.
- Plan de Ejecución del Proyecto Estimado Clase IV.
- Documento Soporte de Decisión (DSD).
- Selección del Proceso.
- Identificación de requerimientos regulatorios y de permisología.
- Opciones estratégicas evaluadas y Criterios de Selección.
- Evaluación de impacto a la comunidad.
- Identificación del paso crítico y requerimientos de procura anticipada.

#### **Procesos**

- Premisas y bases de diseño. Criterios de diseño.
- Estudio y selección de alternativas.
- Ubicación y selección de sitio.
- Diagrama de bloque y/o de flujo de proceso.
- Simulación de proceso.
- Balance de masa y energía.
- Descripción del proceso.
- Hoja de datos de corrientes.
- Requerimientos de servicios.
- Análisis preliminar de riesgos.
- Lista de línea preliminar.
- Dimensionamiento de línea preliminar.
- Hoja de equipos preliminar.
- Memoria de cálculo.
- Selección de tecnología.

### **Mecánica**

- Memoria descriptiva.
- Bases y criterios de diseño.
- Lista de Equipos.
- Cálculos métricos preliminares.
- Lista de materiales preliminares.
- Planta ruta preliminar de tuberías.
- Descripción de partidas.
- Plano de Planta.

### **Electricidad**

- Bases y criterios de diseño.
- Diagramas unifilares preliminares.
- Ruta de canalizaciones preliminares.
- Lista preliminar de motores.

### **Instrumentación**

- Bases y criterios de diseño.
- Lista preliminar de instrumentos.
- Lista preliminar de materiales.

### **Ingeniería Básica**

Las decisiones tomadas en la Ingeniería Conceptual constituirán el insumo de trabajo para continuar con el desarrollo de los trabajos y ejecutar la Ingeniería Básica siendo esta la fase de la ingeniería de un proyecto, que tiene como propósito desarrollar en detalle el alcance y los planes de ejecución de la opción seleccionada para permitir a la Corporación comprometer los fondos u obtener el financiamiento requerido para ejecutar el proyecto, preparar la documentación que sirva de base para la ingeniería de detalle y la contratación de la ejecución del proyecto, y finalmente confirmar si el valor esperado del proyecto cumple con los objetivos del negocio.

**Objetivos:** El propósito de esta fase será desarrollar en detalle el alcance y los planes de ejecución de la opción seleccionada para:

- Permitir a SIDOR comprometer los fondos, requeridos para ejecutar el proyecto.
- Preparar la documentación que sirva de base para la ingeniería de detalle y la contratación de la ejecución del proyecto.
- Confirmar si el valor esperado del proyecto cumple con los objetivos del negocio.

**Productos Generados:** En la fase de Básica, los productos mínimos que se generan son los siguientes:

- Diseños básicos, de todas las edificaciones, servicios e infraestructuras redes eléctricas desde los puntos de conexión / centros de generación o alimentación desde cada punto indicado en los límites de batería funcional de todas las unidades de las Instalaciones a construirse.
- Definición del alcance de la Ingeniería de detalle, incluyendo donde sea aplicable la definición de los diseños conceptuales.
- Emisión de especificaciones para la ingeniería de detalle.
- Definición de límite de batería de las diferentes disciplinas de ingeniería y áreas de operación.
- Definición de Áreas de construcción, modificación de instalaciones, equipos etc. y límite de batería de los mismos.
- Predimensionamiento de todas las áreas, unidades auxiliares, involucradas en el Diseño.
- Listados de materiales para procura BULK, ( Bulto ).
- Planos y estándares que servirán de base para ejecución de la ingeniería de detalle.
- Listado de equipos mayores.
- Emisión de especificaciones para la adquisición de equipos mayores.
- Programas de ejecución de la ingeniería de detalle.
- Costos de la ingeniería de detalle, incluyendo A.P.U.
- Sistema de control de progreso, avance y emisión de reportes de la ingeniería de detalle.
- Definición e implantación del sistema de control y aseguramiento de calidad de la ingeniería de detalle.



- Ubicación de proveedores de equipos mayores y materiales.
- Desarrollo del WBS, (work breakdown structure) al nivel máximo de detalle según permitan las definiciones de áreas involucradas en el diseño según defina Sidor C.A.

En resumen, emisión de un set de planos de ingeniería básica que permita la licitación y definición de costos de las obras con un nivel razonable, modificación de equipos, infraestructuras, servicios etc. Involucradas en el diseño.

### **Ingeniería de Detalle**

La Ingeniería de Detalle deberá ser considerada como la última fase de la ingeniería y por ende del diseño, antes de iniciar la construcción, modificaciones o cualquiera que haya sido el propósito de la ejecución de la ingeniería.

**Objetivos:** El propósito de esta fase será desarrollar los detalles de los trabajos de ingeniería partiendo de la revisión de la Ingeniería Básica y los levantamientos en campo, a fin de solventar interferencias, cruces y obstáculos que puedan afectar potencialmente la ejecución de los trabajos.

**Productos Generados:** La documentación mínima válida para construcción a generarse en esta fase es la siguiente:

- Diseños definitivos, de todas las edificaciones, equipos o modificaciones de estos, servicios y redes eléctricas desde los puntos de conexión / centros de generación o alimentación, desde cada punto indicado en los límites de batería funcional de todas las unidades de las Instalaciones a construirse, según se haya definido en la ingeniería básica.
- Definición del alcance de las labores de construcción, modificación o intervención de equipos, incluyendo donde sea aplicable la definición de los métodos constructivos necesarios para llevarla a cabo.
- Emisión de especificaciones de construcción.
- Definición de límite de batería de las diferentes áreas de construcción, involucradas en el diseño.

- Dimensionamiento final de todas las instalaciones principales y auxiliares definidas por, Sidor C.A. involucradas en el alcance de la ingeniería.
- Listados de materiales para procura definitiva, con un nivel de detalle máximo.
- Planos de detalle que servirán de base / soporte, para ejecución de la construcción, y elaboración de procesos constructivos.
- Listado definitivos y detallados de equipos.
- Emisión de especificaciones para la adquisición de equipos.
- Programas, generales, parciales y particulares de ejecución de los trabajos.
- Definición de partidas y cantidades de obra a ejecutarse, incluyendo su forma de medición y pago.
- Costos de las obras de construcción, equipos, materiales etc. , incluyendo en ello sus respectivos análisis de precios unitarios (A.P.U)
- Sistema de control de progreso, avance y emisión de reportes de las actividades de construcción fabricación y procura.
- Definición e indicación de los métodos de implantación del sistema de control y aseguramiento de calidad de las obras involucradas en el alcance de la ingeniería.
- Ubicación de proveedores de equipos mayores, menores, materiales y contratistas de ejecución de obras.
- Desarrollo del WBS<sup>27</sup> , al nivel máximo, según permitan las definiciones de áreas
- Emisión de un set de planos de ingeniería de Detalle que permita la ejecución de los trabajos y definición de costos definitivos de las obras con un nivel máximo de detalle, modificación de equipos, infraestructuras, servicios etc. Involucrados en el diseño.

## Ingeniería de Planta

La ingeniería de planta deberá ser considerada como todo aquello que solicite Sidor C.A. para facilitar sus operaciones en sus instalaciones existentes. a baja escala, tales como, pero sin limitarse a ello:

- Mejoras o modificación de Equipos, en un todo o parte de ellos.
- Reubicación de Equipos, instalaciones o servicios.
- Modificación funcional de infraestructura y servicios, incluyendo servicios bajo tierra.
- Sistemas de Aire Acondicionado.

---

<sup>27</sup> Works Breakdown Structure (Estructura desagregada de trabajo)

- Vialidad
- Transporte y manejo de materias primas.
- Mejoras operativas y funcionales.
- Etc.

### **Documentos de diseño por cada disciplina de ingeniería**

El alcance de la ingeniería además de lo indicado en los puntos anteriores, deberá incluir, pero, sin limitarse a ello la preparación y definición de uso de los siguientes documentos por cada disciplina de Ingeniería, área o y unidades funcionales descritas y definidas por Sidor C.A. involucradas en el diseño:

#### **Civil**

- Criterios de diseño.
- Hojas de calculo ensayos de suelos y recomendaciones.
- Sistemas bajo tierra.
- Aguas servidas.
- Sistemas eléctricos de puesta a tierra.
- Instalaciones Hidráulicas ( agua potable, aguas negras agua industrial, aguas de lluvia, Sistema de protección contra incendio, agua de proceso).
- Redes eléctricas (Alumbrado).
- Paisajismo y sistemas de riego.
- Vías de acceso, circulación y pavimentos.
- Especificaciones.
- Listas de materiales.

#### **Estructuras de Concreto y Acero**

- Criterios de diseño.
- Hojas de cálculo.
- Planos de estructuras de acero.
- Planos civiles (Obras de concreto).
- Planos de fundaciones y detalles.
- Dibujos de taller para fabricación.

- Listas de materiales.
- Especificaciones de materiales.

### **Redes de Fluidos**

- Criterios de diseño.
- Hojas de cálculo.
- Diagramas, de tuberías e instrumentación.
- Lista de equipos.
- Índice de líneas industriales y servicio.
- Especificaciones técnicas y hojas de datos de equipos.

### **Tuberías**

- Criterios de diseño.
- Layout de equipos.
- Planos de tuberías.
- Isometría.
- Soportes de tubería.
- Especificaciones de equipos hojas de datos.
- Listas de materiales y equipos.

### **Electricidad**

- Hojas de cálculos.
- Diagramas unifcareaes eléctricos.
- Diagrama de Interconexión.
- Diagrama de control.
- Simbología.
- Estación principal.
- Rectificadores / transformadores, sub. estaciones auxiliares, cuartos eléctricos.
- MCCS, y paneles eléctricos.
- Planos de control y potencia.
- Sistemas de puesta a tierra y protección contra descarga atmosféricas
- Dibujos del sistema de pararrayos.
- Lista de cables y materiales eléctricos.

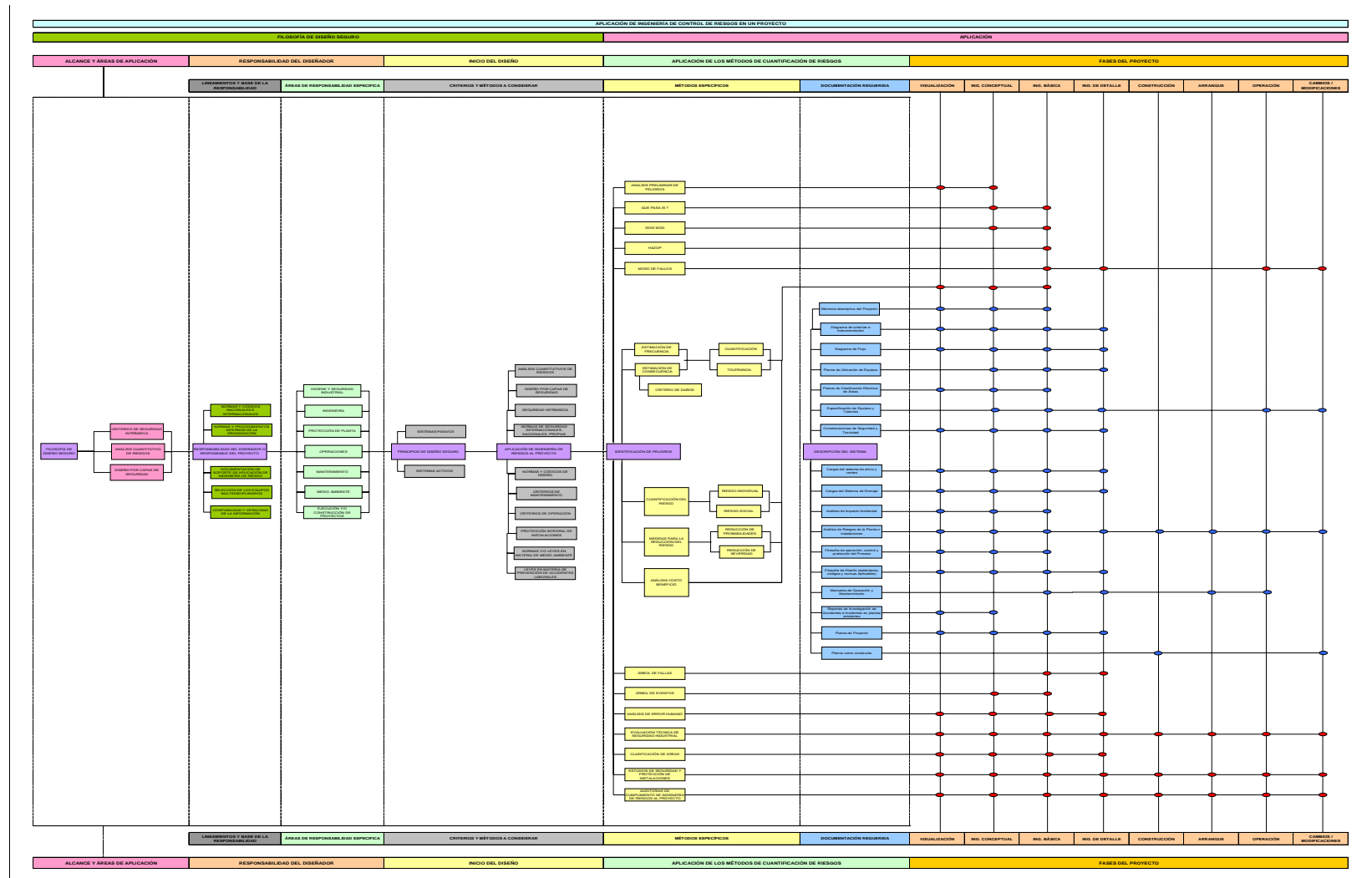
- Especificaciones y hojas de datos para: Materiales, Cables y Equipos eléctricos
- Lista de motores de inducción.

### **Instrumentación y Control**

- Criterios de diseño.
- Hojas de cálculo.
- Diagramas lógicos de instrumentación.
- Planos de ubicación de equipos e instrumentos.
- Índice de Instrumentos.
- Detalles de instalación de instrumentos.
- Diagramas de interconexión.
- Diagramas de instrumentación (Loops).
- Lista de cables.
- Lista de Equipos.
- Especificaciones técnicas.

En el siguiente esquema se indican las metodologías y criterios de aplicación de los estudios de Riesgos:

Figura 14.- Aplicación de la Técnica de Ingeniería de Riesgos en Proyectos



DISEÑO: El investigador y la Gerencia de Proyecto SIDOR, (2006)

**Objetivo 5****COMPARACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL PDRI CON LOS ELEMENTOS DE LAS TÉCNICAS DE IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS**

Esta sección tienen por objetivo contrastar los elementos del PDRI, con los elementos necesarios para la identificación de riesgos en proyectos. Los elementos del PDRI serán reemplazados y completados con elementos compatibles con los elementos necesarios para lograr determinar el grado de definición y planificación del Análisis de Seguridad en los Proyectos desarrollados pro la Gerencia de ingeniería y Medio Ambiente de SIDOR.

**Elementos del PDRI****Tabla 11.- Sección I Elementos del PDRI**

| <b>Sección I - Bases del proyecto</b>                      |   |
|--|---|
| <b>A. Criterios de manufactura (max. Puntuación = 45)</b>  |   |
| A1   | Filosofía de confiabilidad                      |
| A2   | Filosofía de mantenimiento                      |
| A3   | Filosofía de operación                          |
| <b>B. Objetivos del negocio (max. Puntuación = 213)</b>    |   |
| B1   | Productos                                       |
| B2   | Estrategias del mercado                         |
| B3   | Estrategias del proyecto                        |
| B4   | Factibilidad                                    |
| B5   | Capacidades                                     |
| B6   | Consideraciones para expansiones futuras        |
| B7   | Ciclo de vida del proyecto esperado             |
| B8   | Aspectos sociales                               |
| <b>C. Data básica de desarrollo (max. Puntuación = 94)</b> |   |
| C1   | Tecnología                                      |
| C2   | Procesos  |
| <b>D. Alcance del Proyecto (max. Puntuación = 120)</b>     |   |
| D1   | Objetivos del proyecto                          |
| D2   | Criterios de diseño                             |
| D3   | Características del sitio                       |
| D4   | Requerimientos de desmantelamiento/demolición   |
| D5   | Alcance de trabajo por disciplina               |
| D6   | Cronograma                                      |
| <b>E. Ingeniería de Valor (max. Puntuación = 27)</b>       |   |
| E1   | Simplificación de procesos                      |
| E2   | Alternativas consideradas de Diseños/Materiales |
| E3   | Análisis de Constructibilidad                   |

**FUENTE:** Construction Industry Institute, (1996)

Tabla 12.- Sección II Elementos del PDRI

| <b>Sección II - Definición del Proyecto</b>                   |  |
|---|--|
| <b>F. Información del sitio</b> (max. Puntuación = 104)       |  |
| F1  | Ubicación del sitio                                  |
| F2  | Estudios de suelo                                    |
| F3  | Impacto ambiental                                    |
| F4  | Permisos requeridos                                  |
| F5  | Fuentes de servicios y condiciones de suministro     |
| F6  | Sist. contraincendios y consideraciones de seguridad |
| <b>G. Procesos/mecánica</b> (max. Puntuación = 196)           |  |
| G1  | Diagrama de procesos                                 |
| G2  | Balances de energía                                  |
| G3  | Diagramas de tuberías e instrumentación              |
| G4  | Gerencia de Procesos Seguros                         |
| G5  | Diagramas de flujo de servicios                      |
| G6  | Especificaciones                                     |
| G7  | Requerimientos de sistemas de tuberías               |
| G8  | Planos de Planta                                     |
| G9  | Lista de equipos mecánicos                           |
| G10   | Lista de líneas                                      |
| G11   | Lista de tie-ins                                     |
| G12   | Lista de tuberías especiales                         |
| G13   | Indice de instrumentos                               |
| <b>H. Alcance de equipos</b> (max. Puntuación = 33)           |  |
| H1  | Estado de los equipos                                |
| H2  | Plano de ubicación de equipos                        |
| H3  | Requerimientos de servicios para equipos             |
| <b>I. Arquitectura, civil y estructuras</b> ( max. Punt.= 19) |  |
| I1  | Requerimientos civiles/estructurales                 |
| I2  | Requerimientos arquitectónicos                       |
| <b>J. Infraestructura</b> (max. Puntuación = 25)              |  |
| J1  | Requerimientos de tratamiento de aguas               |
| J2  | Req. facilidades de carga/descarga/almacen.          |
| J3  | Requerimientos de transporte                         |
| <b>K. Instrumentación y Electricidad</b> (mas. Punt. = 46)    |  |
| K1  | Filosofía de control                                 |
| K2  | Diagramas lógicos                                    |
| K3  | Clasificación de áreas                               |
| K4  | Req. Sub-estaciones Fuentes de poder identif.        |
| K5  | Diagramas unifilares                                 |
| K6  | Especificaciones de instrumentación/electricidad     |

FUENTE: Construction Industry Institute, (1996)



Tabla 13.- Sección III Elementos del PDRI

| <b>Sección III - Plan de Ejecución</b>                 |   |
|--|---|
| <b>L. Estrategia de procura (max. Puntuación = 16)</b> |   |
| L1   | Identificación de equipos L.T.E./Críticos |
| L2   | Planes y procedimientos de procura        |
| L3   | Matriz de responsabilidades de procura    |
| <b>M. Productos (max. Puntuación = 9)</b>              |   |
| M1   | Modelos / Planos requeridos               |
| M2   | Productos definidos                       |
| M3   | Matrices de distribución                  |
| <b>N. Control de Proyectos (max. Puntuación = 17)</b>  |   |
| N1   | Requerimientos de control de proyectos    |
| N2   | Requerimientos de reportes                |
| N3   | Análisis de riesgo                        |
| <b>P. Plan de Ejecución (max. Puntuación = 36)</b>     |   |
| P1   | Requerimientos para aprobación del dueño  |
| P2   | Plan para Ingeniería y Construcción       |
| P3   | Requerimientos para shut-down/turn-around |
| P4   | Requerimientos para el pre-arranque       |
| P5   | Requerimientos para el arranque           |
| P6   | Requerimientos de entrenamiento           |

FUENTE: Construction Industry Institute (1996)

## Elementos de la Evaluación de Riesgos

De la Tabla 10 se puede obtener los elementos principales requeridos para el análisis de seguridad y riesgos en los proyectos. Esta información se observa en la Tabla 14.

Tabla 14.- Elementos de Evaluación de Seguridad

| <b>REQUERIMIENTO DE INFORMACIÓN DE ANÁLISIS DE RIESGOS</b>   |
|--|
| Filosofía de Operación, Protección y Control del Proceso   |
| Ubicación del sitio  |
| Impacto ambiental  |
| Diagrama de flujo de proceso   |
| Diagramas de tuberías e instrumentación  |
| Lista del equipos  |
| Plano de ubicación de equipos  |
| Clasificación de áreas   |
| Análisis de Riesgo   |
| Antecedentes del proyecto  |
| Cargas del Sistema de alivio o Venteo  |
| Cargas del Sistema de Drenaje  |
| Consideraciones de Seguridad y Toxicidad   |
| Descripción del proceso, incluyendo inventarios de materiales peligrosos con sus características y condiciones de operación. |
| Descripción del proyecto   |
| Especificación de Equipos y Tuberías   |
| Información histórica de accidentes en instalaciones similares   |
| Manuales de Operación y Mantenimiento  |
| Planos eléctricos  |
| Posibles entrevistas con personal de operación   |

DISEÑO: Elaboración Propia (2006)

Al comparar los elementos presentes en las Tabla 11, Tabla 12, Tabla 13 y Tabla 14 se observa que existen elementos del PDRI que no se requieren para la definición de la seguridad en los proyectos y que se requiere incorporar nuevos elementos a la herramienta para enfocar los aspectos importantes de la evaluación de la seguridad en los proyectos.

**Tabla 15.- Comparación PDRI – Evaluación de Seguridad**

| COMPARACIÓN DE ELEMENTOS DEL PDRI Y ANALISIS DE SEGURIDAD |  |
|---|--|
| PDRI Original   | Documentos de Metodos  |
| A1  | Filosofía de confiabilidad   |
| A2  | Filosofía de mantenimiento   |
| A3  | Filosofía de operación   |
| B1  | Productos  |
| B2  | Estrategias del mercado  |
| B3  | Estrategias del proyecto   |
| B4  | Facilidad  |
| B5  | Capacidades  |
| B6  | Consideraciones para expansiones futuras   |
| B7  | Ciclo de vida del proyecto esperado  |
| B8  | Aspectos sociales  |
| C1  | Tecnología   |
| C2  | Procesos   |
| D1  | Objetivos del proyecto   |
| D2  | Criterios de diseño  |
| D3  | Características del sitio  |
| D4  | Requerimientos de desmantelamiento/demolición  |
| D5  | Alcance de trabajo por disciplina  |
| D5  | Cronograma   |
| E1  | Simplificación de procesos   |
| E2  | Alternativas consideradas de Diseños/Materiales  |
| E3  | Análisis de Constructibilidad  |
| F1  | Ubicación del sitio  |
| F2  | Estudios de suelo  |
| F3  | Impacto ambiental  |
| F4  | Permisos requeridos  |
| F5  | Fuentes de servicios y condiciones de suministro   |
| F6  | Sist. contraincendios y consideraciones de seguridad   |
| G1  | Diagrama de procesos   |
| G10   | Lista de líneas  |
| G11   | Lista de tie-ins   |
| G12   | Lista de tuberías especiales   |
| G13   | Índice de instrumentos   |
| G2  | Balances de energía  |
| G3  | Diagramas de tuberías e instrumentación  |
| G4  | Gerencia de Procesos Seguros   |
| G5  | Diagramas de flujo de servicios  |
| G6  | Especificaciones   |
| G7  | Requerimientos de sistemas de tuberías   |
| G8  | Planos de Planta   |
| G9  | Lista de equipos mecánicos   |
| H1  | Estado de los equipos  |
| H2  | Plano de ubicación de equipos  |
| H3  | Requerimientos de servicios para equipos   |
| I1  | Requerimientos civiles/estructurales   |
| I2  | Requerimientos arquitectónicos   |
| J1  | Requerimientos de tratamiento de aguas   |
| J2  | Req. facilidades de carga/descarga/almacen.  |
| J3  | Requerimientos de transporte   |
| K1  | Filosofía de control   |
| K2  | Diagramas lógicos  |
| K3  | Clasificación de áreas   |
| K4  | Req. Sub-estaciones Fuentes de poder identif.  |
| K5  | Diagramas unifilares   |
| K6  | Especificaciones de instrumentación/electricidad   |
| L1  | Identificación de equipos L.T.E./Críticos  |
| L2  | Planes y procedimientos de procura   |
| L3  | Matriz de responsabilidades de procura   |
| M1  | Modelos / Planos requeridos  |
| M2  | Productos definidos  |
| M3  | Matrices de distribución   |
| N1  | Requerimientos de control de proyectos   |
| N2  | Requerimientos de reportes   |
| N3  | Análisis de riesgo   |
| P1  | Requerimientos para aprobación del dueño   |
| P2  | Plan para Ingeniería y Construcción  |
| P3  | Requerimientos para shut-down/turn-around  |
| P4  | Requerimientos para el pre-arranque  |
| P5  | Requerimientos para el arranque  |
| P6  | Requerimientos de entrenamiento  |
|   | Antecedentes del proyecto  |
|   | Cargas del Sistema de alivio o Venteo  |
|   | Cargas del Sistema de Drenaje  |
|   | Consideraciones de Seguridad y Toxicidad   |
|   | Descripción del proceso, incluyendo inventarios de materiales peligrosos con sus características y condiciones de operación. |
|   | Descripción del proyecto   |
|   | Especificación de Equipos y Tuberías   |
|   | Filosofía de Diseño ( Estándares, Códigos, Normas aplicables)  |
|   | Información histórica de accidentes en instalaciones similares   |
|   | Lista de Motores   |
|   | Manuales de Operación y Mantenimiento  |
|   | Planos eléctricos  |

**DISEÑO:** Elaboración Propia (2006)

Debido a que en el PDRI la Seguridad y el Medio Ambiente no es el principal punto de evolución de los proyectos no se encontró elementos relacionados con estos aspectos. Por tal motivo, después de la comparación, se procedió a eliminar aquellos elementos que no aplican al caso específico de Evaluación de Seguridad en los Proyectos y de completaron los elementos, generando el listado preliminar de elementos de la metodología.

**Tabla 16.- Listado Preliminar de Elementos Sección I y II**

| <b>Sección I - Bases del proyecto</b> |   | <b>Sección II - Definición del Proyecto</b> |  |
|---------------------------------------|---|---|--|
| <b>A. Criterios del Proceso</b>       |   | <b>E. Información del sitio</b>             |  |
| A1                                    | Filosofía de Operación del Proceso                            | E1  | Ubicación del sitio y sus alrededores.                       |
| A2                                    | Filosofía de Protección del Proceso                           | E2  | Diagramas de Flujos de Personal                              |
| A3                                    | Filosofía de Control del Proceso                              | E3  | Diagramas totales de la adyacencia.                          |
| <b>B. Data básica de desarrollo</b>   |   | E4  | Disposición del sitio.                                       |
| B1                                    | Tecnología  | E5  | Evaluación de instalaciones existentes.                      |
| B2                                    | Procesos  | <b>F. Procesos/mecánica</b>                 |  |
| <b>C. Alcance del Proyecto</b>        |   | F1  | Descripción del proceso                                      |
| C1                                    | Misión del proyecto   | F2  | Diagrama de flujo de proceso                                 |
| C2                                    | Objetivos del proyecto  | F3  | Lista de tuberías especiales                                 |
| C3                                    | Metas del proyecto  | F4  | Índice de instrumentos                                       |
| C4                                    | Descripción del proyecto                                      | F5  | Balances de energía  |
| C5                                    | Criterios de diseño del proyecto                              | F6  | Diagramas de tuberías e instrumentación                      |
| C6                                    | Características del sitio                                     | F7  | Gerencia de Procesos Seguros                                 |
| C7                                    | Alcance de trabajo por disciplina                             | F8  | Diagramas de flujo de servicios                              |
| C8                                    | Cronograma del proyecto                                       | F9  | Especificaciones   |
| C9                                    | Antecedentes del proyecto                                     | F10   | Requerimientos de sistemas de tuberías                       |
| <b>D. Ingeniería de Valor</b>         |   | F11   | Planos de Planta   |
| D1                                    | Alternativas consideradas de Diseños/Materiales               | F12   | Manuales de Operación y Mantenimiento                        |
| D2                                    | Filosofía de Diseño ( Estándares, Códigos, Normas aplicables) | F13   | Identificación de equipos Críticos                           |
|                                       |   | F14   | Inventarios de materiales peligrosos                         |
|                                       |   | F15   | Cargas del Sistema de alivio o Venteo                        |
|                                       |   | F16   | Cargas del Sistema de Drenaje                                |
|                                       |   | <b>G. Alcance de equipos</b>                |  |
|                                       |   | G1  | Estado de los equipos  |
|                                       |   | G2  | Especificación de Equipos y Tuberías                         |
|                                       |   | G3  | Plano de ubicación de equipos                                |
|                                       |   | G4  | Lista del equipos  |
|                                       |   | G5  | Requerimientos de servicios para equipos                     |
|                                       |   | G6  | Dibujos de la colocación del equipo.                         |
|                                       |   | G7  | Certificación de los elementos a utilizar en la implantación |
|                                       |   | <b>H. Arquitectura, civil y estructuras</b> |  |
|                                       |   | H1  | Diseño arquitectónico  |
|                                       |   | H2  | Diseño civil del sitio.                                      |
|                                       |   | H3  | Diseño estructural.  |
|                                       |   | <b>I. Infraestructura y Legales</b>         |  |
|                                       |   | I1  | Aprobaciones de regulaciones, permisos y licencias           |
|                                       |   | I2  | Estructura detallada de trabajo                              |
|                                       |   | I3  | Identificación de recursos                                   |
|                                       |   | I4  | Listado del Personal Asignado al Proyecto (Rol y Jerarquía)  |
|                                       |   | I5  | Organigrama del equipo de proyecto                           |
|                                       |   | I6  | Documentación de normas y soportes                           |
|                                       |   | I7  | Documentación por Area (Ficha Técnica)                       |
|                                       |   | I8  | Documentación de seguridad                                   |
|                                       |   | I9  | Documentación en políticas ambientales                       |
|                                       |   | <b>J. Instrumentación y Electricidad</b>    |  |
|                                       |   | J1  | Filosofía de control   |
|                                       |   | J2  | Planos eléctricos  |
|                                       |   | J3  | Diagramas lógicos  |
|                                       |   | J4  | Planos de clasificación eléctrica de áreas                   |
|                                       |   | J5  | Diagramas unifilares   |
|                                       |   | J6  | Especificaciones de instrumentación/electricidad             |
|                                       |   | <b>K. Control de Proyectos</b>              |  |
|                                       |   | K1  | Análisis de Riesgo   |
|                                       |   | K2  | Control de coste del proyecto.                               |
|                                       |   | K3  | Control del horario del proyecto.                            |

**DISEÑO:** Elaboración Propia (2006)

Tabla 17.- Listado Preliminar de Elementos Sección III y IV

| Sección III - Seguridad e Higiene |   | Sección IV - Aspectos Ambientales        |   |
|-----------------------------------|---|--|---|
| <b>L. Servicio Antincendio</b>    |   | <b>O. Emisiones</b>                      |   |
| L1                                | Productos Inflamables   | O1                                       | Análisis de emisiones a la atmosfera                          |
| L2                                | Elementos fácilmente combustibles                                     | O2                                       | Accesos y estructura para tomas de muestra                    |
| L3                                | Depósitos de líquidos combustibles                                    | O3                                       | Evaluación de caudal y tipo de sustancias a emitir            |
| L4                                | Distribución de extintores  | O4                                       | Estudio de tratamiento de gases de salida                     |
| L5                                | Análisis de tipo de riesgo de explosión                               |  |   |
| L6                                | Requerimiento de instalación de detectores y alarmas                  | <b>P. Líquidos</b>                       |   |
| <b>M. Higiene Industrial</b>      |   | P1                                       | Análisis de efluentes líquidos                                |
| M1                                | Evaluación de fuentes de ruidos                                       | P2                                       | Acceso y estructura para toma de muestra descarga final       |
| M2                                | Medidas de atenuación de fuentes de ruido                             | P3                                       | Evaluación de caudal y tipo de sustancias de descarga         |
| M3                                | Requerimiento de nivel lumínico                                       | P4                                       | Estudio de tratamiento de efluentes previo descarga final     |
| M4                                | Equipos de adecuación climática del área                              | <b>Q. Residuos</b>                       |   |
| M5                                | Manipulación de productos peligrosos y/o cancerígenos                 | Q1                                       | Evaluación de tipo y cantidad de residuos a generar           |
| M6                                | Almacenamiento de productos peligrosos                                | Q2                                       | Criterios de aceptación de desechos y preparación de desechos |
| M7                                | Evaluación de vapores, humos y/o gases                                | Q3                                       | Requerimientos de desmantelamiento/demolición                 |
| M8                                | Provisión de agua potable   | Q4                                       | Áreas e almacenamiento transitorio                            |
| M9                                | Análisis de instalación de fuentes radiactivas                        | Q5                                       | Caracterización de desechos                                   |
| M10                               | Evaluación de exposición de postura del cuerpo                        | Q6                                       | Minimización de residuos                                      |
| <b>N. Seguridad Industrial</b>    |   | Q7                                       | Evaluación de manejo y disposición final                      |
| N1                                | Protecciones de equipos con puntos de atrapamiento                    | <b>R. Ruidos/Molestias a terceros</b>    |   |
| N2                                | Clasificación de riesgos  | R1                                       | Análisis de ruidos molestos que genera el proyecto            |
| N3                                | Emergencias inesperadas   | R2                                       | Alternativas de minimización o eliminación de ruidos          |
| N4                                | Consideraciones de Seguridad y Toxicidad                              | <b>S. Control de incidente ambiental</b> |   |
| N5                                | Histórico de accidentes en instalaciones similares                    | S1                                       | Estudio de sistemas de prevención, contención o atenuación    |
| N6                                | Dispositivos de parada de equipos, interrumpir fluido ante emergencia | S2                                       | Evaluación de sistema de contención de derrames de líquidos   |
| N7                                | Identificación de capacidad máxima en equipos de izaje y carga        | <b>T. Aspectos Legales</b>               |   |
| N8                                | Análisis de movimiento de materiales sobre puestos de trabajo         | T1                                       | Requerimientos legales de caudal y tipo de sustancia a emitir |
| N9                                | Puntos de verificación de desenergización para bloqueo efectivo       | T2                                       | Requerimiento de permisos para construcción del proyecto      |
| N10                               | Accesos para limpieza/mantenimiento                                   |  |   |
| N11                               | Lugares y medios de evacuación del personal                           |  |   |
| N12                               | Entrevistas con personal de operación y mantenimiento                 |  |   |
| N13                               | Seguridad de circulación peatonal y vehicular                         |  |   |

DISEÑO: Elaboración Propia (2006)

### Ponderación y Escala de la Metodología

La escala de la metodología se basará en una escala lineal en la cual cada elemento tiene una puntuación de cero a cinco. Esta puntuación es afectada por el factor de importancia que le define el peso a cada elemento de la herramienta. Una puntuación de cero, indica un grado bajo de definición y planificación. La puntuación Máxima Total de la herramienta es de 1000 que representa un nivel de definición completo.

Tabla 18.- Puntuación y escala de la metodología

| Puntuación | Definición                     | Porcentaje de Completación |
|------------|--------------------------------|----------------------------|
| 0          | Trabajo no iniciado            | 0%                         |
| 1 a 200    | Trabajo iniciado               | 1 a 20%                    |
| 201 a 500  | Concepto Definido              | 21 a 50%                   |
| 501 a 800  | Trabajo en detalles esenciales | 51 a 80%                   |
| 801 a 950  | Esquema final                  | 81 a 95%                   |
| 951 a 1000 | Completo                       | 96 a 100%                  |

DISEÑO: Elaboración Propia (2006)

Cada elemento de la metodología, será evaluado con una puntuación del 0 al 5, en donde la mejor puntuación indica una baja definición y una puntuación de 5 resulta con la definición completa.

**Tabla 19.- Puntuación de los elementos**

| Puntuación | Definición           |
|------------|----------------------|
| 0          | No definido          |
| 1          | Pobremente definido  |
| 2          | Deficiencias mayores |
| 3          | Algunas deficiencias |
| 4          | Deficiencias menores |
| 5          | Definición completa  |

**DISEÑO:** Elaboración Propia (2006)

La herramienta contempla 4 secciones de elementos, las cuales serán ponderadas de la siguiente forma:

**Tabla 20.- Ponderación de Secciones**

| Sección                 | Puntuación<br>Máxima | Ponderación |
|-------------------------|----------------------|-------------|
| Bases del proyecto      | 150                  | 15%         |
| Definición del Proyecto | 500                  | 50%         |
| Seguridad e Higiene     | 200                  | 20%         |
| Aspectos Ambientales    | 150                  | 15%         |
| <b>TOTAL</b>            | <b>1000</b>          | <b>100%</b> |

**DISEÑO:** Elaboración Propia (2006)

## **CAPÍTULO VI.- LA PROPUESTA**

### **PRESENTACIÓN**

Se presenta a continuación la propuesta modelo de una metodología para medir el grado de definición y planificación del Análisis de Seguridad en los Proyectos desarrollados por la Gerencia de Ingeniería y Medio Ambiente de SIDOR, buscando aumentar la posibilidad de éxito y de que el producto final esté acorde a los requerimientos.

La metodología constituye una herramienta de ayuda a la Industria, además de indicar que tan bien ha sido definido y planificado el proyecto, sirve como una lista de verificación de los elementos que el proyecto debería tener, funcionando como guía que determine los pasos necesarios a seguir.

### **JUSTIFICACIÓN DEL MODELO**

De acuerdo a lo anteriormente descrito, las exigencias por el cumplimiento de las normas de Seguridad Industrial, se hace necesario el desarrollo de una metodología que permita indicar el grado de definición y planificación de un proyecto.

### **OBJETIVO DE LA PROPUESTA**

La metodología está orientada a arrojar el grado de definición y planificación de un proyecto desarrollado por la Gerencia de Ingeniería y Medio Ambiente de SIDOR, con el objeto de definir las secciones y elementos que debe considerarse en la primeras fase del diseño, para que estos sean definidos a un nivel apropiado y garanticen el éxito del proyecto.

## ESTRUCTURA DE LA PROPUESTA

### Secciones de la metodología

La metodología está compuesta por cuatro secciones: BASES DEL PROYECTO, DEFINICIÓN DEL PROYECTO, SEGURIDAD E HIGIENE y ASPECTOS AMBIENTALES. Dentro de los cuales existen 115 elementos.

### Puntuación de la metodología

Cada elemento de la metodología, será evaluado con una puntuación del 0 al 5, en donde puntuaciones bajas indican poca definición y una puntuación de 5 resulta en una definición completa.

**Tabla 21.- Puntuación de los elementos**

| Puntuación | Definición           |
|------------|----------------------|
| 0          | No definido          |
| 1          | Pobremente definido  |
| 2          | Deficiencias mayores |
| 3          | Algunas deficiencias |
| 4          | Deficiencias menores |
| 5          | Definición completa  |

**DISEÑO:** Elaboración Propia (2006)

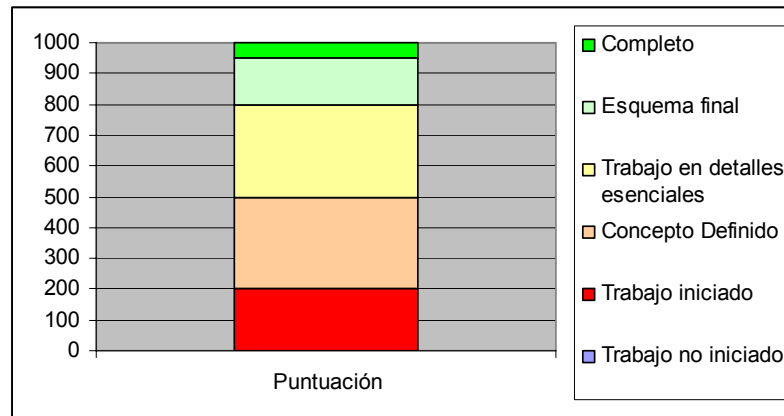
El conjunto de elementos arrojará un valor final comprendido entre 0 y 1000 puntos, que será el índice de definición y planificación de seguridad en el proyecto. En la Tabla 22 se muestra los niveles de definición que presenta un proyecto en función a la puntuación obtenida o en función del porcentaje de completación.

**Tabla 22.- Puntuación y escala de la metodología**

| Puntuación | Definición                     | Porcentaje de Completación |
|------------|--------------------------------|----------------------------|
| 0          | Trabajo no iniciado            | 0%                         |
| 1 a 200    | Trabajo iniciado               | 1 a 20%                    |
| 201 a 500  | Concepto Definido              | 21 a 50%                   |
| 501 a 800  | Trabajo en detalles esenciales | 51 a 80%                   |
| 801 a 950  | Esquema final                  | 81 a 95%                   |
| 951 a 1000 | Completo                       | 96 a 100%                  |

**DISEÑO:** Elaboración Propia (2006)

**Figura 15.- Gráfico de Escala de Puntuación de la metodología**



**DISEÑO:** Elaboración Propia (2006)

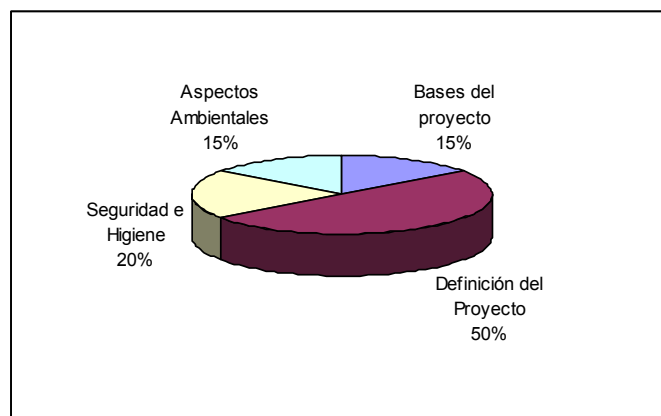
Cada sección presenta un número de elementos los cuales serán ponderados con la distribución mostrada en la siguiente tabla:

**Tabla 23.- Ponderación de Secciones**

| Sección                 | Puntuación Máxima | Ponderación |
|-------------------------|-------------------|-------------|
| Bases del proyecto      | 150               | 15%         |
| Definición del Proyecto | 500               | 50%         |
| Seguridad e Higiene     | 200               | 20%         |
| Aspectos Ambientales    | 150               | 15%         |
| TOTAL                   | 1000              | 100%        |

**DISEÑO:** Elaboración Propia (2006)

**Figura 16.- Grafico de Ponderación de las secciones**



**DISEÑO:** Elaboración Propia (2006)



Tabla 24.- Elementos y Puntuación de la Sección I y II de la metodología

## Evaluación de Seguridad y de Higiene Ambiental en Proyectos

| Sección I - Bases del proyecto                             |   |      |                     |   |   |   |    |                        |
|--|---|------|---------------------|---|---|---|----|------------------------|
| Categoría  | Elementos   | Peso | Nivel de Definición |   |   |   |    | Total categoría        |
|  |   |      | 0                   | 1 | 2 | 3 | 4  |                        |
| <b>A. Criterios del Proceso</b> (max. Puntuación = 35)     |   |      |                     |   |   |   |    |                        |
|  | Filosofía de Operación del Proceso                            | 3    | 0                   | 3 | 6 | 9 | 12 | 15                     |
|  | Filosofía de Protección del Proceso                           | 3    | 0                   | 3 | 6 | 9 | 12 | 15                     |
|  | Filosofía de Control del Proceso                              | 1    | 0                   | 1 | 2 | 3 | 4  | 5                      |
| Total categoría  |   |      |                     |   |   |   |    |                        |
| <b>B. Data básica de desarrollo</b> (max. Puntuación = 10) |   |      |                     |   |   |   |    |                        |
|  | Tecnología  | 1    | 0                   | 1 | 2 | 3 | 4  | 5                      |
|  | Procesos  | 1    | 0                   | 1 | 2 | 3 | 4  | 5                      |
| Total categoría  |   |      |                     |   |   |   |    |                        |
| <b>C. Alcance del Proyecto</b> (max. Puntuación = 75)      |   |      |                     |   |   |   |    |                        |
|  | Misión del proyecto   | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8  | 10                     |
|  | Objetivos del proyecto  | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8  | 10                     |
|  | Metas del proyecto  | 1    | 0                   | 1 | 2 | 3 | 4  | 5                      |
|  | Descripción del proyecto                                      | 3    | 0                   | 3 | 6 | 9 | 12 | 15                     |
|  | Criterios de diseño del proyecto                              | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8  | 10                     |
|  | Características del sitio                                     | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8  | 10                     |
|  | Alcance de trabajo por disciplina                             | 1    | 0                   | 1 | 2 | 3 | 4  | 5                      |
|  | Cronograma del proyecto                                       | 1    | 0                   | 1 | 2 | 3 | 4  | 5                      |
|  | Antecedentes del proyecto                                     | 1    | 0                   | 1 | 2 | 3 | 4  | 5                      |
| Total categoría  |   |      |                     |   |   |   |    |                        |
| <b>D. Ingeniería de Valor</b> (max. Puntuación = 30)       |   |      |                     |   |   |   |    |                        |
|  | Alternativas consideradas de Diseños/Materiales               | 3    | 0                   | 3 | 6 | 9 | 12 | 15                     |
|  | Filosofía de Diseño ( Estándares, Códigos, Normas aplicables) | 3    | 0                   | 3 | 6 | 9 | 12 | 15                     |
| Total categoría  |   |      |                     |   |   |   |    |                        |
| <b>Sección I Máximo puntaje = 150</b>                      |   |      |                     |   |   |   |    | <b>Total Sección I</b> |

## Evaluación de Seguridad y de Higiene Ambiental en Proyectos

| Sección II - Definición del Proyecto                               |  |      |                     |   |   |   |    |                         |
|--|--|------|---------------------|---|---|---|----|-------------------------|
| Categoría  | Elementos  | Peso | Nivel de Definición |   |   |   |    | Total categoría         |
|  |  |      | 0                   | 1 | 2 | 3 | 4  |                         |
| <b>E. Información del sitio</b> (max. Puntuación = 50)             |  |      |                     |   |   |   |    |                         |
|  | Ubicación del sitio y sus alrededores.                       | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8  | 10                      |
|  | Diagramas de Flujos de Personal                              | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8  | 10                      |
|  | Diagramas totales de la adyacencia.                          | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8  | 10                      |
|  | Disposición del sitio.                                       | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8  | 10                      |
|  | Evaluación de instalaciones existentes.                      | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8  | 10                      |
| Total categoría  |  |      |                     |   |   |   |    |                         |
| <b>F. Procesos/mecánica</b> (max. Puntuación = 160)                |  |      |                     |   |   |   |    |                         |
|  | Descripción del proceso                                      | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8  | 10                      |
|  | Diagrama de flujo de proceso                                 | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8  | 10                      |
|  | Lista de tuberías especiales                                 | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8  | 10                      |
|  | Índice de instrumentos                                       | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8  | 10                      |
|  | Balances de energía  | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8  | 10                      |
|  | Diagramas de tuberías e instrumentación                      | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8  | 10                      |
|  | Gerencia de Procesos Seguros                                 | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8  | 10                      |
|  | Diagramas de flujo de servicios                              | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8  | 10                      |
|  | Especificaciones   | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8  | 10                      |
|  | Requerimientos de sistemas de tuberías                       | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8  | 10                      |
|  | Planos de Planta   | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8  | 10                      |
|  | Manuales de Operación y Mantenimiento                        | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8  | 10                      |
|  | Identificación de equipos Críticos                           | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8  | 10                      |
|  | Inventarios de materiales peligrosos                         | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8  | 10                      |
|  | Cargas del Sistema de alivio o Venteo                        | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8  | 10                      |
|  | Cargas del Sistema de Drenaje                                | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8  | 10                      |
| Total categoría  |  |      |                     |   |   |   |    |                         |
| <b>G. Alcance de equipos</b> (max. Puntuación = 70)                |  |      |                     |   |   |   |    |                         |
|  | Estado de los equipos  | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8  | 10                      |
|  | Especificación de Equipos y Tuberías                         | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8  | 10                      |
|  | Plano de ubicación de equipos                                | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8  | 10                      |
|  | Lista del equipos  | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8  | 10                      |
|  | Requerimientos de servicios para equipos                     | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8  | 10                      |
|  | Dibujos de la colocación del equipo.                         | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8  | 10                      |
|  | Certificación de los elementos a utilizar en la implantación | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8  | 10                      |
| Total categoría  |  |      |                     |   |   |   |    |                         |
| <b>H. Arquitectura, civil y estructuras</b> (max. Puntuación = 30) |  |      |                     |   |   |   |    |                         |
|  | Diseño arquitectónico  | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8  | 10                      |
|  | Diseño civil del sitio.                                      | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8  | 10                      |
|  | Diseño estructural.  | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8  | 10                      |
| Total categoría  |  |      |                     |   |   |   |    |                         |
| <b>I. Infraestructura y Legales</b> (max. Puntuación = 90)         |  |      |                     |   |   |   |    |                         |
|  | Aprobaciones de regulaciones, permisos y licencias           | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8  | 10                      |
|  | Estructura detallada de trabajo                              | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8  | 10                      |
|  | Identificación de recursos                                   | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8  | 10                      |
|  | Listado del Personal Asignado al Proyecto (Rol y Jerarquía)  | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8  | 10                      |
|  | Organigrama del equipo de proyecto                           | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8  | 10                      |
|  | Documentación de normas y soportes                           | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8  | 10                      |
|  | Documentación por Área (Ficha Técnica)                       | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8  | 10                      |
|  | Documentación de seguridad                                   | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8  | 10                      |
|  | Documentación en políticas ambientales                       | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8  | 10                      |
| Total categoría  |  |      |                     |   |   |   |    |                         |
| <b>J. Instrumentación y Electricidad</b> (max. Puntuación = 60)    |  |      |                     |   |   |   |    |                         |
|  | Filosofía de control   | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8  | 10                      |
|  | Planos eléctricos  | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8  | 10                      |
|  | Diagramas lógicos  | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8  | 10                      |
|  | Planos de clasificación eléctrica de áreas                   | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8  | 10                      |
|  | Diagramas unifilares   | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8  | 10                      |
|  | Especificaciones de instrumentación/electricidad             | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8  | 10                      |
| Total categoría  |  |      |                     |   |   |   |    |                         |
| <b>K. Control de Proyectos</b> (max. Puntuación = 40)              |  |      |                     |   |   |   |    |                         |
|  | Análisis de Riesgo   | 3    | 0                   | 3 | 6 | 9 | 12 | 15                      |
|  | Control de coste del proyecto.                               | 3    | 0                   | 3 | 6 | 9 | 12 | 15                      |
|  | Control del horario del proyecto.                            | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8  | 10                      |
| Total categoría  |  |      |                     |   |   |   |    |                         |
| <b>Sección II Máximo puntaje = 500</b>                             |  |      |                     |   |   |   |    | <b>Total Sección II</b> |

DISEÑO: Elaboración Propia (2006)

Tabla 25.- Elementos y Puntuación de la Sección III y IV de la metodología

## Evaluación de Seguridad y de Higiene Ambiental en Proyectos

| Sección III - Seguridad e Higiene                      |   |      |                     |   |   |   |   |                          |
|--|---|------|---------------------|---|---|---|---|--------------------------|
| Categoría  | Elementos   | Peso | Nivel de Definición |   |   |   |   | Total categoría          |
|  |   |      | 0                   | 1 | 2 | 3 | 4 |                          |
| <b>L. Servicio Antiincendio</b> (max. Puntuación = 45) |   |      |                     |   |   |   |   |                          |
|  | Productos Inflamables   | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8 | 10                       |
|  | Elementos fácilmente combustibles                                     | 1    | 0                   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5                        |
|  | Depósitos de líquidos combustibles                                    | 1    | 0                   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5                        |
|  | Distribución de extintores  | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8 | 10                       |
|  | Análisis de tipo de riesgo de explosión                               | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8 | 10                       |
|  | Requerimiento de instalación de detectores y alarmas                  | 1    | 0                   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5                        |
| Total categoría  |   |      |                     |   |   |   |   |                          |
| <b>M. Higiene Industrial</b> (max. Puntuación = 70)    |   |      |                     |   |   |   |   |                          |
|  | Evaluación de fuentes de ruidos                                       | 1    | 0                   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5                        |
|  | Medidas de atenuación de fuentes de ruido                             | 1    | 0                   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5                        |
|  | Requerimiento de nivel lumínico                                       | 1    | 0                   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5                        |
|  | Equipos de adecuación climática del área                              | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8 | 10                       |
|  | Manipulación de productos peligrosos y/o cancerígenos                 | 1    | 0                   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5                        |
|  | Almacenamiento de productos peligrosos                                | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8 | 10                       |
|  | Evaluación de vapores, humos y/o gases                                | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8 | 10                       |
|  | Provisión de agua potable   | 1    | 0                   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5                        |
|  | Análisis de instalación de fuentes radiactivas                        | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8 | 10                       |
|  | Evaluación de exposición de postura del cuerpo                        | 1    | 0                   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5                        |
| Total categoría  |   |      |                     |   |   |   |   |                          |
| <b>N. Seguridad Industrial</b> (max. Puntuación = 85)  |   |      |                     |   |   |   |   |                          |
|  | Protecciones de equipos con puntos de atrapamiento                    | 1    | 0                   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5                        |
|  | Clasificación de riesgos  | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8 | 10                       |
|  | Emergencias inesperadas   | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8 | 10                       |
|  | Consideraciones de Seguridad y Toxicidad                              | 1    | 0                   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5                        |
|  | Histórico de accidentes en instalaciones similares                    | 1    | 0                   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5                        |
|  | Dispositivos de parada de equipos, interrumpir fluido ante emergencia | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8 | 10                       |
|  | Identificación de capacidad máxima en equipos de izaje y carga        | 1    | 0                   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5                        |
|  | Análisis de movimiento de materiales sobre puestos de trabajo         | 1    | 0                   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5                        |
|  | Puntos de verificación de desenergización para bloqueo efectivo       | 1    | 0                   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5                        |
|  | Accesos para limpieza/mantenimiento                                   | 1    | 0                   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5                        |
|  | Lugares y medios de evacuación del personal                           | 1    | 0                   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5                        |
|  | Entrevistas con personal de operación y mantenimiento                 | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8 | 10                       |
|  | Seguridad de circulación peatonal y vehicular                         | 1    | 0                   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5                        |
| Total categoría  |   |      |                     |   |   |   |   |                          |
| <b>Sección III Maximo puntaje = 200</b>                |   |      |                     |   |   |   |   | <b>Total Sección III</b> |

## Evaluación de Seguridad y de Higiene Ambiental en Proyectos

| Sección IV - Aspectos Ambientales                               |   |      |                     |   |   |   |   |                         |
|---|---|------|---------------------|---|---|---|---|-------------------------|
| Categoría   | Elementos   | Peso | Nivel de Definición |   |   |   |   | Total categoría         |
|   |   |      | 0                   | 1 | 2 | 3 | 4 |                         |
| <b>O. Emisiones</b> (max. Puntuación = 25)                      |   |      |                     |   |   |   |   |                         |
|   | Análisis de emisiones a la atmósfera                          | 1    | 0                   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5                       |
|   | Accesos y estructura para tomas de muestra                    | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8 | 10                      |
|   | Evaluación de caudal y tipo de sustancias a emitir            | 1    | 0                   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5                       |
|   | Estudio de tratamiento de gases de salida                     | 1    | 0                   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5                       |
| Total categoría   |   |      |                     |   |   |   |   |                         |
| <b>P. Líquidos</b> (max. Puntuación = 25)                       |   |      |                     |   |   |   |   |                         |
|   | Análisis de efluentes líquidos                                | 1    | 0                   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5                       |
|   | Acceso y estructura para toma de muestra descarga final       | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8 | 10                      |
|   | Evaluación de caudal y tipo de sustancias de descarga         | 1    | 0                   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5                       |
|   | Estudio de tratamiento de efluentes previo descarga final     | 1    | 0                   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5                       |
| Total categoría   |   |      |                     |   |   |   |   |                         |
| <b>Q. Residuos</b> (max. Puntuación = 50)                       |   |      |                     |   |   |   |   |                         |
|   | Evaluación de tipo y cantidad de residuos a generar           | 1    | 0                   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5                       |
|   | Criterios de aceptación de desechos y preparación de desechos | 1    | 0                   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5                       |
|   | Requerimientos de desmantelamiento/demolición                 | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8 | 10                      |
|   | Áreas e almacenamiento transitorio                            | 1    | 0                   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5                       |
|   | Caracterización de desechos                                   | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8 | 10                      |
|   | Minimización de residuos                                      | 1    | 0                   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5                       |
|   | Evaluación de manejo y disposición final                      | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8 | 10                      |
| Total categoría   |   |      |                     |   |   |   |   |                         |
| <b>R. Ruidos/Molestias a terceros</b> (max. Puntuación = 15)    |   |      |                     |   |   |   |   |                         |
|   | Análisis de ruidos molestos que genera el proyecto            | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8 | 10                      |
|   | Alternativas de minimización o eliminación de ruidos          | 1    | 0                   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5                       |
| Total categoría   |   |      |                     |   |   |   |   |                         |
| <b>S. Control de incidente ambiental</b> (max. Puntuación = 15) |   |      |                     |   |   |   |   |                         |
|   | Estudio de sistemas de prevención, contención o atenuación    | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8 | 10                      |
|   | Evaluación de sistema de contención de derrames de líquidos   | 1    | 0                   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5                       |
| Total categoría   |   |      |                     |   |   |   |   |                         |
| <b>T. Aspectos Legales</b> (max. Puntuación = 20)               |   |      |                     |   |   |   |   |                         |
|   | Requerimientos legales de caudal y tipo de sustancia a emitir | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8 | 10                      |
|   | Requerimiento de permisos para construcción del proyecto      | 2    | 0                   | 2 | 4 | 6 | 8 | 10                      |
| Total categoría   |   |      |                     |   |   |   |   |                         |
| <b>Sección IV Maximo puntaje = 150</b>                          |   |      |                     |   |   |   |   | <b>Total Sección IV</b> |

DISEÑO: Elaboración Propia (2006)

---

## CAPÍTULO VII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones:

El presente trabajo se centró en el desarrollo de una metodología para la medición del grado de definición y planificación del análisis de seguridad en los proyectos desarrollados por la Gerencia de Ingeniería y Medio Ambiente de SIDOR. Se basó en una comparación de metodologías PDRI y las técnicas de identificación de riesgos para el diseño de plantas industriales seguras, que dieron origen a la Herramienta de evaluación, compuesta por cuatro (4) secciones y ciento quince (115) elementos.

Las 4 secciones abarcan los conceptos de: Bases del Proyecto, Definición del Proyecto, Seguridad e Higiene y Aspectos Ambientales, en los cuales se enmarcan una serie de elementos fundamentales que indicando el nivel de definición de cada uno se obtiene, a través de una puntuación cuyo valor final está comprendido entre 0 y 1000 puntos, el índice de definición y planificación de seguridad en el proyecto.

Los elementos de la metodología fueron seleccionados, evaluados y revisados a través de consultas realizadas a personas con experiencia y conocimientos en el desarrollo e implantación de proyectos industriales y supervisión de seguridad industrial en el área de la siderurgia.

La metodología fue evaluada por representantes de la Gerencia de Higiene y Seguridad de Sidor, quienes acordaron en conjunto con la Gerencia de Ingeniería y Medio Ambiente utilizar la metodología en un proyecto piloto y determinar el incremento del éxito de las condiciones de seguridad en el proyecto.

El uso de esta metodología permitirá guiar el desarrollo de los aspectos de seguridad en un proyecto industrial y revisar que se han tomado todos los elementos relevantes que conduzcan a obtener plantas con las condiciones de higiene y seguridad que exigen las buenas prácticas de ingeniería y normas internacionales.

## **Recomendaciones**

Se recomienda extender el uso de ésta metodología a todos los proyectos, dado que los proyectos que consideran los aspectos de seguridad y higiene permiten disminuir los factores de riesgo en las operaciones de plantas industriales.

Adicionalmente se sugiere que la metodología sea aplicada durante todas las fases previas a la implantación, para determinar aquellas secciones que presentan debilidad y así, mejorar su nivel de definición y aumentar el éxito durante la implantación.

El reforzar los conocimientos y mejorar el uso de la Gerencia del Riesgo tiene mucha influencia en la implantación del proyecto, ya que juega un papel muy importante por los requerimientos crítico y condiciones ambientales especiales que estas áreas demandan. En estadísticas realizadas a proyectos a nivel mundial la Gerencia de Riesgo es la que presenta mayores deficiencias.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alonso Félix Gonzalo (2005). "Gerencia de riesgos". Disponible en: [http://www.icaei.es/publicaciones/anales\\_get.php?id=472](http://www.icaei.es/publicaciones/anales_get.php?id=472) consulta realizada en marzo 2006.

API - American Petroleum Institute (1990) "Recommended Practices for Development of a Safety and Environmental Management Program for Outer Continental Shelf (OCS) Operations".

Arias, F. (1999), "El proyecto de investigación. Guía para su elaboración". (3° ed), Caracas: Editorial Episteme

Asamblea Nacional de La República Bolivariana de Venezuela Gaceta Oficial N° 38.236. Reforma de la Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente del Trabajo. 26 de julio de 2005.

Balestrini, M. (2002). "Como se elabora el proyecto de Investigación", (6°ed.) Caracas: BL Consultores Asociados. Servicio Editorial.

Canelón José (2005). "Herramienta de medición del grado de definición y planificación en proyectos de construcción de salas limpias farmacéuticas", Trabajo Especial de Grado en Especialista de en Gerencia de Proyectos. Universidad Católica Andrés Bello, Caracas.

CCPS (1985), "Guidelines for Hazard Evaluation Procedures", American Institute of Chemical Engineers, New York.

Cleland, D. (1990), "Project Management. Strategic Design & Implementation". Ed. TPR / TAB Books.

Congreso de la República de Venezuela. Gaceta Oficial N° 5.152. "Ley Orgánica del Trabajo". 19 de junio de 1997.

Construction Industry Institute (CII) (1996). "Project Definition Rating Index". Disponible en: <http://construction-institute.org/pdri/> consulta realizada en Marzo de 2006

EFCE - European Federation of Chemical Engineering. (1985) , "Risk analysis in the process industries, The Institution of Chemical Engineers", Rugby (U.K.).

Fernández Isla, Gonzalo, Iturmendi Morales, Gonzalo. (2001) "Apuntes de Gerencia de Riesgos" del Master en Dirección Aseguradora de ICEA

Fleishman, A.B. and Hough M.S. (1989), "The Use of Cost – Benefit Analysis in Evaluating the Acceptability of Industrial Risks: An Illustrative Case Study." 6th International Symposium: Loss Prevention and Safety Promotion in the Process Industries. Oslo.

Gibson Edward (2004). "Project Definition Rating Index (PDRI) Revisited." Disponible en: <http://construction-institute.org/%20scriptcontent/ac2004slides/gibson.ppt> consulta realizada en Marzo de 2006

Gibson S.B. (1976) "Risk Criteria in Hazard Analysis" CEP, London.

GUIAR - Grupo Universitario de Investigación Analítica de Riesgos (2006). "Accidentes Industriales". Disponible en: <http://esf.uvm.edu/sirippt/aislidsp/tsld004.htm>, consulta realizada en Marzo de 2006

Health and Safety Executive (1989), "Quantified risk assessment: Its input to decision making", HSE, London.

Health and Safety Executive (1991), "Risk criteria for land–use planning in the vicinity of major industrial hazards", HSE, London.

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2002), "Metodología de la Investigación", (2°ed.). México: Mc Graw Hill

Hyman, H. (1993), "Diseño y Análisis de las encuestas sociales". Buenos Aires: Amorrortu Editores

ISO – International Standards Organization 14000 (2000). "Sistema de Gestión de la Calidad – Conceptos y Vocabulario". Traducción certificada. Ginebra, Suiza.

ISO – International Standards Organization 9000 (2000). "Sistema de Gestión de la Calidad – Conceptos y Vocabulario". Traducción certificada. Ginebra, Suiza.

Kletz, T.A. (1991), "Plant design for safety". A user–friendly approach, Hemisphere Publishing Corporation, London.

Lees, F.P.(1986), "Loss prevention in the process industries", Butterworths, London.

Lind. N.C (1990). "El Tratamiento de los Riesgos: Un Enfoque Canadiense Global". Revista MAPFRE Seguridad. MAPFRE, Madrid, 2do. Trimestre.

Méndez, C. (1999), "Metodología". Bogotá, Colombia: Editorial Mc Graw Hill Interamericana S.A.

Morales, V. (1994). "Planteamiento y Análisis de Investigación". Caracas: Ediciones el Dorado.

NASA (2000) "PDRI Project Definition Rating Index". Disponible en: <http://www.hq.nasa.gov/office/codej/codejx/NASAPDRI.doc>, consulta realizada en Marzo de 2006

Office Project Management. U.S. Department of Energy (2001) "Project Definition Rating Index (EM-PDRI) MANUAL". Disponible en: <http://web.em.doe.gov/em6home/empdri.html> consulta realizada en Marzo de 2006

PDVSA (1995), "Manual de Ingeniería de Riesgos". Revision 0. Caracas

PMI - Project Management Institute. (2004). "Guía de los fundamentos de la Dirección de Proyectos", Guía PMBOK. (3ra edición). Newton Square , Pennsylvania 19073-3299 EE.UU.

Presidente de La República de Venezuela. Gaceta Oficial N° 1.631. "Reglamento de las condiciones de Higiene y Seguridad en el Trabajo". 31 de diciembre de 1.973.

Rodríguez, J.A. (1991) "Aplicación de criterios de tolerancia de riesgos y costo-beneficio en los estudios de análisis de riesgos de la industria petrolera y petroquímica venezolana", ARPEL, México.

Sabino, C. (1996), "El proceso de la investigación", Buenos Aires: Lumen

SIDOR (2005). "Manual de la Calidad. Revisión 7". Puerto Ordaz.

Tamayo y Tamayo, M. (2002). "El proceso de investigación científica." México: Limusa.

Universidad Nacional Abierta (1991). "Metodología de la Investigación Educativa" Publicaciones de la Universidad Nacional Abierta. Caracas.

UNIZAR - Universidad de Zaragoza (2006). "Principales accidentes industriales" Disponible en <http://www.unizar.es/guiar/1/Accident/Accidentes.htm#Historicos> consulta realizada en Marzo de 2006

Villalobos, M. (2002). "Adaptación del PDRI para proyectos IPC en la industria petrolera", Trabajo Especial de Grado en Especialista de en Gerencia de Proyectos. Universidad Católica Andrés Bello, Caracas.

Yáber, G. y Valarino, E. (2003), "Tipología, fases y modelo de gestión para la investigación de postgrado en Gerencia.", Caracas: Universidad Metropolitana.



# ANEXOS

**Evaluación de Seguridad y de Higiene Ambiental en Proyectos**

| <b>Sección I - Bases del proyecto</b>                             |      |                          |                          |                          |                          |                          |                          |         |
|---|------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------|
| Categoría<br>Elementos  | Peso | Nivel de Definición      |                          |                          |                          |                          |                          | Puntaje |
|   |      | 0                        | 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        |         |
| <b>A. Criterios del Proceso</b> (max. Puntuación = 35)            |      |                          |                          |                          |                          |                          |                          |         |
| A01 Filosofía de Operación del Proceso                            | 3    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| A02 Filosofía de Protección del Proceso                           | 3    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| A03 Filosofía de Control del Proceso                              | 1    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| Total categoría   |      |                          |                          |                          |                          |                          |                          |         |
| <b>B. Data básica de desarrollo</b> (max. Puntuación = 10)        |      |                          |                          |                          |                          |                          |                          |         |
| B01 Tecnología  | 1    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| B02 Procesos  | 1    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| Total categoría   |      |                          |                          |                          |                          |                          |                          |         |
| <b>C. Alcance del Proyecto</b> (max. Puntuación = 75)             |      |                          |                          |                          |                          |                          |                          |         |
| C01 Misión del proyecto   | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| C02 Objetivos del proyecto  | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| C03 Metas del proyecto  | 1    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| C04 Descripción del proyecto                                      | 3    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| C05 Criterios de diseño del proyecto                              | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| C06 Características del sitio                                     | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| C07 Alcance de trabajo por disciplina                             | 1    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| C08 Cronograma del proyecto                                       | 1    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| C09 Antecedentes del proyecto                                     | 1    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| Total categoría   |      |                          |                          |                          |                          |                          |                          |         |
| <b>D. Ingeniería de Valor</b> (max. Puntuación = 30)              |      |                          |                          |                          |                          |                          |                          |         |
| D01 Alternativas consideradas de Diseños/Materiales               | 3    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| D02 Filosofía de Diseño ( Estándares, Códigos, Normas aplicables) | 3    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| Total categoría   |      |                          |                          |                          |                          |                          |                          |         |
| <b>Sección I Maximo puntaje = 150</b>                             |      |                          |                          | <b>Total Sección I</b>   |                          |                          |                          |         |

**Evaluación de Seguridad y de Higiene Ambiental en Proyectos**

| <b>Sección II - Definición del Proyecto</b>                        |      |                          |                          |                          |                          |                          |                          |         |
|--|------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------|
| Categoría<br>Elementos   | Peso | Nivel de Definición      |                          |                          |                          |                          |                          | Puntaje |
|  |      | 0                        | 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        |         |
| <b>E. Información del sitio</b> (max. Puntuación = 50)             |      |                          |                          |                          |                          |                          |                          |         |
| E01 Ubicación del sitio y sus alrededores.                         | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| E02 Diagramas de Flujos de Personal                                | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| E03 Diagramas totales de la adyacencia.                            | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| E04 Disposición del sitio.   | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| E05 Evaluación de instalaciones existentes.                        | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| Total categoría  |      |                          |                          |                          |                          |                          |                          |         |
| <b>F. Procesos/mecánica</b> (max. Puntuación = 160)                |      |                          |                          |                          |                          |                          |                          |         |
| F01 Descripción del proceso  | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| F02 Diagrama de flujo de proceso                                   | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| F03 Lista de tuberías especiales                                   | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| F04 Índice de instrumentos   | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| F05 Balances de energía  | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| F06 Diagramas de tuberías e instrumentación                        | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| F07 Gerencia de Procesos Seguros                                   | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| F08 Diagramas de flujo de servicios                                | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| F09 Especificaciones   | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| F10 Requerimientos de sistemas de tuberías                         | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| F11 Planos de Planta   | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| F12 Manuales de Operación y Mantenimiento                          | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| F13 Identificación de equipos Críticos                             | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| F14 Inventarios de materiales peligrosos                           | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| F15 Cargas del Sistema de alivio o Venteo                          | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| F16 Cargas del Sistema de Drenaje                                  | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| Total categoría  |      |                          |                          |                          |                          |                          |                          |         |
| <b>G. Alcance de equipos</b> (max. Puntuación = 70)                |      |                          |                          |                          |                          |                          |                          |         |
| G01 Estado de los equipos  | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| G02 Especificación de Equipos y Tuberías                           | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| G03 Plano de ubicación de equipos                                  | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| G04 Lista del equipos  | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| G05 Requerimientos de servicios para equipos                       | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| G06 Dibujos de la colocación del equipo.                           | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| G07 Certificación de los elementos a utilizar en la implantación   | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| Total categoría  |      |                          |                          |                          |                          |                          |                          |         |
| <b>H. Arquitectura, civil y estructuras</b> (max. Puntuación = 30) |      |                          |                          |                          |                          |                          |                          |         |
| H01 Diseño arquitectónico  | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| H02 Diseño civil del sitio.  | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| H03 Diseño estructural.  | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| Total categoría  |      |                          |                          |                          |                          |                          |                          |         |
| <b>I. Infraestructura y Legales</b> (max. Puntuación = 90)         |      |                          |                          |                          |                          |                          |                          |         |
| I01 Aprobaciones de regulaciones, permisos y licencias             | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| I02 Estructura detallada de trabajo                                | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| I03 Identificación de recursos                                     | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| I04 Listado del Personal Asignado al Proyecto (Rol y Jerarquía)    | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| I05 Organigrama del equipo de proyecto                             | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| I06 Documentación de normas y soportes                             | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| I07 Documentación por Area (Ficha Técnica)                         | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| I08 Documentación de seguridad                                     | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| I09 Documentación en políticas ambientales                         | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| Total categoría  |      |                          |                          |                          |                          |                          |                          |         |
| <b>J. Instrumentación y Electricidad</b> (max. Puntuación = 60)    |      |                          |                          |                          |                          |                          |                          |         |
| J01 Filosofía de control   | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| J02 Planos eléctricos  | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| J03 Diagramas lógicos  | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| J04 Planos de clasificación eléctrica de áreas                     | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| J05 Diagramas unifilares   | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| J06 Especificaciones de instrumentación/electricidad               | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| Total categoría  |      |                          |                          |                          |                          |                          |                          |         |
| <b>K. Control de Proyectos</b> (max. Puntuación = 40)              |      |                          |                          |                          |                          |                          |                          |         |
| K01 Análisis de Riesgo   | 3    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| K02 Control de coste del proyecto.                                 | 3    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| K03 Control del horario del proyecto.                              | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |         |
| Total categoría  |      |                          |                          |                          |                          |                          |                          |         |
| <b>Sección II Maximo puntaje = 500</b>                             |      |                          |                          | <b>Total Sección II</b>  |                          |                          |                          |         |

**Evaluación de Seguridad y de Higiene Ambiental en Proyectos**

| <b>Sección III - Seguridad e Higiene</b>                                  |      |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|---|------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Categoría<br>Elementos  | Peso | Nivel de Definición      |                          |                          |                          |                          |                          | Puntaje                  |
|   |      | 0                        | 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        |                          |
| <b>L. Servicio Antincendio</b> (max. Puntuación = 45)                     |      |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
| L01 Productos Inflamables   | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                          |
| L02 Elementos fácilmente combustibles                                     | 1    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                          |
| L03 Depósitos de líquidos combustibles                                    | 1    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                          |
| L04 Distribución de extintores  | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                          |
| L05 Análisis de tipo de riesgo de explosión                               | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                          |
| L06 Requerimiento de instalación de detectores y alarmas                  | 1    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                          |
| Total categoría   |      |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
| <b>M. Higiene Industrial</b> (max. Puntuación = 70)                       |      |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
| M01 Evaluación de fuentes de ruidos                                       | 1    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                          |
| M02 Medidas de atenuación de fuentes de ruido                             | 1    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                          |
| M03 Requerimiento de nivel lumínico                                       | 1    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                          |
| M04 Equipos de adecuación climática del área                              | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                          |
| M05 Manipulación de productos peligrosos y/o cancerígenos                 | 1    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                          |
| M06 Almacenamiento de productos peligrosos                                | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                          |
| M07 Evaluación de vapores, humos y/o gases                                | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                          |
| M08 Provisión de agua potable   | 1    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                          |
| M09 Análisis de instalación de fuentes radiactivas                        | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                          |
| M10 Evaluación de exposición de postura del cuerpo                        | 1    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                          |
| Total categoría   |      |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
| <b>N. Seguridad Industrial</b> (max. Puntuación = 85)                     |      |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
| N01 Protecciones de equipos con puntos de atrapamiento                    | 1    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                          |
| N02 Clasificación de riesgos  | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                          |
| N03 Emergencias inesperadas   | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                          |
| N04 Consideraciones de Seguridad y Toxicidad                              | 1    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                          |
| N05 Histórico de accidentes en instalaciones similares                    | 1    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                          |
| N06 Dispositivos de parada de equipos, interrumpir fluido ante emergencia | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                          |
| N07 Identificación de capacidad máxima en equipos de izaje y carga        | 1    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                          |
| N08 Análisis de movimiento de materiales sobre puestos de trabajo         | 1    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                          |
| N09 Puntos de verificación de desenergización para bloqueo efectivo       | 1    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                          |
| N10 Accesos para limpieza/mantenimiento                                   | 1    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                          |
| N11 Lugares y medios de evacuación del personal                           | 1    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                          |
| N12 Entrevistas con personal de operación y mantenimiento                 | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                          |
| N13 Seguridad de circulación peatonal y vehicular                         | 1    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                          |
| Total categoría   |      |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
| <b>Sección III Maximo puntaje = 200</b>                                   |      |                          |                          |                          |                          |                          |                          | <b>Total Sección III</b> |

**Evaluación de Seguridad y de Higiene Ambiental en Proyectos**

| <b>Sección IV - Aspectos Ambientales</b>                          |      |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|---|------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Categoría<br>Elementos  | Peso | Nivel de Definición      |                          |                          |                          |                          |                          | Puntaje                  |
|   |      | 0                        | 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        |                          |
| <b>O. Emisiones</b> (max. Puntuación = 25)                        |      |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
| O01 Análisis de emisiones a la atmosfera                          | 1    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                          |
| O02 Accesos y estructura para tomas de muestra                    | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                          |
| O03 Evaluación de caudal y tipo de sustancias a emitir            | 1    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                          |
| O04 Estudio de tratamiento de gases de salida                     | 1    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                          |
| Total categoría   |      |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
| <b>P. Líquidos</b> (max. Puntuación = 25)                         |      |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
| P01 Análisis de efluentes líquidos                                | 1    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                          |
| P02 Acceso y estructura para toma de muestra descarga final       | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                          |
| P03 Evaluación de caudal y tipo de sustancias de descarga         | 1    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                          |
| P04 Estudio de tratamiento de efluentes previo descarga final     | 1    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                          |
| Total categoría   |      |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
| <b>Q. Residuos</b> (max. Puntuación = 50)                         |      |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
| Q01 Evaluación de tipo y cantidad de residuos a generar           | 1    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                          |
| Q02 Criterios de aceptación de desechos y preparación de desechos | 1    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                          |
| Q03 Requerimientos de desmantelamiento/demolición                 | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                          |
| Q04 Áreas e almacenamiento transitorio                            | 1    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                          |
| Q05 Caracterización de desechos                                   | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                          |
| Q06 Minimización de residuos                                      | 1    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                          |
| Q07 Evaluación de manejo y disposición final                      | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                          |
| Total categoría   |      |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
| <b>R. Ruidos/Molestias a terceros</b> (max. Puntuación = 15)      |      |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
| R01 Análisis de ruidos molestos que genera el proyecto            | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                          |
| R02 Alternativas de minimización o eliminación de ruidos          | 1    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                          |
| Total categoría   |      |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
| <b>S. Control de incidente ambiental</b> (max. Puntuación = 15)   |      |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
| S01 Estudio de sistemas de prevención, contención o atenuación    | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                          |
| S02 Evaluación de sistema de contención de derrames de líquidos   | 1    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                          |
| Total categoría   |      |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
| <b>T. Aspectos Legales</b> (max. Puntuación = 20)                 |      |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
| T01 Requerimientos legales de caudal y tipo de sustancia a emitir | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                          |
| T02 Requerimiento de permisos para construcción del proyecto      | 2    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                          |
| Total categoría   |      |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
| <b>Sección IV Maximo puntaje = 150</b>                            |      |                          |                          |                          |                          |                          |                          | <b>Total Sección IV</b>  |
| <b>Matriz PDRI Maximo puntaje = 1000</b>                          |      |                          |                          |                          |                          |                          |                          | <b>Total Matriz PDRI</b> |

| PUNTUACIÓN DE LOS ELEMENTOS |             |                     |                      |                      |                      |                     |
|-----------------------------|-------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| PUNTUACIÓN                  | 0           | 1                   | 2                    | 3                    | 4                    | 5                   |
| DEFINICIÓN                  | No definido | Pobremente definido | Deficiencias mayores | Algunas deficiencias | Deficiencias menores | Definición Completa |

| PUNTUACION Y ESCALA DE LA METODOLOGIA |                     |                  |                   |                                |               |           |
|---------------------------------------|---------------------|------------------|-------------------|--------------------------------|---------------|-----------|
| PUNTUACIÓN                            | 0                   | 1                | 2                 | 3                              | 4             | 5         |
| DEFINICIÓN                            | Trabajo no iniciado | Trabajo iniciado | Concepto definido | Trabajo en detalles esenciales | Esquema Final | Completo  |
| % de COMPLETACIÓN                     | 0%                  | 1 a 20%          | 21 a 50%          | 51 a 80%                       | 81 a 95%      | 95 a 100% |

