



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA



**IMPLEMENTACIÓN DE UN INSTRUMENTO DE AUTOEVALUACIÓN AMBIENTAL
DE LAS ÁREAS OPERATIVAS DEL COMPLEJO PETROQUÍMICO MORÓN,
CONSIDERANDO ASPECTOS TÉCNICOS Y LEGALES.**

Tutora Académica:

Prof(a). Viky Mujica.

Tutor Industrial:

Lic. Amado Palacios.

Autor:

Br. Urbina N, Isaac P.

C.I.V. 14.537.024.

Valencia, Mayo del 2011

RESUMEN

El objetivo general del presente trabajo de investigación es implementar un instrumento de autoevaluaciones ambientales de las áreas operativas del Complejo Petroquímico Morón, con el propósito de mejorar la gestión ambiental actual de la Superintendencia de Ambiente e Higiene Ocupacional (AHO), mediante la evaluación sistemática de los aspectos ambientales de manera objetiva y dar paso así al cumplimiento de la legislación ambiental venezolana.

Se presenta la situación actual del Complejo Petroquímico Morón, considerando las variables ambientales como generación de efluentes, emisiones atmosféricas, desechos y ruido ambiental; se estudia la relación entre las variables ambientales y las de procesos por cada instalación, con un enfoque en los sistemas de control de contaminación (ciclones, filtros de mangas, neutralización de efluentes entre otros).

Tomando en consideración aspectos técnicos y legales, siguiendo las pautas del Sistema Integral de Gestión de PEQUIVEN, S.A. (SIG), se desarrolla un instrumento de autoevaluaciones ambientales, el cual se constituye por cinco partes gestión y control de agua, evaluación de efluentes, evaluación de emisiones atmosféricas, evaluación de desechos y evaluación de ruido ambiental, las cuales constan de dos secciones datos generales de la instalación y gestión y control del aspecto evaluado. Por último, el instrumento se aplica, mediante la evaluación ambiental de la instalación 370A (ácido fosfórico), demostrando ser versátil y de gran capacidad de recopilación de información.

Entre las conclusiones más importantes de la investigación podemos mencionar la inexistencia de programas ambientales de las instalaciones, emisiones de monóxido de carbono elevadas y altos contenidos de nitrógeno y fósforo en los efluentes descargados por el Complejo. Por lo cual se recomienda a la empresa implantar el instrumento de autoevaluación ambiental desarrollado y planes ambientales para cada instalación.

INTRODUCCIÓN

La protección del ambiente es, sin duda, uno de los retos más importantes de nuestros tiempos. Las posibilidades económicas y sociales de las generaciones futuras dependen del esfuerzo que se realice para preservar los recursos naturales, sin dejar de satisfacer la demanda de productos y servicios que se requieren para el bienestar social y económico.

El Complejo petroquímico Morón, PEQUIVEN, S.A., empresa del estado venezolano encargada de producir y comercializar insumos y servicios destinados a suplir los requerimientos de la industria química a escala nacional e internacional y de la industria agraria venezolana con productos tales como: fertilizantes, ácido sulfúrico, amoníaco entre otros. El Complejo conciente del impacto ambiental que generan sus actividades industriales, se ha visto en la necesidad de implantar un instrumento de autoevaluaciones ambientales que apoye el proceso de evaluaciones ambientales de las áreas operativas, permitiendo así recaudar información en campo necesaria para realizar un análisis objetivo de los aspectos ambientales y poder controlar su interacción con el medio ambiente cumpliendo con la legislación ambiental venezolana.

El área de investigación se encuentra adscrita a la Gerencia de Seguridad, Higiene y Ambiente (SHA) , específicamente en la Superintendencia de Ambiente e Higiene Ocupacional (AHO), la cual tiene como responsabilidad concienciar al personal que labora en el CPM en cuanto a la preservación y cuidado del ambiente y todo lo referente a la higiene ocupacional, a través de asesorías, auditorías, charlas dentro de un marco legal a fin de prevenir riesgos ambientales, enfermedades ocupacionales y sus consecuencias.

Este trabajo esta conformado por cuatro capítulos, en el capítulo I, se presenta el planteamiento del problema, en donde se describe el problema, y los objetivos, general y específicos establecidos. El capítulo II, muestra los fundamentos teóricos relacionados con el tema, que sirven de base para el estudio realizado, así como los procesos llevados a cabo en las distintas instalaciones operativas. En el capítulo III, se describe la metodología utilizada para el desarrollo de la investigación.

En el capítulo IV, se realiza el desarrollo, resultados y discusiones de cada uno de los objetivos establecidos, referente a la situación ambiental actual del Complejo, la relación variable de proceso y aspecto ambiental, la elaboración, aplicación y forma de aplicación del instrumento. Finalmente, se incluyen las conclusiones y recomendaciones obtenidas en la investigación.

Este trabajo permitirá al Complejo Petroquímico Morón, mejorar su situación ambiental actual, aumentando la capacidad del proceso de gestión ambiental, a través de auditorías sistematizadas, y mejorando su capacidad de análisis y respuesta a las desviaciones ambientales detectadas durante dicho proceso.

A su vez este trabajo permitirá a la Universidad de Carabobo disponer de un trabajo innovador, que sirva de motivo para cambiar la concepción académica de ingeniero químico, no solamente como ingeniero de procesos capaz de mantener y aumentar la producción, sino además de realizarlo de manera armónica con el ambiente sin crear un conflicto interno, el cual de suceder permitiera siempre estar de parte de nuestro ambiente.

AGRADECIMIENTOS

Dios es tan grande pero tan pequeño en nuestros corazones, y aun así ese pedacito de él nos hace lograr cosas que algún día atrás pensamos imposible, cuanto mas pudiésemos lograr si lo dejásemos crecer o tuviésemos un poco más de fe.

En primer lugar a Dios todopoderoso, por siempre estar a mi lado y darme el valor y la fuerza para levantarme después de tantas caídas.

A mi señor Jesús por haberme iluminado la senda en el camino oscuro de la vida, contigo todo sin ti nada.

A mi madre, Sognia Núñez, jamás he logrado decirte en verdad cuanto significas para mí, tampoco creo que en este momento pueda, pero solo déjame decirte que agradezco a Dios ser tu hijo, te amo.

A mi padre, Ordís Urbina, por contar siempre con su apoyo incondicional y ser la figura que he de seguir, padre ejemplar.

A mis hermanos, Ordís, Joshua y Larry, quienes en todo momento me brindaron su apoyo y amor incondicional.

A mis cuñadas, Marilu y Laly.

A mi niña grande, Albanis Vargas, por haber aparecido en el momento exacto en mi vida, en el comienzo de ella, por ser mi amor, mi cómplice y todo y en la calle codo a codo somos mucho más que dos.

A mi abuelo, Felipe Núñez, cuanta fuerza hay en ti viejo, cuanta sabiduría, cuanto valor, para mi un ejemplo a seguir.

A toda mi familia, tíos y primos por ser parte de mí.

A mi comadre, Ángela, por tu amistad incondicional y por tantos años a mi lado siendo mi hermana.

A mi amiga Rudy, me has demostrado que todavía existen razones para creer en la amistad, TQM.

A la señora Lesvia, por ser mi madre en la universidad y estar siempre pendiente de mí, siempre le estaré agradecido.

A la Profesora Vicky Mújica, por ser mi tutor académico y más que eso mi amiga, por su orientación, para lograr la culminación satisfactoria de este trabajo.

A el licenciado Amado Palacios, tutor industrial, por su apoyo, paciencia y colaboración incondicional en el desarrollo de este trabajo.

A la Licenciada Jenifer Smith, por haberme dado la confianza y el apoyo necesario para el logro de este trabajo, por su amistad.

A la profesora, Celeste, por tanto cariño y amor, por ser una persona ejemplar.

A la ilustre Universidad de Carabobo, y a sus profesores por los conocimientos impartidos, experiencias vividas a lo largo de mi trayectoria académica y permitirme formarme espiritual e intelectualmente.

Al personal de la escuela de Ingeniería Química, en especial a las secretarias Trina, Mari y Leida, por su apoyo y colaboración en todo momento, son un amor, Dios me las bendiga. Felicidades.

Al Complejo Petroquímico Morón, por darme la oportunidad y permitirme desarrollar con éxito este trabajo de grado, ampliando mis conocimientos como profesional.

A todos mis amigos de la Coordinación de Deporte de Ingeniería, Juan, Daniel, William, Antonio Miguel, Luis "niño", Guillermo "bata", Cáceres "el gocho" a mis dos equipos de Fútbol de Sala masculino y femenino, "Dios es amor y Jesús luz del mundo, un, dos, tres Ingeniería", Enmi TQM.

A todas aquellas personas que de una u otra forma fueron parte de este sueño y meta alcanzada.

DEDICATORIA

“(..) Velero será siempre el hombre y el mar es la vida inmensa, y el hombre navegando en ella naufraga o se pierde sino tiene impulso (...)”, así cantaba el cantor del pueblo Alí Primera. Este trabajo se los dedico a todas a aquellas personas que fueron vientos y remos que impulsaron mi vida, a ellos con todo mi cariño. Dedicado a:

Dios todopoderoso por darme el valor y las fuerzas en mis momentos más difíciles.

Mi señor Jesús, por ser mi guía y no abandonarme nunca.

Mi madre, Sognia, por todo su amor y siempre confiar en mi, este logro es tuyo. Te amo.

Mi padre, por siempre confiar en mi, espero te sientas orgulloso.

Mis hermanos, Ordís, Joshua y Larry, por apoyarme incondicionalmente, se les quiere.

Mi abuelo, por haberme formado en el trabajo.

Mis sobrinos, Diego y Ordís Manuel, por alegrarme la vida con sus locuras.

Mi niña grande, Albanis, por ser mi apoyo y una razón más para vivir.

Angela por ser más que mi amiga, eres mi hermana.

Abuela, siempre me quedare esperando tu abrazo tembloroso y tus besos, espero que estés feliz al lado de tu hijo, te extraño.

Olga Andreina, espero que con este logro puedas descansar en paz, nunca te olvidare.

Mi familia, por su gran apoyo y amor incondicional, los quiero.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
Figura 2.1. Diagrama de bloques de procesos de la instalación 180A (amoníaco).....	30
Figura 2.2. Diagrama de bloques de procesos de la instalación 301-A (urea)....	32
Figura 2.3. Diagrama de procesos de la instalación de agua cruda (I-106).....	35
Figura 2.4. Diagrama de procesos de la instalación de tratamiento de aguas servidas (PTAS).....	36
Figura 2.6. Diagrama de procesos de la instalación 105C.....	37
Figura 2.7. Diagrama de procesos de la instalación 105D.....	39
Figura 2.8. Diagrama de procesos de la instalación 103A.....	40
Figura 2.9. Diagrama de procesos de la instalación 103.....	40
Figura 2.10. Diagrama de procesos de la instalación 122A.....	42
Figura 2.11. Diagrama de procesos de la instalación 111A.....	43
Figura 2.12. Diagrama de procesos de la instalación 111B.....	43
Figura 2.13. Diagrama de procesos de la instalación de gas natural (SG-41)...	44
Figura 2.14. Diagrama de procesos de los turbogeneradores (TG-1/2).....	46
Figura 2.15. Diagrama de procesos de la instalación 215.....	48
Figura 2.16. Diagrama de procesos de la instalación 218.....	49
Figura 2.17. Diagrama de bloques de procesos de la instalación 356A.....	51
Figura 2.18. Diagrama de procesos de la instalación 330.....	52
Figura 2.19. Diagrama de bloques de procesos de la instalación 370A.....	57
Figura 2.20. Influencia del exceso de aire y su precalentamiento en la temperatura de los productos de combustión.....	58
Figura 2.21. Porcentaje de calor disponible respecto al poder calorífico superior como función de la temperatura de los gases de combustión y el exceso de aire.....	59

Figura 2.22. Eficiencia de combustión vs temperatura de productos y exceso de aire.....	60
Figura 2.23. Concentración en base seca vs temperatura de productos para un exceso del 0%.....	62
Figura 2.24. Concentración en base seca vs temperatura de productos para un exceso del 10%.....	63
Figura 2.25. Concentración en base seca vs temperatura de productos para un exceso del 15%.....	64
Figura 2.26. Concentración en base seca vs temperatura de productos para un exceso del 25%.....	65
Figura 4.1. Almacenamiento inadecuado de catalizadores de las instalaciones de ácido sulfúrico y amoníaco.....	92
Figura 4.2. Línea Base de Ruido Ambiental del Complejo Petroquímico Morón.	96
Figura 4.3. Principio de funcionamiento de un colector ciclónico en base a las fuerzas de inercia.....	104
Figura 4.4. Diagrama de eficiencia típico de un colector ciclónico.....	105
Figura 4.5. Intervalo de limpieza de filtros de mangas por inyección inversa....	107
Figura 4.6. Solubilidad de amoníaco en agua a diferentes temperaturas.....	112
Figura 4.7. Instrumento de evaluación de gestión y control de aguas.....	123
Figura 4.8. Instrumento de evaluación de aguas residuales.....	124
Figura 4.9. Instrumento de evaluación de emisiones atmosféricas.....	125
Figura 4.10. Instrumento de evaluación de desechos.....	126
Figura 4.11. Instrumento de evaluación de ruido ambiental.....	127
Figura 4.12. Estructura general de la codificación de los documentos que conforman el Proceso.....	129

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Pág.
Tabla 2.1. Condiciones de operación de las calderas.....	41
Tabla 2.2. Análisis realizado a la roca fosfática en la sección de recepción.....	53
Tabla 2.3. Control de las variables de proceso realizado en la sección de molienda.....	54
Tabla 2.4. Control de las variables de proceso realizado en la sección de reacción.....	55
Tabla 2.5. Control de las variables de proceso realizado en la sección de filtración.....	56
Tabla 2.6. Control de las variables de proceso realizado en la sección de evaporación.....	56
Tabla 3.1. Modelo de la matriz de selección.....	74
Tabla 4.1. Emisiones atmosféricas evaluadas en la planta de servicios industriales del Complejo Petroquímico Morón.....	80
Tabla 4.2. Emisiones atmosféricas evaluadas en la planta de amoníaco del Complejo Petroquímico Morón.....	80
Tabla 4.3. Emisiones atmosféricas evaluadas en la planta de sulfato de amonio del Complejo Petroquímico Morón.....	81
Tabla 4.4. Emisiones atmosféricas evaluadas en la planta de urea del Complejo Petroquímico Morón.....	81
Tabla 4.5. Emisiones atmosféricas evaluadas en la planta de N.P.K. del Complejo Petroquímico Morón.....	81
Tabla 4.6. Emisiones atmosféricas evaluadas en la planta de ácido fosfórico del Complejo Petroquímico Morón.....	82
Tabla 4.7. Emisiones atmosféricas evaluadas en la planta de ácido sulfúrico del Complejo Petroquímico Morón.....	82



Tabla 4.8. Caracterización físico-química del canal 1, según Decreto N° 883....	85
Tabla 4.9. Caracterización físico-química del canal 2-3, según Decreto N° 883..	86
Tabla 4.10. Caracterización físico-química del canal 4, según Decreto N° 883...	87
Tabla 4.11. Caracterización físico-química de la PTAS, según Decreto N° 883..	88
Tabla 4.12. Catalizadores gastados ubicados en área I-180A.....	90
Tabla 4.13. Catalizadores ubicados en el área de la antigua planta de cloro soda.....	90
Tabla 4.14. Catalizadores gastados ubicados en las instalaciones 215/218.....	90
Tabla 4.15. Catalizadores almacenados inadecuadamente en la instalación 180A.....	91
Tabla. 4.16. Catalizadores gastados de la unidad de reformación de la I-180A almacenados inadecuadamente (tubos de arpas).....	91
Tabla 4.17. Estatus de acuerdo al Decreto N° 2217.	94
Tabla 4.18. Datos de la línea base de ruido del Complejo Petroquímico Morón.....	95
Tabla 4.19. Matriz de selección de la(s) variable(s) según el impacto ambiental generado.....	98
Tabla. 4.20. Puntos de descargas de efluentes por instalación.	109

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1. Descripción del problema.....	3
1.2. Formulación del problema.....	10
1.2.1. Situación actual.....	11
1.2.2. Situación deseada.....	11
1.3. Objetivos.....	12
1.3.1. Objetivo general.....	12
1.3.2. Objetivos específicos.....	12
1.4. Justificación.....	12
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	15
2.1. Antecedentes.....	15
2.2. Bases teóricas.....	18
2.2.1. Legislación ambiental en Venezuela.....	18
2.2.2. Definiciones y términos.....	22
2.3. Descripción de procesos del Complejo Petroquímico Morón.....	26
• Instalación de producción de amoníaco (I- 180-A).....	26
• Instalación de producción de urea (I- 301-A).....	30
• Instalaciones de servicios industriales.....	32
• Instalación de producción de ácido sulfúrico (I-215/218).....	47
• Instalaciones de fosfato diamonico (D.A.P) y fertilizante N.P.K (I-360/356A).....	49
• Instalación de sulfato de amonio (I-330).	52
• Instalación de producción de ácido fosforico (I-370A).....	53
2.2.5. Comportamiento de calderas de gas natural.....	57
2.2.4. Normas ISO.....	66

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO.....	70
3.1. Tipo de investigación.....	70
3.2. Diseño de la investigación.....	70
3.3. Metodología.....	71
3.1.1. Diagnostico de la situación ambiental actual del Complejo Petroquímico de Morón.....	71
3.3.2. Identificación de la relación existente entre las variables de operación y las variables ambientales relacionadas con la elaboración del instrumento.....	72
3.3.3. Elaboración del instrumento de autoevaluación ambiental, considerando aspectos técnicos y legales.....	76
3.3.4. Aplicación del instrumento de autoevaluación ambiental.....	77
3.3.5. Análisis de resultados de la aplicación del instrumento de autoevaluación ambiental.....	77
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	78
4.1. Diagnostico de la situación ambiental actual del Complejo Petroquímico de Morón.....	78
4.2. Identificación de la relación existente entre las variables de operación y las variables ambientales relacionadas con la elaboración del instrumento	96
4.3. Elaboración del instrumento de autoevaluación ambiental, considerando aspectos técnicos y legales.....	118
4.4. Aplicación del instrumento de autoevaluación ambiental.....	137
4.5. Análisis de los resultados obtenidos de la aplicación del instrumento de autoevaluación ambiental.....	139
CONCLUSIONES.....	141
RECOMENDACIONES.....	142
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	144
Apéndice A. Evaluación Ambiental de la instalación 370A.....	147
Apéndice B. Caracterizaciones Atmosféricas de la instalación 370A.....	157
Apéndice C. Caracterización de Efluentes de los Canales de descarga de fosfatado.....	161



Apéndice D. Formularios de la Gerencia de Seguridad, Higiene y Ambiente (SHA).....	162
---	------------

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En esta sección se plantea el problema a evaluar orientándolo desde su situación actual y fraguándolo hasta la situación deseada, además se programan los objetivos que se llevarán a cabo tanto de forma general como específica. Por último se justifica y se establecen las limitaciones y alcances de esta investigación.

1.1. Descripción del problema.

La protección del ambiente es, sin duda, uno de los retos más importantes de nuestros tiempos. Las posibilidades económicas y sociales de las generaciones futuras dependen del esfuerzo que se realice para preservar los recursos naturales, sin dejar de satisfacer la demanda de productos y servicios que se requieren para el bienestar social y económico.

En los años 60 y 70, muchas naciones comenzaron a crear medidas para el ordenamiento y control ambiental. En los Estados Unidos las primeras regulaciones y leyes que establecieron programas de estructura ambiental fueron, el decreto sobre disposición de residuos sólidos (1965), el decreto de aire limpio (1970), el decreto de conservación y recuperación de recursos (1976), y el decreto de sustancias tóxicas (1978). Organizaciones como la Agencia de Protección Ambiental (EPA), son creadas en Estados Unidos como relación a la creciente conciencia ambiental, (Foster Wheeler, 1997).

En Latinoamérica la preocupación por el creciente deterioro del ambiente no es nueva y, prueba de esto, es el decreto que el Libertador Simón Bolívar, en el año 1825 en Chuquisaca (Bolivia) formuló para la conservación de los recursos naturales

renovables, (Almeida, 1987), sin embargo, para las naciones suramericanas, el desarrollo de las regulaciones ambientales se inician a mediados de los años 70. En Venezuela la acción del Estado sobre la conservación, defensa y mejoramiento del ambiente recibió un impulso fundamental con la promulgación de la Ley Orgánica de la Administración Central, (1976), la cual crea el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR), hoy Ministerio del Poder Popular del Ambiente, (MPPA).

La Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, aprobada en referéndum popular el 15 de diciembre de 1999, en su Preámbulo reza:

“El pueblo de Venezuela, en ejercicio de sus poderes creadores e invocando la protección de Dios, el ejemplo histórico de nuestro Libertador Simón Bolívar y el heroísmo y sacrificio de nuestros antepasados aborígenes y de los precursores y forjadores de una patria libre y soberana; con el fin supremo de refundar la República para establecer una sociedad democrática, participativa y protagónica, multiétnica y pluricultural en un Estado de justicia, federal y descentralizado, que consolide los valores de la libertad, la independencia, la paz, la solidaridad, el bien común, la integridad territorial, la convivencia y el imperio de la ley para esta y las futuras generaciones; asegure el derecho a la vida, al trabajo, a la cultura, a la educación, a la justicia social y la igualdad sin discriminación ni subordinación alguna;(…)” .

Derecho que tiene como condición sine qua non, la protección del medio ambiente.

La República Bolivariana de Venezuela, en base a lo estipulado en la constitución en el Capítulo IX De los Derechos Ambientales; según lo descrito en sus artículos 127, 128 y 129 da paso a la creación de La Ley Orgánica del Ambiente de la cual se derivan las leyes ordinarias, decretos, normas y resoluciones encargados de

vigilar todas las actividades susceptibles a generar daños a los ecosistemas, por ejemplo:

La Ley Orgánica del Ambiente (LOA), la cual tiene por objeto establecer las disposiciones y desarrollar los principios rectores para la gestión del ambiente en el marco del desarrollo sustentable como derecho y deber fundamental del Estado y de la sociedad, para contribuir a la seguridad del Estado y al logro del máximo bienestar de la población y del sostenimiento del planeta en interés de la humanidad. De igual forma establece las normas que desarrollan las garantías y derechos constitucionales a un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado.

La Tierra existió millones de años sin el ser humano, y de seguro podrá existir millones mas sin él; pero el ser humano no existiría ni un segundo sin ella. Hay quienes hoy en día dicen que los derechos de La Madre Tierra están por encima de los derechos Humanos.

“Sólo cuando hayas cortado el último árbol, sólo cuando hayas contaminado el último río, sólo cuando hayas pescado el último pez, sabrás que el dinero no se puede comer”

O. Maiso.

La mayoría de los materiales que se utilizan en la fabricación de químicos y petroquímicos son inflamables y explosivos. Si bien muchos de los químicos y petroquímicos son tóxicos, algunos también son carcinogénicos. Los riesgos potenciales de explosión son más severos, comparados, por ejemplo, con la industria de refinación, porque los compuestos son muy reactivos y las presiones que ocurren durante su manufactura y manejo son altas.

Los materiales muy tóxicos que causan lesiones inmediatas, como fosgeno o cloro, serían clasificados como un peligro para la seguridad. Otros causan efectos a largo plazo, a veces con concentraciones muy bajas. En los estudios realizados sobre la producción de químicos y su impacto ambiental, se encontró que las consideraciones

de toxicidad, peligro y operabilidad juegan un papel importante. Los posibles desechos y emisiones dependen de los tipos de compuestos que se fabriquen y la gran variedad de procesos y químicos que se emplean en su manufactura.

Puede ser muy severo el impacto ambiental negativo, de la producción de químicos. Se emplean grandes cantidades de agua en la industria química para el proceso, enfriamiento y lavado. A menudo, durante la producción de químicos, se contamina el agua con estos o los subproductos. Los contaminantes que pueden representar un peligro si se descargan a los ríos y acuíferos subterráneos, incluyen los materiales tóxicos, compuestos carcinogénicos, sólidos suspendidos y sustancias que manifiestan una alta demanda de oxígeno bioquímico y químico.

Los recursos hídricos freáticos y superficiales pueden ser afectados, negativamente, por el agua lluvia proveniente de los patios de tanques, áreas de descarga y procesamiento de los productos, tuberías, purgación del agua de enfriamiento, agua de lavado y limpieza, y derrames casuales de materias primas y productos terminados. Normalmente, para evitar estos impactos negativos, es necesario implementar medidas para controlar el escurrimiento, incluyendo el uso de recipientes de detención del agua lluvia, la misma que recibe tratamiento antes de descargarla.

Dependiendo del proceso que se utilice, los contaminantes atmosféricos incluyen partículas y un gran número de compuestos gaseosos, como óxidos de azufre, óxidos de carbono y de nitrógeno procedentes de las calderas y hornos del proceso, amoníaco, compuestos de nitrógeno y clorinados. Estas emisiones provienen de varias fuentes, incluyendo el equipo del proceso, instalaciones de almacenamiento, bombas, válvulas, desfuegos y los retenedores que tienen fugas.

Se controlan las emisiones atmosféricas mediante el uso de procesos de transferencia de masa como la adsorción, lavado de gases, y otros procesos de absorción, pero muchas veces los volúmenes de emisiones sobrepasan los parámetros de diseños de los equipos encargados de controlarlas, sea por aumento descontrolado de la producción o por el envejecimiento de las plantas, que puede ser debido a varios factores, entre los cuales podemos mencionar el mantenimiento por citar algunos.

Los desechos sólidos de la industria química, pueden incluir restos de materia prima, polímeros residuales, lodos provenientes de la caldera, limpieza de los tanques o equipos de control de la contaminación, y ceniza producida durante la operación de las calderas a carbón. Los desechos pueden estar contaminados con las sustancias químicas de los procesos. La eliminación de los catalizadores gastados puede generar un problema ambiental en las industrias petroquímicas.

La industria Petroquímica de Venezuela Sociedad Anónima, (PEQUIVEN S.A.), constituye el sector petroquímico más importante de Venezuela y uno de los primeros en el mundo, y está consciente que la producción, transporte, transformación y consumo de sus materias primas y productos existe el riesgo de producir daños al ambiente, sino se cuenta con una gestión eficiente y con el uso de tecnologías y procedimientos de prevención y control adecuados para la protección y cuidado del medio ambiente. De hecho, no resulta fácil, para la industria petroquímica, eliminar completamente las fuentes contaminantes como son: emisiones atmosféricas, efluentes líquidos y desechos industriales.

Pequiven, Petroquímica de Venezuela, S.A. es la Corporación del Estado venezolano encargada de producir y comercializar productos petroquímicos fundamentales con prioridad hacia el mercado nacional y con capacidad de exportación.

Para el desarrollo de sus actividades Pequiven cuenta con:

Tres Complejos Petroquímicos: Morón, Ana María Campos y General José Antonio Anzoátegui, ubicados en los estados Carabobo, Zulia y Anzoátegui, respectivamente.

Una sede corporativa situada en Valencia, estado Carabobo.

Una mina de roca fosfática en el estado Falcón

Dos terminales marinos dentro de los complejos Ana María Campos y José Antonio Anzoátegui.

Un terminal marino dentro de la compañía anónima Productos de Alcoholes Hidratados (Pralca) empresa mixta de Pequiven, ubicada en la Costa Oriental del Lago, en el estado Zulia.

Un terminal en Borburata, estado Carabobo.

Tres unidades de comercialización: fertilizantes, productos industriales y olefinas y plásticos.

Veintidós (22) empresas mixtas

Nueve (9) empresas filiales

Una (1) consultoría ambiental

Una (1) empresa de Investigación y Desarrollo (Indesca).

Esta investigación se llevara a cabo en el Complejo Petroquímico Morón, (CPM), ubicado en las costas del estado Carabobo, en las cercanías de la población de Morón, este Complejo inició sus operaciones en 1956, con capacidad para producir 150 MTMA de fertilizantes nitrogenados y fosfatados, la cual fue expandida a 600 MTMA durante el período 1966-1969.

Desde esa fecha, el complejo ha ampliado su capacidad de producción hasta alcanzar el nivel actual superior a 1,97 MMTMA (tiene una capacidad actual de 1588 MTMA y para el año 2013 contará con una capacidad adicional de 2547 MTMA). Su producción es destinada básicamente a la manufactura de Urea, SAM (sulfato de amonio) y fertilizantes granulados NPK/NP.

Así mismo, el complejo Morón está provisto de instalaciones capaces de autoabastecer los servicios industriales que requieren sus operaciones. Su fuente principal de agua la constituye el embalse construido sobre el río Morón, del cual se obtiene el 100 % del agua requerida.

La situación ambiental del Complejo Petroquímico Morón en los últimos años ha venido en creciente deterioro, consecuencia de diversas fallas en las instalaciones industriales que lo conforman. Solo en el año 2008, los niveles de emisiones de monóxido de carbono (CO), en seis (06) de las siete (07) fuentes fijas (chimeneas) donde este contaminante fue evaluado, reportaron valores de concentración por encima de 300 mg/m^3 , límite permisible según decreto N° 638. Normas sobre la calidad del aire y control de la contaminación atmosférica, reportando un valor máximo de 2000 mg/m^3 .

En el año 2009, estudios realizados a las aguas residuales descargadas por el complejo a través de los distintos canales al mar Caribe, específicamente en el área costera denominada Golfo Triste, determinaron altas concentraciones de nitrógeno y fósforo cuyos máximos valores alcanzaron 499,6 ppm (canal 1) y 27,7 ppm (canal 4) respectivamente, muy por encima de los 40 ppm de nitrógeno total y 10 ppm de fósforo total permitidos por el decreto N° 883. Normas para la clasificación y control de la calidad de los cuerpos de aguas y vertidos o efluentes líquidos.

Por otra parte, el complejo cuenta con más de 1000 toneladas de materiales peligrosos almacenados inadecuadamente, principalmente catalizadores químicos utilizados en algunas etapas de los procesos de la producción de amoníaco y ácido sulfúrico y los cuales se generan producto de remplazo. Estos catalizadores son bioacumulable, es decir, no se disuelven ni se degradan permitiendo la acumulación de la sustancia en el organismo o ecosistema donde se desecha, por lo cual la mayoría de estas sustancias son tóxicas.

Es por ello, que de no hacer nada por mejorar y controlar la situación de estos aspectos ambientales, los mismos podrían interactuar de forma progresiva y sostenida con el ambiente causando un impacto ambiental negativo, poniendo en peligro la salud y la estabilidad ambiental de la zona. Las consecuencias que podrían desprenderse de esta situación van desde afecciones respiratorias en seres humanos producto del enrarecimiento del aire, crecimiento acelerado de algas en el área costera producto de nutrientes y bioestimulantes (nitrógeno y fósforo) que disminuyen la calidad de las

aguas de la zona al aumentar el material biológico y el cual necesitaría de mayor demanda de oxígeno para ser biodegradado; el ingreso de material bioacumulable a la cadena alimenticia humana producto de la pesca en zonas contaminadas con este tipo de material lo cual podría producir graves afecciones hepáticas y renales.

Desde el punto de vista legal la situación ambiental actual, fácilmente podría ser objeto de sanciones administrativas y penales que van desde multas a cierre parcial o definitivo según sea la gravedad del caso por el ente regulador, en este caso el Ministerio del Poder Popular para el Ambiente (MPPAmb)

El Complejo Petroquímico Morón dentro de su sistema organizacional cuenta con la Gerencia de Seguridad, Higiene y Ambiente (SHA), orientada a proteger a las personas, a las propiedades y preservar al medio ambiente de manera armónica con el desarrollo de hombre y la sociedad con la cual se integra

El área de investigación se encuentra adscrita a dicha gerencia, específicamente en la Superintendencia de Ambiente e Higiene Ocupacional (AHO), la cual tiene como responsabilidad concienciar al personal que labora en el CPM en cuanto a la preservación y cuidado del ambiente y todo lo referente a la higiene ocupacional, a través de asesorías, auditorías, charlas dentro de un marco legal a fin de prevenir riesgos ambientales, enfermedades ocupacionales y sus consecuencias.

1.2. Formulación del problema.

En la actualidad, el proceso de las diversas plantas del Complejo Petroquímico Morón, requieren de un control de gestión ambiental, que garantice la calidad de sus productos, cumpliendo con las necesidades y aspectos legales en materia ambiental. Para ello La Superintendencia de Ambiente e Higiene Ocupacional (AHO) requiere la elaboración e implementación de un instrumento global de control de gestión ambiental, para uso interno, que permita recaudar información en campo necesaria para realizar un análisis

objetivo de los aspectos ambientales y poder controlar su interacción con el medio ambiente.

1.2.1. Situación actual.

Las evaluaciones ambientales de las instalaciones industriales, no cuentan con un instrumento recolector de información que sirva de apoyo a la hora de generar un análisis crítico y exhaustivo de la situación ambiental de las mismas, así como las gestiones de control que deben de aplicarse sobre los procesos inmersos en cada instalación, que permitan buenas prácticas de trabajo minimizando el impacto ambiental de los procesos que la conforman, permitiendo así el cumplimiento de la legislación ambiental.

De continuar esta situación, se seguirá limitando la capacidad de análisis de las instalaciones, así como también se estaría limitando el cumplimiento de los aspectos legales en materia de ambiente y los objetivos de la superintendencia; de la misma forma se estaría contribuyendo al deterioro del medio ambiente como se ha venido explicando a lo largo de este capítulo.

1.2.2. Situación deseada.

La empresa dispone de la implementación de un instrumento de autoevaluación ambiental para las instalaciones industriales, que permita absorber las actuales y futuras exigencias de la Superintendencia de Ambiente e Higiene Ocupacional en materia ambiental, mediante la sistematización del proceso de evaluaciones ambientales, permitiendo así aumentar la capacidad de análisis y acción en cuanto a la

preservación y cuidado del medioambiente cumpliendo el aspecto legislativo vigente, mejorando su sistema de gestión ambiental sin interferir con la producción.

1.3. Objetivos.

1.3.1. Objetivo general.

Implementar un instrumento de autoevaluación ambiental de las áreas operativas del Complejo Petroquímico Morón considerando aspectos técnicos y legal.

1.3.2. Objetivos específicos.

1. Diagnosticar la situación ambiental actual del Complejo Petroquímico Morón, a fin de conocer la problemática ambiental de la empresa.
2. Identificar la relación existente entre las variables de operación y las variables ambientales relacionadas con la elaboración del instrumento, con el propósito de intuir su impacto en el ambiente.
3. Elaborar un instrumento de autoevaluación ambiental considerando aspectos técnicos y legales, con el objeto de mejorar las evaluaciones ambientales de las instalaciones industriales.
4. Aplicar el instrumento de autoevaluación ambiental, con el propósito de detectar áreas críticas.
5. Analizar los resultados de la aplicación del instrumento de autoevaluación ambiental, con el objeto de solventar áreas críticas de importancia.

1.4. JUSTIFICACIÓN

La implementación de un instrumento de autoevaluaciones ambientales de las áreas operativas del Complejo Petroquímico de Morón, utilizado para el seguimiento y control

de gestión ambiental, se considera necesaria para el medio ambiente, ya que el mismo sirve como instrumento de planificación y manejo de variables que generan impacto ambiental; permitiendo la armonía de las actividades productivas entre sí y el medio ambiente, de manera que se logre la compatibilidad sin menoscabo de ninguna. En tal sentido, es importante señalar, que la implementación del instrumento, implica el máximo aprovechamiento del consumo de materias primas.

La empresa encargada de desarrollar actividades, propias al estudio de su impacto ambiental, se verá favorecida con la obtención de un instrumento de control y gestión ambiental, único en su estilo cuya versatilidad permite simplificar el proceso evaluativo, además de, aumentar la confiabilidad de los resultados aportados, tras su análisis, todo ello con la finalidad de promover a nivel de instalación un sistema de gestión ambiental eficiente y sincero con sus metas. En otro sentido, el aprovechamiento eficiente de recursos, tales como: electricidad, agua cruda, agua tratada de proceso, vapor, combustibles, materia prima, aire, entre otros. Además, de un beneficio inmediato ambiental, puesto que, la disminución de materia prima y del consumo de agua blanca, trae como ventaja una menor contaminación y por lo tanto un ahorro en el tratamiento final de los mismos.

Considerando que el instrumento diseñado, toma en consideración las estipulaciones establecidas por las Leyes Ambientales Venezolanas, y en algunos casos donde existan vacíos legales, algunas legislaciones internacionales, se puede afirmar, que este garantizara al Ministerio del Poder Popular para el Ambiente el cumplimiento cabal de dicha normativa.

Por otra parte, la realización de este tipo de Trabajo Especial de Grado, además de otorgarle prestigio a la Universidad de Carabobo, podría incentivar el interés del personal docente de esta casa de estudios para la creación de nuevos métodos de enseñanza, mediante los cuales, el estudiantado participe activamente y tome conciencia de la importancia del manejo adecuado de las políticas ambientales, garantizando así la integridad de su formación ética y profesional.

Finalmente, la realización de este Trabajo Especial de Grado, permitirá a su autor cumplir con el último requisito académico exigido para la obtención del título de Ingeniero Químico, además de que el mismo adquirirá profundos conocimientos sobre diversas áreas de interés actual, como lo son: las leyes y políticas ambientales, normas ISO-9000 e ISO-14000 y destrezas para la evaluación ambiental de instalaciones industriales.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

En esta sección se exponen los fundamentos teóricos relacionados con el tema, que sirvieron de base para el estudio realizado.

2.1. Antecedentes.

A continuación se presenta en orden cronológico una serie de investigaciones nacionales e internacionales entre trabajos de pregrado, ascenso, maestrías y artículos científicos, las cuales sirvieron de apoyo teórico y metodológico del estudio efectuado.

Da Silva (1993) presentó en las IX Jornadas Latinoamericanas de Seguridad e Higiene en el Trabajo, un método sistemático de cómo realizar Auditoría del Medio Ambiente. Este trabajo está basado en la experiencia adquirida durante la implantación del Programa de Auditorías de Seguridad, Salud y Medio Ambiente en la compañía White Martins, en 1985, el cual se ha traducido en un gran avance cualitativo dentro de las tres áreas mencionadas; el mismo identifica los aspectos funcionales y áreas que deben ser consideradas para la implantación de un programa de auditorías.

Esta investigación permite establecer los aspectos ambientales y pautas metodológicas necesarias para la implantación de procedimientos de auditorías medio ambientales.

Cortiñas (1994), publica en la revista española Ingeniería Química de ese año, un artículo de nombre “aspectos prácticos de una auditoría medioambiental”. El propósito de este artículo es ilustrar el trabajo relacionado con la recogida de información por los miembros del equipo auditor y poder dar respuesta a la pregunta

¿qué auditar?, cuestión clave para entender el sistema de gestión de la empresa auditada, evaluar las áreas donde se debe mejorar y proponer las conclusiones y resultados de la auditoría.

Todo lo expuesto pretende servir para mostrar de una manera metódica la mayor parte de los aspectos que abarca una auditoría de esta naturaleza. Es decir, el panorama a la que el equipo auditor deberá enfrentarse.

CEPIS (1991), en el área de manejo de desechos peligrosos, bajo el auspicio de la EPA (Environment Protection Agency), realizó un estudio sobre la metodología de evaluación de residuos. El objetivo principal fue presentar las metodologías para realizar las evaluaciones de residuos, seleccionar opciones para la prevención de la contaminación, efectuar análisis de factibilidad, escribir informes de evaluación de residuos, todo esto con el fin de poder caracterizar los contaminantes y así controlarlos.

Este trabajo de investigación aporta, ideas de cómo puede aumentar la capacidad de análisis del instrumento de evaluación ambiental en la gestión y control de residuos peligrosos.

Mujica F. (2002), implantó un sistema de gestión ambiental bajo la normativa ISO-14000 en el laboratorio de ingeniería química de la Universidad de Carabobo, para dar cumplimiento a la legislación ambiental del país y mejorar el desempeño ambiental de la organización, esta investigación contempla el programa de gestión para identificar y minimizar los impactos ocasionados por emisiones gaseosas, vertidos líquidos y desechos generados por las operaciones que realiza el laboratorio, sobre el medio ambiente exterior. Los resultados inmediatos en poner en práctica los programas es una reducción de aguas y energía.

El aporte de este trabajo de investigación, es conocer acerca de los planes de gestión en base a la normativa ISO-14000 y sus ventajas.

Elliott (2003), realizó un trabajo sobre procedimientos y criterios que permiten visualizar con más profundidad la puesta en marcha de una auditoría al SGA (Sistema de Gestión Ambiental) en la ciudad de México, esta investigación tiene como objetivo principal realizar el seguimiento a los SGA en base a auditorías. Los resultados más destacados de esta investigación son los pasos para realizar una auditoría.

El aporte de este trabajo de investigación aporta, ideas de cómo presentar los resultados de una auditoría ambiental.

Chávez (2004), realizó un trabajo acerca de cómo realizar auditorías ambientales en la Universidad Nacional de México, para dar cumplimiento a la legislación ambiental del país y mejorar el desempeño de las industrias, esta investigación contempla el procedimiento para realizar el auditorías ambientales. Los aportes directos de esta investigación es un manual para realización de auditorías internas.

El aporte de este trabajo de investigación aporta, ideas de cómo presentar los resultados de una auditoría ambiental.

Moreno (2004), desarrolló un plan de gestión ambiental para el tratamiento de desechos generados para una industria de los alimentos, esta investigación tuvo como conclusión principal describir los aspectos legislativos necesarios para poder poner en práctica un sistema de gestión y así dar cumplimiento a la Ley.

Esta investigación genera aportes sobre el enfoque en materia legislativa, que deben poseer los sistemas de gestión ambiental.

Serrano (2005), presentó el análisis teórico del proceso de combustión que ocurre en quemadores de gas natural. El comportamiento del calor disponible, la eficiencia de combustión y las emisiones de contaminantes, es evaluado en función del exceso de aire y la temperatura de los gases de combustión. Se calcula el valor de la temperatura máxima de productos y su relación con el exceso y precalentamiento del

aire. Se establecen consideraciones energéticas y ambientales para el perfeccionamiento de la operación de quemadores industriales.

Esta investigación permite analizar el comportamiento de los equipos generadores de vapor del Complejo Petroquímico Morón y su incidencia en los niveles de emisiones de gases de combustión.

Palacios (2007) caracterizó la línea base de ruido ambiental del Complejo Petroquímico Morón, dicho estudio dejó por sentado las estaciones o puntos de muestreo de la línea base de estudio de ruido ambiental, facilitando el seguimiento del impacto sónico que generaran las nuevas instalaciones y así poder mitigar el mismo.

Esta investigación permite diagnosticar la situación del ruido ambiental del Complejo, así como ofrece idea de la metodología que debe llevarse a cabo para caracterizar y cuantificar el ruido generado por las instalaciones industriales.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Legislación ambiental en Venezuela.

En los últimos años, los gobiernos preocupados por la degradación del ambiente, producto de la creciente industrialización necesaria para mejorar el nivel de vida del hombre, ha promulgado una serie de leyes y decretos con la finalidad de establecer las normas que deben adoptar las personas jurídicas o naturales, pública o privada, para el control del impacto ocasionado por sus actividades, productos y procesos sobre el entorno natural.

Entre las regulaciones que conforman la Legislación Ambiental de Venezuela se encuentran La Ley Orgánica del Ambiente, Ley penal del ambiente, Ley sobre

Sustancias, Materiales y Desechos Peligrosos, Ley de Residuos y Desechos Sólidos, Ley de Aguas, y el cuerpo de Decretos y Normas que de ellas se derivan.

A continuación se presenta una breve descripción de cada una de ellas:

- **Ley Orgánica del Ambiente (LOA). Gaceta Oficial Extraordinaria Nº 5.833.**

Esta ley, promulgada en 1976 y derogada por la actual ley de fecha 22 de diciembre del 2006, contiene la declaración conversión, defensa y mejoramiento del medio ambiente como actos de seguridad pública ubicándola en rango superior en el marco de la estrategia de desarrollo integral de la nación.

En dicha ley se define al ambiente como un bien jurídico que debe ser resguardado por el Estado Venezolano, para así lograr un desarrollo verdadero, evitando reproducir las causas que generan su degradación, contaminación y destrucción (Moreno 2004).

La Ley Orgánica del Ambiente comprende los siguientes aspectos:

El aprovechamiento racional del suelo, agua, flora, fauna, fuentes energéticas y demás recursos naturales, continentales y marinas en función de la preservación de los valores del ambiente (Moreno, 2004).

La prohibición y corrección de actividades degradantes del ambiente, incluyéndose entre estas:

- Las que directa o indirectamente contaminen o deterioren el aire, el agua, los fondos marinos, el suelo o el subsuelo.
- Aquellas actividades que incidan desfavorablemente sobre la flora o la fauna, las alteraciones nocivas del flujo de aguas, la sedimentación de los cursos y depósitos de aguas.
- Las que generan ruidos molestos o nocivos.

- **Ley Penal del Ambiente. Gaceta Oficial Extraordinaria N° 4.358.**

La Ley Penal del Ambiente tiene como objetivo tipificar como delito las acciones que violen las disposiciones relativas a la conversión, defensa y mejoramiento del ambiente, así como establecer las sanciones penales correspondientes. Esta ley propone castigar con las reglas que cuenta el ordenamiento jurídico, los ataques o puesta en peligro de un bien fundamental para la propia subsistencia de la vida humana, sin obviar las posibilidades mismas del desarrollo económico social armónico del país, para la defensa y mejoramiento del ambiente. La Ley pretende señalar un camino conservacionista para contener las agresiones al ambiente (Moreno, 2004)

- **Ley 55 “Manejo de sustancias, materiales y desechos peligrosos”. Gaceta Oficial Extraordinaria N° 5.554.**

La Ley 55 es aprobada en septiembre del 2001. Tiene como objetivo regular la generación, uso, recolección, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de las sustancias, materiales y desechos peligrosos, así como cualquier otra operación que los involucre con el fin de proteger la salud y el ambiente.

- **Ley de residuos y desechos sólidos. Gaceta Oficial N° 38.068.**

La ley es aprobada en octubre del 2004. Tiene como objetivo regular la generación, uso, recolección, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos y desechos sólidos, así como cualquier otra operación que los involucre con el fin de proteger la salud y el ambiente.

- **Ley de aguas. Gaceta Oficial N° 38.595.**

La ley de Aguas es promulgada en enero del 2007, derogando el decreto N° 2331 de 1992. Esta ley tiene como objeto establecer las disposiciones que rigen la gestión integral de las aguas como elemento indispensable para la vida y bienestar humano y el

desarrollo sustentable del país y es de estratégico interés del Estado. Esta ley se alcanza un nivel de importancia muy especial, debido a la necesidad de proteger y asegurar la calidad de las aguas para así garantizar la subsistencia del ser humano de hoy y de sus nuevas generaciones.

- **Cuerpo de normas técnicas del ambiente.**

El Cuerpo de Normas Técnicas del Ambiente esta constituido por un conjunto de decretos creados con la finalidad de proteger los recursos naturales y preservar el medio ambiente que sirve de escenario para nuestra vida.

Entre estos decretos destacan:

Decreto N° 638. Normas sobre calidad de aire y control de contaminación atmosférica. Gaceta Oficial Extraordinaria N° 4.418.

Este Decreto tiene por objeto establecer las normas para el mejoramiento de la calidad del aire y la prevención y control de la contaminación atmosférica producida por fuentes fijas y móviles capaces de generar emisiones gaseosas y partículas.

Decreto N° 883. Normas para la clasificación y control de la calidad de los cuerpos de agua y vertidos o efluentes líquidos. Gaceta Oficial Extraordinaria N° 4.438.

Este decreto tiene por objetivo la protección de las cuencas hidrográficas, clasificación y control de la calidad de los cuerpos de agua, además del control de los vertidos o efluentes líquidos susceptibles de degradar el medio ambiente acuático y alterar los niveles de calidad exigibles para preservar y mejorar el ambiente.

Decreto N° 2.216. Normas para el manejo de los desechos sólidos de origen doméstico, comercial, industrial, o de cualquier otra naturaleza que no sean peligrosos. Gaceta Oficial Extraordinaria N° 4.418.

El presente Decreto tiene por objeto regular las operaciones de manejo de los desechos sólidos de origen doméstico, comercial, industrial, o de cualquier otra naturaleza no peligrosa, con el fin de evitar riesgos a la salud y al ambiente.

Decreto N° 2.635. Normas para el control de la recuperación de materiales peligrosos y manejo de los desechos peligrosos. Gaceta oficial Extraordinaria N° 5.245.

Este decreto tiene como objetivo establecer mecanismos que orienten la gestión de los generadores de desechos peligrosos hacia la reducción de la generación, el fomento del reciclaje, reuso y aprovechamiento bajo la forma de materiales peligrosos recuperables y el tratamiento y disposición final, cumpliendo con las medidas de seguridad, para que no constituyan una amenaza a la salud ni al ambiente.

Decreto N° 2.217. Normas sobre el control de la contaminación generada por el ruido. Gaceta Oficial Extraordinaria N° 4.418.

El presente Decreto, tiene por objeto establecer las normas para el control de la contaminación producida por fuentes fijas o móviles generadoras de ruido.

2.2.2. Definiciones y términos.

Análisis de riesgo: Identificación y evaluación sistemática de la probabilidad de ocurrencia de una situación adversa a la salud o al ambiente, como consecuencia de la exposición a un agente (material o desecho peligroso) (Cortiñas, 1994).

Aspecto ambiental: Son todos aquellos elementos de las actividades, productos y servicios de una organización que puedan interactuar con el ambiente (Chávez, 2004)

Auditoría ambiental: Consisten en la revisión exhaustiva de las instalaciones, procesos, almacenamiento, transporte, seguridad y riesgo, entre otros aspectos, que permitan definir planes de acción que definan con plazos determinados las obras, reparaciones, correcciones, adquisiciones y acciones necesarias emanadas del dictamen de la auditoria, estén o no normadas, para finalmente ser firmadas entre la autoridad y el empresario y garantizar su cumplimiento mediante fianza (Chávez, 2004)

Autoevaluación ambiental: Consiste en la revisión por voluntad propia del cumplimiento de las políticas ambientales de la empresa, del sistema de gestión y el cumplimiento de sus metas y la legislación (Chávez, 2004).

Caracterización de emisiones: Procedimiento mediante el cual se captan muestras en chimeneas o ductos y se analizan para determinar las concentraciones de contaminantes descargados a la atmósfera (Decreto N° 638)

Contaminación: En el ámbito legal, es la violación de los rangos y límites permisibles dictados por las normas técnicas (Decreto N° 2.216)

Contaminante: Es cualquier sustancia o forma de energía que puede provocar algún daño o desequilibrio (irreversible o no) en un ecosistema, en el medio físico o en un ser vivo. Es siempre alteración negativa del estado natural del ambiente, y por tanto, se genera como consecuencia de la actividad humana (solo aplica para el caso que el contaminante provenga de actividades industriales). (Decreto N° 2.216).

Contaminantes del aire: Cualquier sustancia presente en el aire que, por su naturaleza, es capaz de modificar los constituyentes naturales de la atmósfera, pudiendo alterar sus propiedades físicas o químicas; y cuya concentración y período

de permanencia en la misma pueda originar efectos nocivos sobre la salud de las personas y el ambiente en general (Decreto N° 638).

Desecho: Material, sustancia, solución, mezcla u objeto para los cuales no se prevé un destino inmediato y deba ser eliminado o dispuesto en forma permanente (Decreto N° 2.216).

Desecho peligroso: Desecho en cualquier estado físico sólido, líquido o gaseoso que presenta características peligrosas o que está constituido por sustancias peligrosas y que no conserva propiedades físicas ni químicas útiles y por lo tanto no puede ser reusado, reciclado, regenerado u otro diferente (Decreto N° 2.635).

Disposición final de desechos peligrosos: Operación que permite mantener minimizadas las posibilidades de migración de los componentes de un desecho peligroso al ambiente en forma permanente, de conformidad con las normas establecidas (Decreto N° 2.635).

Eliminación de desechos peligrosos: Proceso de transformación de los desechos peligrosos previo a la disposición final, cuyo objetivo no sea el aprovechamiento de alguno de sus componentes, ni de su contenido energético, ni conduzca a la recuperación de los elementos resultantes (Decreto N° 2.635).

Fuente fija de contaminación atmosférica: Edificación o instalación existente en un sitio dado, temporal o permanentemente, donde se realizan operaciones que dan origen a la emisión de contaminantes del aire (Decreto N° 638).

Límite de emisión: Concentración máxima de emisión permisible de un contaminante, descargado a la atmósfera o en cuerpos de aguas, establecido para proteger la salud y el ambiente (Decreto N° 638).

Límite de calidad del aire: Concentración máxima de un contaminante en el aire ambiental, aceptable para proteger la salud y el ambiente (Decreto N° 638).

Manejo de desechos: Conjunto de operaciones dirigidas a darle a los desechos el destino más adecuado, de acuerdo con sus características, con la finalidad de prevenir daños a la salud y al ambiente. Comprende la recolección, almacenamiento, transporte, caracterización, tratamiento, disposición final y cualquier otra operación que los involucre (Decreto N° 2.216).

Material recuperable: Material que reviste características (peligrosas y no peligrosas), que después de servir a un propósito específico todavía conserva propiedades físicas y químicas útiles y por lo tanto puede ser reusado, reciclado, regenerado o aprovechado con el mismo propósito u otro diferente (Decreto N° 2.635).

Reciclaje de materiales: Empleo de materiales peligrosos y no peligrosos recuperables en el mismo ciclo de producción que le dio origen (Decreto N° 2.635).

Recuperación de materiales: Operaciones o procesos que comprenden la recolección, transporte, almacenamiento, tratamiento y transformación de materiales peligrosos y no peligrosos para reuso, reciclaje, regeneración o aprovechamiento (Decreto N° 2.635).

Regeneración de materiales: Proceso o purificación o reelaboración de materiales peligrosos y no peligrosos para restablecer las mismas características del material en su estado original (Decreto N° 2635).

Riesgo: Probabilidad de que ocurra un accidente con consecuencias adversas a la salud o al ambiente (Decreto N° 2.218).

Sistema de gestión ambiental: Es un sistema que identifica oportunidades de mejorías para la reducción de los impactos ambientales generados por las empresas (Normas ISO 14001, 2009).

Tratamiento o procesamiento: Es la modificación de las características físicas, químicas o biológicas de los desechos sólidos, con el objeto de reducir su nocividad, controlar su agresividad ambiental y facilitar su manejo (Decreto N° 2.635).

Relleno sanitario: Dispositivo destinado a la recepción y colocación adecuada, ordenada y como almacenamiento permanente en el suelo, de los desechos sólidos y semi-sólidos, que es proyectado, construido y operado mediante la aplicación de técnicas de ingeniería sanitaria y ambiental, con el objetivo de evitar riesgos a la salud y controlar los desequilibrios ambientales que puedan generarse (Decreto N° 2.635).

Polvo: Término general que designa las partículas sólidas finamente divididas, de dimensiones y procedencia diversa (Decreto N° 638).

Vertido líquido: Descarga de aguas residuales que se realice directa o indirectamente a los cauces mediante canales, desagües o drenajes de agua, descarga directa sobre el suelo o inyección en el subsuelo, descarga a redes cloacales, descarga al medio marino-costero y descargas submarinas (Decreto N° 883).

2.2.3. Descripción de procesos del Complejo Petroquímico Morón.

A continuación se presenta una descripción detallada de los procesos que se desarrollan en el complejo:

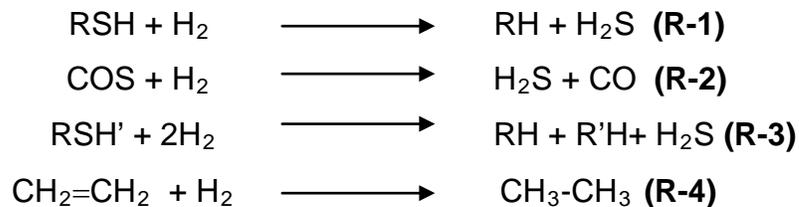
Instalación de producción de amoníaco (I- 180-A).

La instalación está constituida por varias etapas de producción:

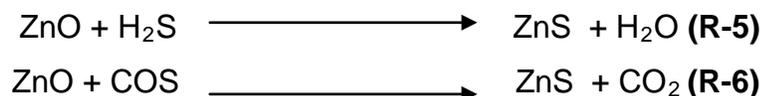
- Hidrodesulfuración
- Reformación
- Conversión de CO₂
- Remoción de CO₂
- Metanación
- Síntesis
- Refrigeración
- Almacenamiento

La etapa de hidrodesulfuración lleva a cabo el proceso de tratamiento preliminar del Gas Natural, eliminando de éste los componentes dañinos (compuestos de azufre) capaces de envenenar a los catalizadores en la etapa de Reformación, imprescindibles para obtener el producto deseado y con la calidad requerida. La Hidrodesulfuración se compone de la Hidrogenación y Desulfuración del Gas Natural.

Las reacciones de Hidrogenación que se llevan a cabo son (Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo petroquímico Morón, 2009):



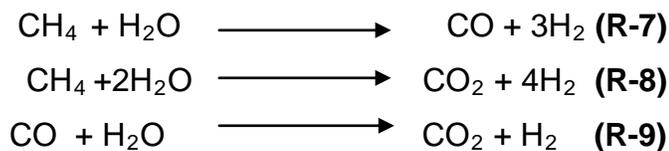
El sulfuro de hidrógeno producido en la etapa de hidrogenación es retenido en un lecho de óxido de zinc por una adsorción química. Las principales reacciones de desulfuración son (Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009):



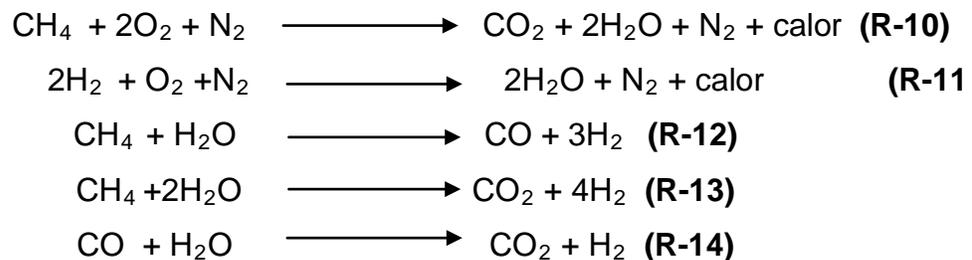


La reformación de gas natural produce hidrógeno para la síntesis de Amoníaco; definiendo así la utilidad de la misma. Se compone básicamente de Reformación Primaria (formación de H₂, CO y CO₂) y Reformación Secundaria (completar la conversión del metano a H₂, CO y CO₂; además se inyecta aire para aprovechar el nitrógeno de éste).

La etapa de reformación primaria emplea óxido de níquel soportado en alúmina como catalizador. Las reacciones que se llevan a cabo en esta etapa son (Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009):



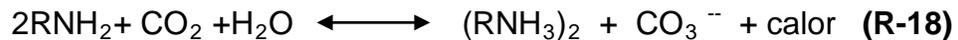
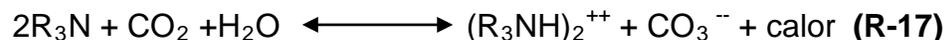
La etapa de reformación secundaria emplea catalizador de oxido de níquel soportado en alúmina. Las reacciones que se llevan a cabo en esta etapa son (Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009):



La sección de Conversión es la encargada de hacer reaccionar el monóxido de carbono con vapor de agua para formar dióxido de carbono, esto se lleva a cabo en dos etapas conversión de alta, donde se utiliza Fe/Cr soportado en alúmina como catalizador y conversión de baja en presencia de un catalizador con centros activos de Zn/Cu soportado en alúmina. Las reacciones que se llevan en estas dos etapas son (Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009):



Las secciones de Reformación y Conversión dejan una alta cantidad de dióxido de carbono en el gas (18-20%, composición molar); éste compuesto es nocivo para el catalizador de síntesis y por ello se emplean soluciones de aminas (TEA, trietanolamina y MEA, monoetanolamina) que permiten absorberlo y luego despojarlo, para enviarlo a la planta de Urea donde es utilizado como materia prima. Las reacciones de absorción química llevadas a cabo en la etapa de remoción con TEA y MEA son (Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009):



La sección de metanación es vital, ya que el gas reformado sale de la sección de Remoción de CO_2 con trazas de CO y CO_2 , lo que puede dificultar la operatividad del convertidor de síntesis de amoníaco, envenenando el catalizador. Las reacciones que se llevan a cabo en ésta sección son las siguientes (Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009):



Éstas ocurren en presencia de un catalizador con centros activos de óxido de níquel, soportado en alúmina.

La síntesis del amoníaco se lleva a cabo en presencia de un catalizador con centros activos de óxido de hierro, a través de una reacción exotérmica y con disminución de volumen o moles (favorecida por las bajas temperaturas y altas

presiones), por medio de la siguiente reacción (Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009):



El almacenamiento se realiza en dos tanques, SR-860 y SR-860A, con una capacidad de almacenamiento de 3.000 y 10.000 TM respectivamente. La temperatura del amoníaco líquido se mantiene alrededor de los $-28 - (-32)^\circ\text{C}$ y la presión de los vapores se controla en $0,035 \text{ kg/cm}^2$.

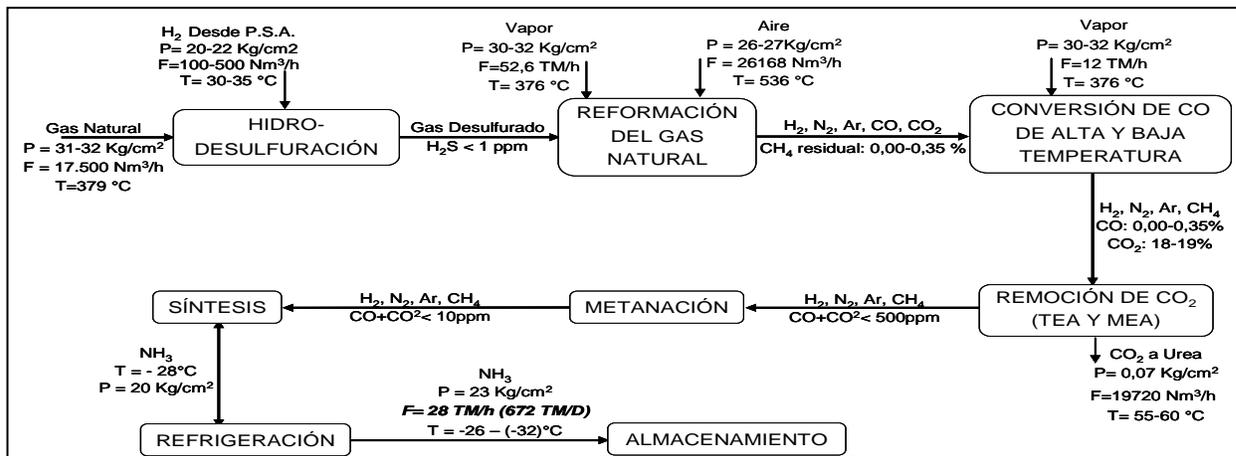


Figura 2.1. Diagrama de bloques de procesos de la instalación 180A (amoníaco)

Instalación de producción de urea (I- 301-A).

El procedimiento para la producción de la urea, se realiza siguiendo las ocho (8) operaciones fundamentales siguientes (Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009):

- Compresión del CO_2 y bombeo de amoníaco.
- Sección de Síntesis y Recuperación de Alta Presión (150 kg/cm^2).
- Sección de Purificación y Recuperación de Media Presión (18 kg/cm^2).
- Sección de Purificación y Recuperación de Baja Presión ($4,5 \text{ kg/cm}^2$).

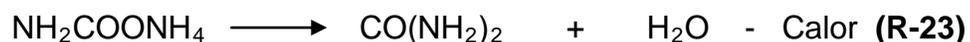
- Sección de Purificación y Recuperación de Vacío (0,8 kg/cm²).
- Sección de Evaporación al Vacío.
- Sección de Perlado.
- Sección de Tratamiento de Efluentes.

El dióxido de carbono húmedo es secado utilizando compresiones consecutivas, luego es bombeado conjuntamente con el amoníaco a la sección de síntesis, donde se lleva a cabo la reacción para formar la urea. El dióxido de carbono y el amoníaco reaccionan según la siguiente ecuación (Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009):



El producto de la reacción es la formación del carbamato de amonio. Como la reacción es exotérmica, es necesario que durante la misma la temperatura sea controlada; este control se produce dosificando adecuadamente la relación molar entre el amoníaco y el CO₂.

Para obtener la urea (CO(NH₂)₂) es necesario que el carbamato se deshidrate, es decir se descomponga según la siguiente reacción (Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009):



Al contrario de la primera reacción, ésta se realiza con absorción de calor y es del tipo endotérmica. El calor absorbido es tomado del calor de formación de la primera reacción (formación de carbamato). Una vez obtenido la urea es necesario purificar la solución debido a que la misma contiene trazas de dióxido de carbono y amoníaco que no reaccionan, este proceso se realiza por medio de despojadores, el amoníaco es recuperado y recirculado en el proceso nuevamente. (Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009):

En la sección de evaporación se concentra la solución urea, que sale de la sección de 0,8 ATA a 75%, hasta el 99,8% en peso para luego enviarla a la sección de perlado. La evaporación de bajo vacío evita trabajar a temperaturas demasiado elevadas, las cuales incrementarían el contenido de biureto en la urea al pasar por la sección de concentración. La sección de tratamiento de efluentes se encarga de separar el amoníaco del agua para poder ser descargados cumpliendo la legislación ambiental. (Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009):

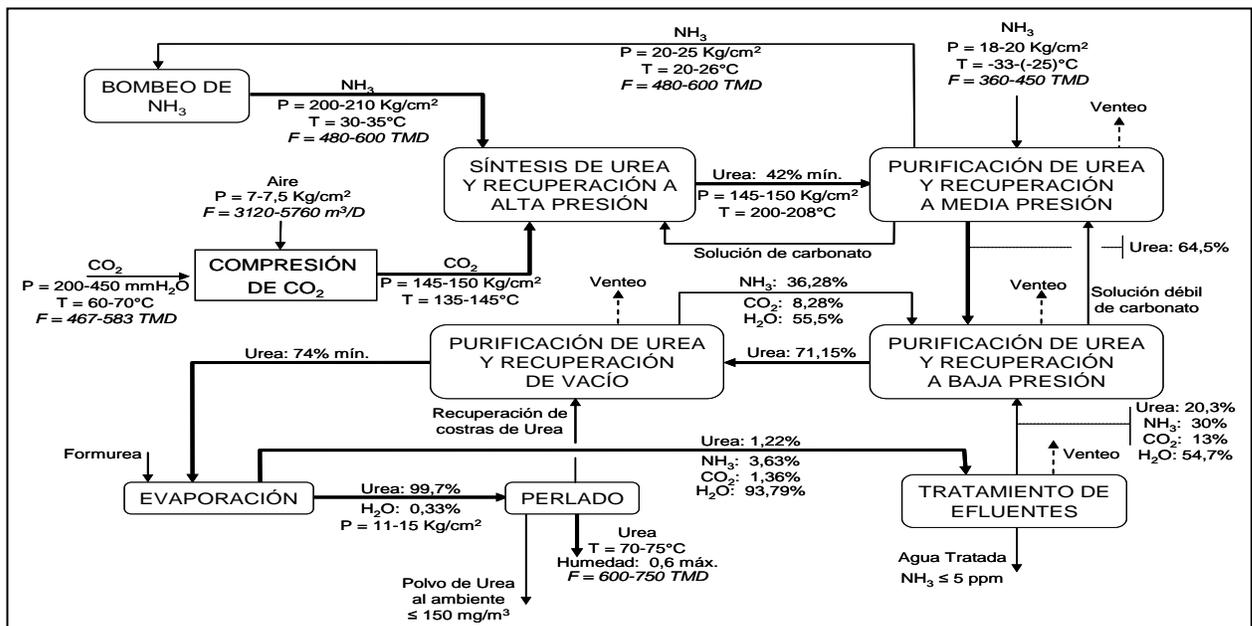


Figura 2.2. Diagrama de bloques de procesos de la instalación 301-A (urea)

Instalaciones de servicios industriales.

La sección de los Servicios Industriales en el Complejo Petroquímico Morón está compuesta por (Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009):

- Instalación del agua cruda (I-106).
- Instalación de tratamiento de aguas servidas.

- Instalación de Agua de Enfriamiento (I-105 C/D).
 - Instalación Agua Desmineralizada (I-103/103-A).
 - Generación de Vapor (I-122 -A).
 - Aire Comprimido (I-111 A/B).
 - Sub-estación de Gas Natural (SG-41).
 - Generación de Energía Eléctrica (TG-1/2).
 - Tratamiento de Efluentes (Fosa 107C).
-
- **Instalación de agua cruda (I-106).**

La instalación de tratamiento de agua cruda (I-106), trata toda el agua necesaria para el funcionamiento industrial y para otros usos, como: agua potable para CAVIM, Empresas Mixtas y la Urbanización La Playa.

El procedimiento de tratamiento del agua cruda se divide en cinco (5) secciones (Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009):

1° Sección:

- Llegada del agua cruda desde el Río Morón.
- Inyección de los aditivos químicos.

2° Sección: Sedimentación

3° Sección: Filtración

4° Sección: Cloración

5° Sección: Bombeo

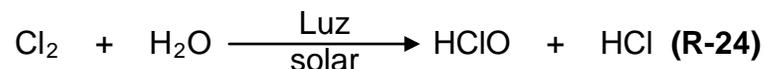
El agua cruda llega por gravedad desde el Río Morón. El agua cruda entra a uno de los tanques de mezcla rápida con cuatro (4) agitadores colocados en serie, en donde se le agrega sulfato de aluminio para propiciar la formación de flóculos sedimentables de las partículas en suspensión por acción de la gravedad en la sección de sedimentación (Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009):

El agua proveniente de la sección de sedimentación es filtrada por medio de grava de diferentes grados, arena y carbón activado. La filtración elimina la materia visible en suspensión.

La cloración o desinfección del agua representa la fase más importante en el tratamiento, porque implica la eliminación de microorganismos presentes en el agua. Esta operación se efectúa en dos etapas:

- PRIMERA ETAPA: Se conoce como pre-cloración. Se lleva a cabo inyectando solución cloro-gas antes del proceso de filtración (en el canal de los filtros).
- SEGUNDA ETAPA: Se conoce como post-cloración. Se lleva a cabo inyectando solución cloral después de la filtración (tanques subterráneos).

El cloro descompone el agua de acuerdo a la siguiente reacción:



El HClO producido es el responsable de las propiedades oxidantes y bactericidas de las soluciones de cloro. El agua tratada debe tener un residual de cloro entre (1,0 - 1,5 ppm) a la salida de la planta, de lo contrario se corre el riesgo de crecimiento microbacteriano.

El agua filtrada pasa por un canal al tanque subterráneo en donde las PC-1/2/3/4/5/6 bombean a los tanques de almacenamiento (SR-1/2/3/4), los cuales se encuentran en paralelo y envían el agua potable por gravedad. Los tanques SR-1/2/3/4 tienen una capacidad de 10.000 m³ cada uno y están ubicados en la parte sur del complejo.

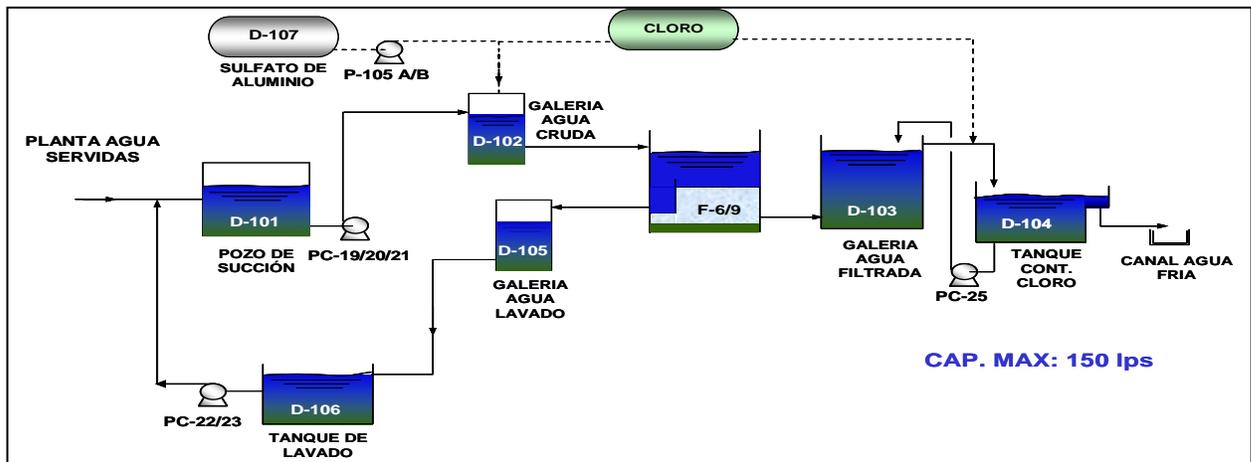


Figura 2.3. Diagrama de procesos de la instalación de agua cruda (I-106)

- **Instalación de tratamiento de aguas servidas.**

El objetivo principal de esta instalación de tratamiento es procesar 8,7 l/s de aguas servidas provenientes del Complejo Petroquímico Morón y de la Urbanización La Playa. Su principio de funcionamiento se basa en el tratamiento por lodos activados; se fundamenta en que las aguas negras se ponen en contacto con una población microbiana mixta, en forma de suspensión floculenta en sistema aireado y agitado (Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009).

El tratamiento se lleva a cabo de la siguiente manera: Las aguas servidas ingresan a la instalación, y a través de las bombas sumergibles se envían al desarenador, de aquí, el agua pasa al Reactor biológico, provisto de aereadores mecánicos. La aireación facilita la respiración de las bacterias, aumentando la capacidad de síntesis de manera biológica al alimentarse de la carga orgánica que las bacterias van degradando, lo que aumenta su población por medio de la reproducción (Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009).

Al aumentar el material biológico se produce una biomasa activada con capacidad de floculación. Una vez que se produce la biomasa, el efluente puede clarificarse en el sedimentador. El efluente clarificado rebosa por el canal perimetral

hacia la cloración, el lodo acumulado sale por gravedad hacia el sistema de bombeo de lodos con ayuda del barrelo; la recirculación de lodos permite aumentar la actividad biológica para producir la purificación deseada, en el tiempo disponible para la aireación. También, desde la estación de bombeo, se puede enviar el lodo excedente desechado a los lechos secos (Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009).

El fin básico de la cloración de las aguas negras es la desinfección; otros fines son la mejora en la operación de la planta y prevención de la descomposición de las aguas negras. La cámara de cloro tiene capacidad útil de retención del efluente, permitiendo la acción desinfectante del cloro, que se dosifica a través de la bomba de clorinación. El efluente final se desborda por un vertedero en “V”, instalado en la salida de la cámara de contacto, y de aquí se envía al mar (Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009).

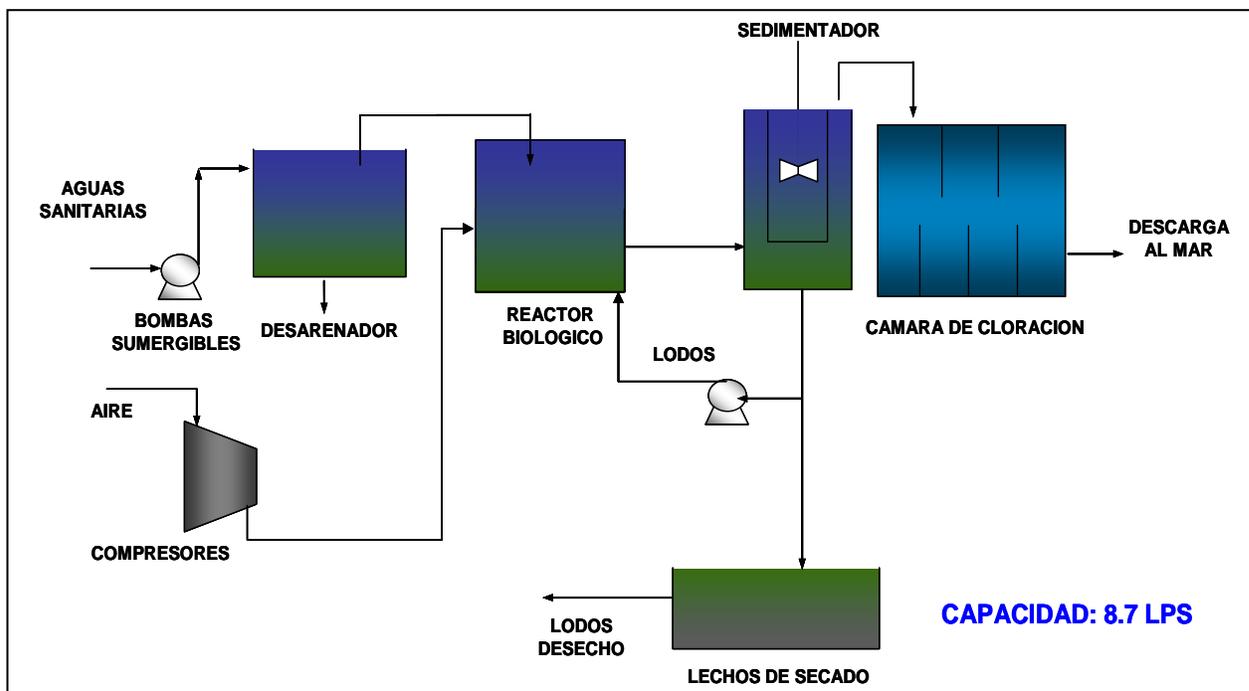


Figura 2.4. Diagrama de procesos de la instalación de tratamiento de aguas servidas (PTAS)

- **Instalaciones de agua de enfriamiento (I 105C/D).**

En las instalaciones industriales modernas, muchas operaciones de proceso necesitan de un sistema de enfriamiento muy eficaz, para remover el calor que se produce en las reacciones químicas y los procesos de condensación, enfriamiento de fluidos, etc. En éste caso, el elemento más adecuado y económico a utilizar es el agua, y en consecuencia se utilizan torres de enfriamiento. Estas recuperan el agua caliente, la enfrían y la acondicionan para re-utilizarla en el proceso (Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009).

- **Instalación de agua de enfriamiento para nitrogenados (I-105C).**

En la torre de enfriamiento, el agua caliente que proviene de las instalaciones de amoníaco (I-180A), urea (I-301A) y servicios industriales (I-111A/I-122A), es enfriada a través de un sistema de aspersion de gota por rociadores, en contra-corriente con el aire. Una pequeña porción del agua que circula se evapora y el resto sede calor, se enfría y cae en la fosa de agua fría; el agua perdida por evaporación y arrastre es compensada con agua potable de reposición (Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009).

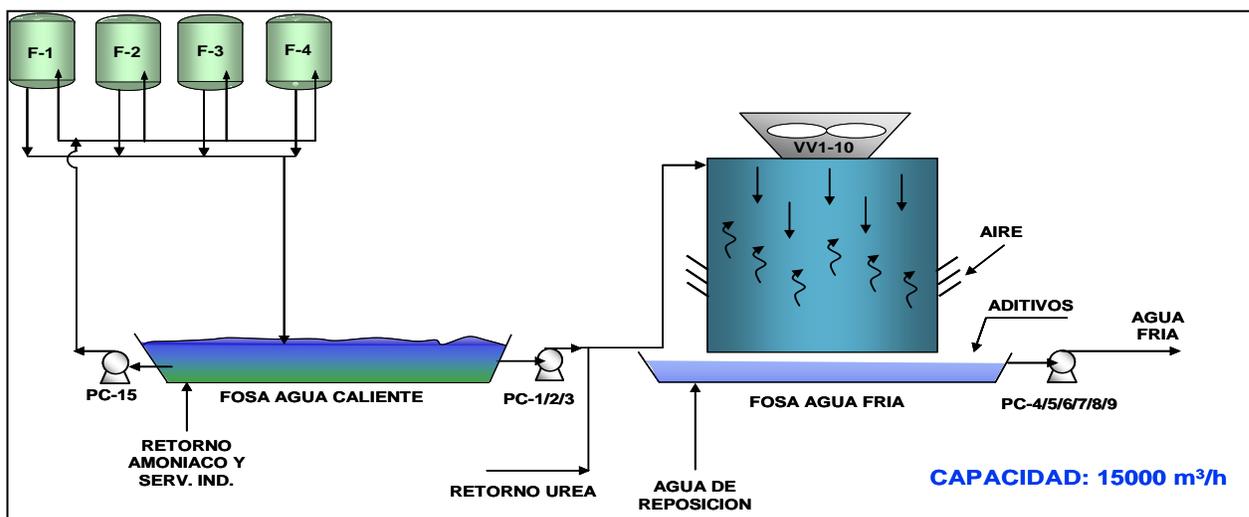


Figura 2.6. Diagrama de procesos de la instalación 105C

- **Instalación de agua de enfriamiento para fosfatados (I-105D).**

El principio básico de la instalación es el enfriamiento del agua caliente que retorna de las Plantas de Ácido Sulfúrico (I-215/218), Relicuefacción de Amoníaco (I-181), Sulfato de Amonio (I-330) y Aire Comprimido para Fosfatados (I-111B), por contacto directo en contracorriente con un tiro inducido del aire. El agua caliente llega a la torre a una presión entre 1-2 Kg/cm² y una temperatura entre 42-44 °C (Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009).

El sistema de filtración tiene como objeto retener ciertas impurezas del agua a través de tres (3) filtros; el material filtrante es la arena (Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009).

La torre está integrada por cuatro (4) celdas (Celdas 1/2/3/4) provistas cada una de un ventilador de tiro inducido (VV-2A/B/C/D); el agua se distribuye a través de boquillas rociadores, las cuales la atomizan y la dejan caer por gravedad en los empaques de la torre. El diferencial de la temperatura entre la entrada y salida del agua está alrededor de 10°C (Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009).

Desde la fosa de agua fría, las bombas PC-10A/B/C, dos (2) en servicio y una (1) en reserva, con una capacidad de 3.000 m³ cada una, descargan el agua a una presión de 3,0-5,0 Kg/cm² y una temperatura de ±32°C. El nivel en la fosa es controlado a través del LT-01, que comanda la válvula LCV-1 (Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009).

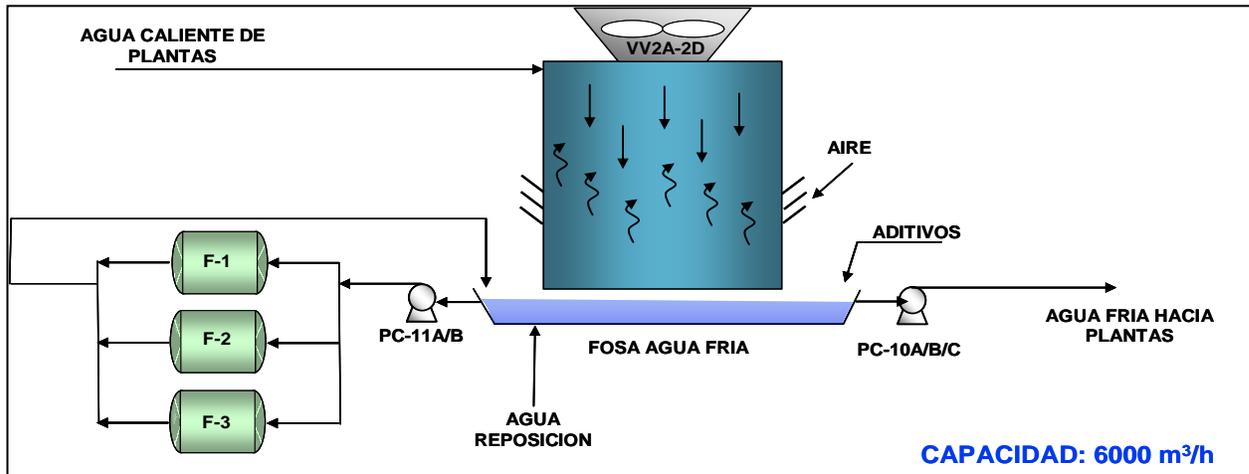


Figura 2.7. Diagrama de procesos de la instalación 105D

- **Instalación de agua desmineralizada (I-103 / I-103A).**

El agua, después de pasar por la instalación de tratamiento de agua cruda, entra a la unidad de Desmineralización. Esta tiene por objeto evitar que el agua de alimentación a las calderas contenga impurezas disueltas, dañina para los equipos (Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009).

El proceso en sí está basado en las reacciones químicas en donde se efectúan intercambios iónicos entre el agua a tratar, resinas y soluciones regenerantes. La Planta de Agua Desmineralizada consta de dos (2) trenes, Tren Grande y Tren Pequeño, que operan de la misma manera (Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009).

El agua llega a la planta por gravedad. El agua cruda, previamente filtrada en tres (3) filtros de carbón activado dispuestos en paralelo, se hace pasar a través de la columna de resina. Las resinas de intercambio iónico funcionan de la siguiente manera: si la columna es catiónica, los iones hidrógeno (H^+) se intercambian por los iones metálicos contenidos en el agua; si es aniónica, los iones hidróxidos (OH^-) presentes en la resina, se intercambian por los iones no metálicos o negativos en el agua hasta

agotar la capacidad de intercambio de la resina. Una vez agotada la resina, se limpia y acondiciona para la inyección del regenerante. Esto se logra invirtiendo la dirección en que el agua atraviesa la columna (retrolavado). Luego, se inyecta el regenerante de Ácido Sulfúrico (H_2SO_4) en la columna catiónica y de Soda Cáustica ($NaOH$) en la columna aniónica. En este paso se invierte el proceso de intercambio: la resina cede los iones tomados del agua y recibe los iones regenerantes de la solución (H^+ en la columna catiónica y OH^- en la columna aniónica) (Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009).

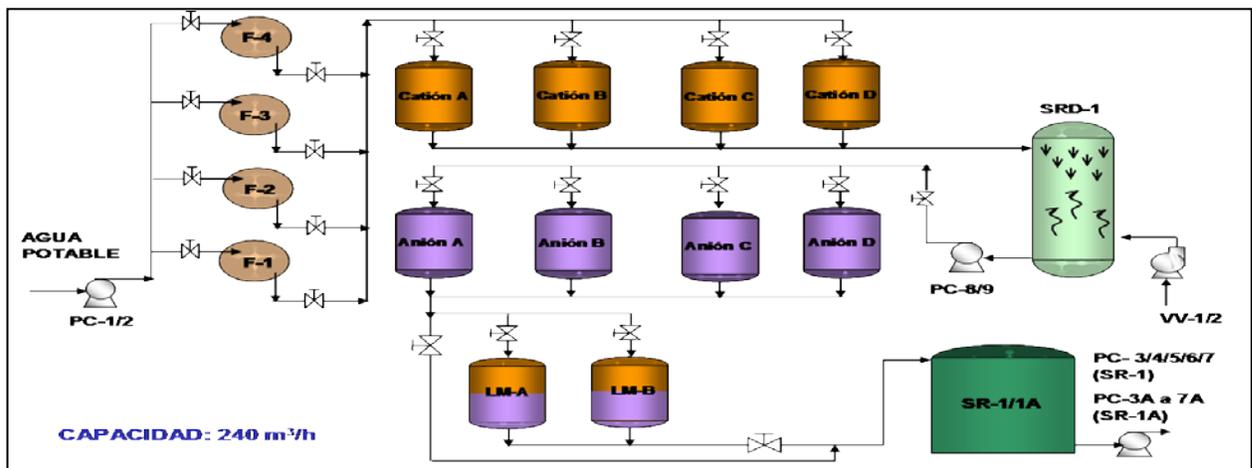


Figura 2.8. Diagrama de procesos de la instalación 103A

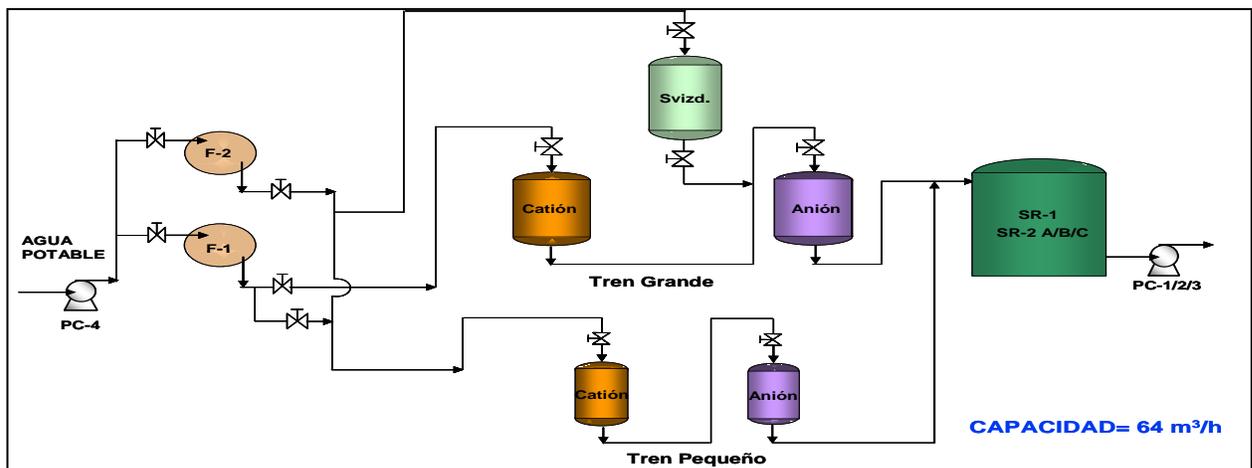


Figura 2.9. Diagrama de procesos de la instalación 103

- **Instalación de generación de vapor (I-122A).**

El vapor se produce en las calderas, las cuales, por medio de la combustión del gas natural, hacen pasar el agua de estado líquido a estado gaseoso, a la presión y temperatura establecidas.

La instalación de generación de vapor (I-122A) está compuesta por las siguientes secciones (Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009):

- Agua de alimentación a las calderas (Desaereador).
- Estación de Bombeo.
- Calderas.
- Desaereador

La instalación esta constituida por cuatro (4) calderas (H-1/2/3/4), diseñadas para una producción de 160 TM/h de vapor cada una, cuyas características son:

Tabla 2.1. Condiciones de operación de las calderas

PARÁMETROS	UNIDADES	RANGO
Presión de cabezal	Kg/cm ²	30-33
Flujo de vapor	TM/h	0-60
Presión de agua de alimentación	Kg/cm ²	45-60
Temperatura de agua de alimentación	°C	110-120
Flujo de agua de alimentación	TM/h	0-60
Flujo de gas	TM/h	0-8.000
Temperatura del sobrecalentador	°C	375-410
Presión del tambor de gas	Kg/cm ²	30-33

Fuente: Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009.

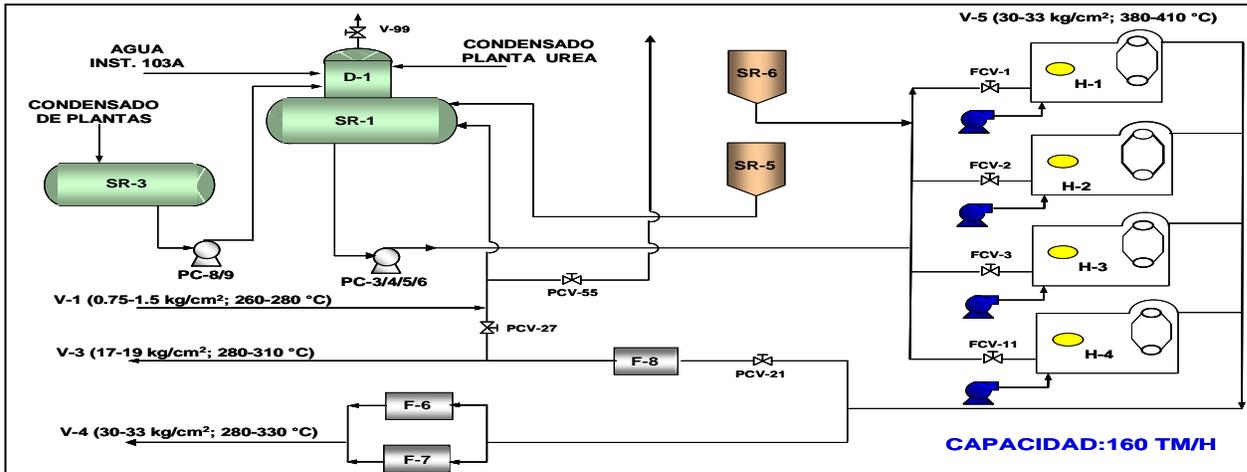


Figura 2.10. Diagrama de procesos de la instalación 122A

- Instalación de aire comprimido (I-111A/B).

Estas instalaciones tienen como objetivo producir aire limpio, seco y sin aceite, tanto para accionar la instrumentación como para satisfacer las diferentes necesidades de las plantas en el Complejo.

El aire a presión atmosférica es succionado por un tren de compresores, antes de llegar a estos, es pasado a través de unos filtros, que tienen por objeto retener todas las impurezas contenidos en el. El aire se comprime en dos etapas: en la primera el aire aumenta su presión y se calienta; es necesario enfriarlo antes de pasar a la segunda etapa. Éste enfriamiento se realiza en los enfriadores inter-etapas, utilizando como fluido de enfriamiento agua; el condensado que se forma por el enfriamiento se elimina a través de trampas, que son separadores de condensado (Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009).

En la segunda etapa el aire se comprime, lo que provoca el aumento de la temperatura. Si la temperatura del aire a la salida de la segunda etapa alcanza un valor por encima de la temperatura de control, el compresor se dispara por alta temperatura; el aire proveniente de esta etapa es enfriado, utilizando agua. Luego, el aire es

colectado en una línea y entra al separador de condensado, antes de ser almacenado en un tanque pulmón (Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009).

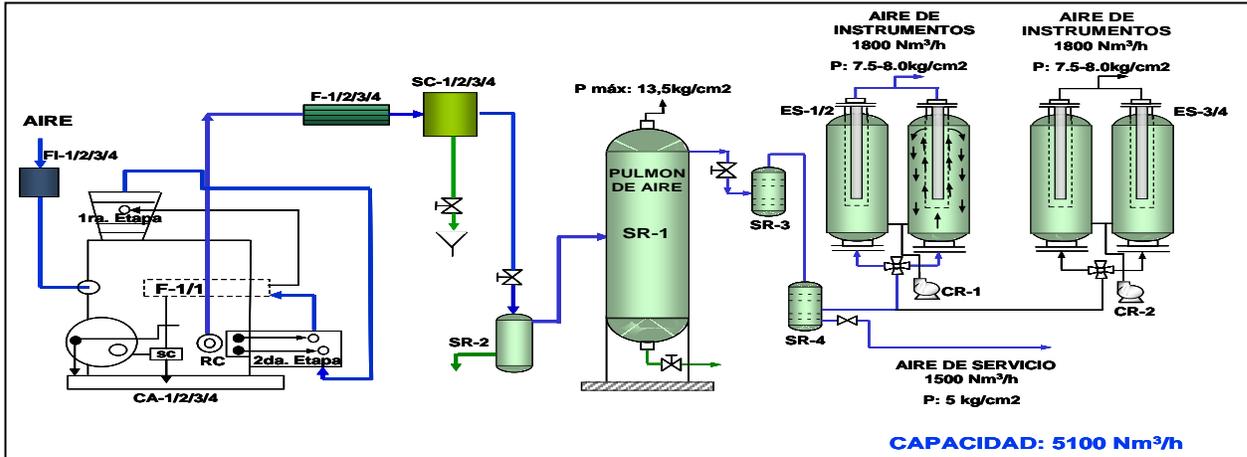


Figura 2.11. Diagrama de procesos de la instalación 111A

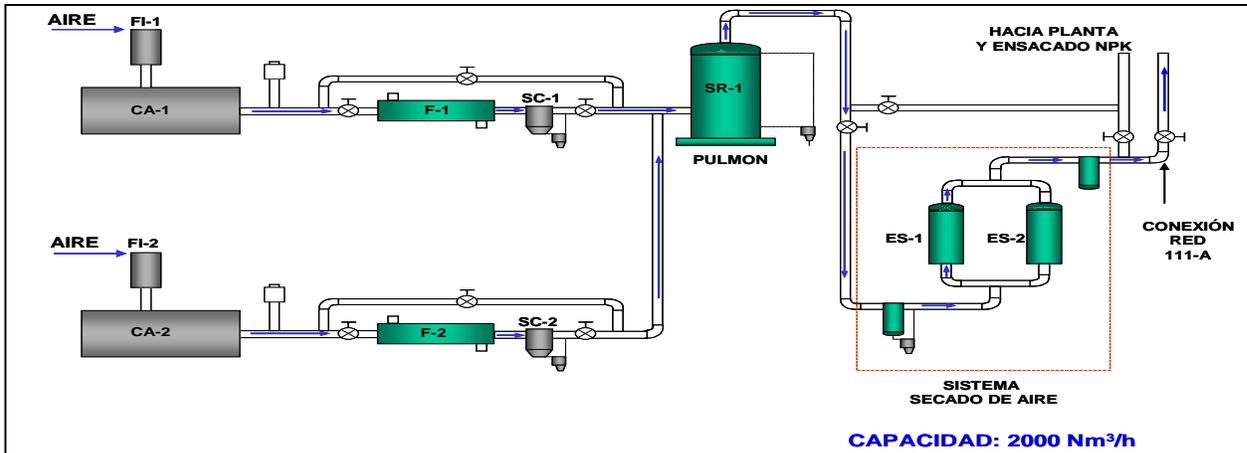


Figura 2.12. Diagrama de procesos de la instalación 111B

- Estación de gas natural (SG-41).

La Estación de Gas Natural tiene como función la medición y limpieza del Gas Natural suministrado al Complejo Petroquímico Morón por el gasoducto de PDVSA Gas, proveniente de Anaco. La estación es de gran importancia para el Complejo, ya que a

través de ella se recibe el gas natural que se emplea como materia prima para generar productos, y como gas combustible para servicios (Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009).

El gas natural proveniente del gasoducto de PDVSA GAS (Ramal PEQUIVEN-INVEPAL), alimenta a una línea de 16" de diámetro, que a su vez entra a la estación de manejo de gas PEQUIVEN. A la entrada de la estación, la línea de 10" de diámetro se bifurca en dos (2), una que se envía a Fosfatados y la otra que después de pasar por un sistema de separación de condensado y filtrado, sirve para alimentar a Nitrogenados (Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009).

La línea que va a Fosfatados es de 10" de diámetro y al llegar a la Planta de N.P.K. (I-356A), pasa a través de la válvula PCV-301, donde esta es reducida de una presión de 20-24 Kg/cm² a 7-8 Kg/cm². Siguiendo su recorrido hacia la Planta de N.P.K., del trayecto sale una desviación de 2" de diámetro que alimenta la Planta de Ácido Sulfúrico (I-215/I-218); La línea que alimenta a Nitrogenados es reducida a 8" de diámetro y en su recorrido, se divide en dos (2) líneas: una (1) de 6" de diámetro para alimentar las Plantas de Servicios Industriales (I-122A y TG-1/2), y la otra de 8" de diámetro para alimentar la Planta de Amoníaco (I-108A) (Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009).

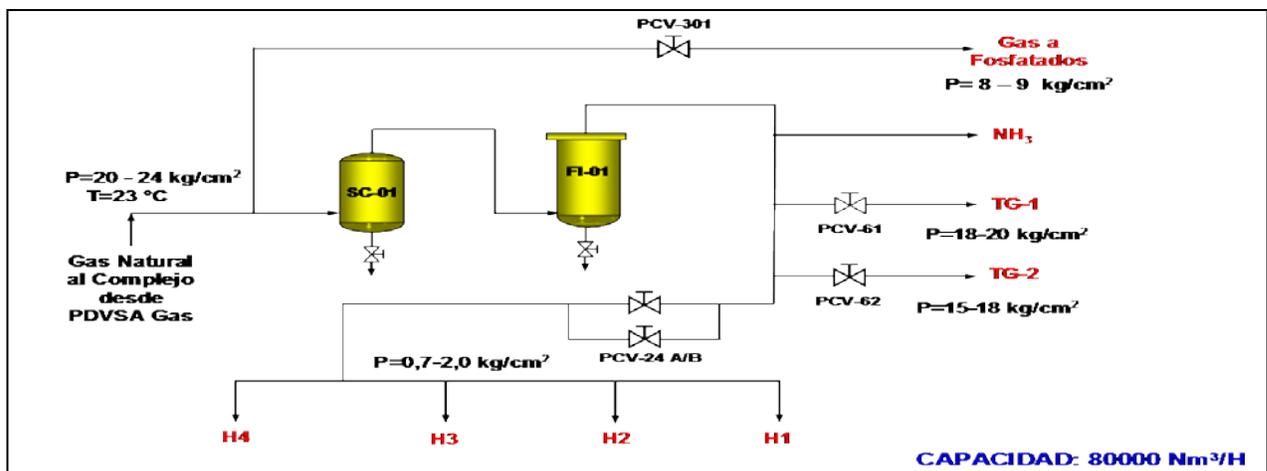


Figura 2.13. Diagrama de procesos de la instalación de gas natural (SG-41)

- **Generación de energía eléctrica (TG-1/2).**

La instalación esta compuesta por dos (2) generadores turbo-gas (TG-1/2), con un suministro máximo de 24.250 KW cada uno a la tensión de 13.800 V y a la frecuencia de 60 Hz. Este tipo de generador se compone de dos (2) partes: el grupo de turbina de gas y el grupo de alternador y excitador (Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009):

La turbina convierte la energía potencial de los gases calientes, altamente energéticos y a alta presión, en energía cinética, que produce el trabajo mecánico utilizable en la rotación del eje. La turbina de gas se compone de tres (3) secciones:

1. Un compresor, por lo general axial, que succiona el aire a presión atmosférica.
2. Una cámara de combustión a presión, donde se calienta el aire comprimido a una presión constante, mediante la combustión de cierta cantidad de gas natural o de otro combustible.
3. Una turbina, que dilata el gas hasta alcanzar la presión atmosférica.

La planta generadora de energía eléctrica está formada por un bloque homogéneo dividido en tres (3) secciones principales:

- Cabina de Control.
- Turbina de gas y auxiliares.
- Generador de energía eléctrica y auxiliar.

En general, la producción de energía eléctrica se lleva a cabo de la siguiente manera: el torque mecánico producido por la turbina se transfiere al generador, donde se induce la energía eléctrica que se distribuye a través de las subestaciones eléctricas a las demás instalaciones del Complejo.

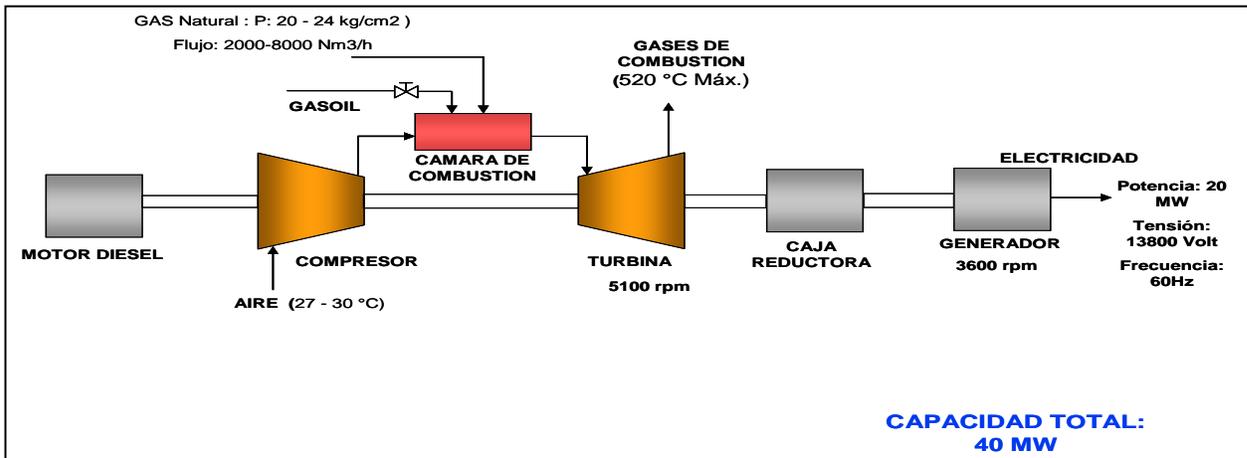


Figura 2.14. Diagrama de procesos de los turbogeneradores (TG-1/2)

- **Planta de tratamiento de efluentes.**

El objetivo de esta Instalación es recuperar los efluentes líquidos, considerados como desechos, para ser descargados al mar cumpliendo con las regulaciones legales establecidas por el Ministerio del Poder Popular para el Ambiente (MPPAmb).

El principio básico de funcionamiento es el tratamiento de neutralización de los efluentes (utilizando soda cáustica para efluentes ácidos, y ácido sulfúrico para efluentes básicos); actualmente solo la sección de nitrogenados (Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009):

Sección de Nitrogenados:

Fosa 107-C:	Urea (I-301A)
	Amoníaco (I-108A)
	Agua Desmineralizada (I-103A)
	Generación de Vapor (I-122)
	Aire Comprimido (I-111A)
	Agua de Enfriamiento (I-105C)

Las características contaminantes se agrupan en alto contenido de nitrógeno total, lo que se traduce en un pH entre 9-11; sólidos totales altos y el impacto térmico con una temperatura de descarga superior a la temperatura del cuerpo receptor (en este caso el Mar Caribe), lo que se traduce en un $\Delta T > 5^{\circ}\text{C}$. Los parámetros límite establecidos por el MPPA son (Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009):

Nitrógeno total (N_2) < 40 mg/l

Sólidos totales < 1.500 mg/l

pH entre 6-9

- **Instalación de producción de ácido sulfúrico (I-215/218).**

La producción se lleva a cabo mediante el proceso de contacto, la diferencia entre estas dos instalaciones radica en que la primera es de contacto simple y la segunda de doble contacto. Comprende tres etapas principales:

- **Oxidación del azufre (combustión)**

Azufre líquido y aire seco se llevan a un horno donde se produce la combustión del azufre con el oxígeno contenido en el aire, bajo la siguiente reacción (Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009):



- **Oxidación catalítica del dióxido de azufre (conversión de SO_2 a SO_3)**

El gas producido en el horno se enfría y se lleva al reactor. En 4 etapas se produce la reacción entre el dióxido de azufre y el oxígeno en presencia de un catalizador a base de pentóxido de vanadio (Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009):



- Absorción de trióxido de azufre con ácido sulfúrico

El gas de sólido del reactor, es absorbido con ácido sulfúrico del 98% en concentración en torres empacadas mediante un mecanismo de absorción con reacción (Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009):

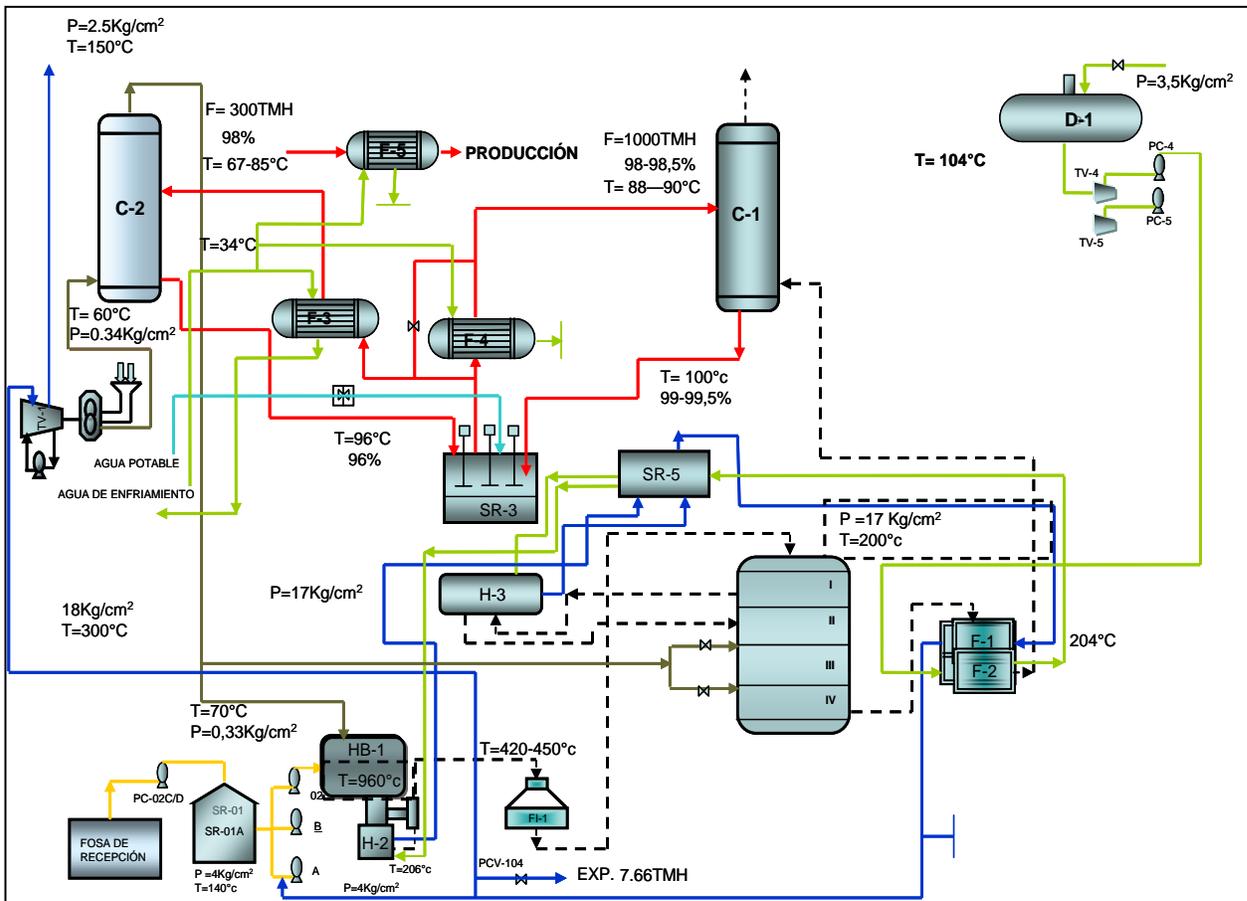
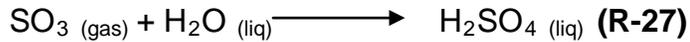


Figura 2.15. Diagrama de procesos de la instalación 215

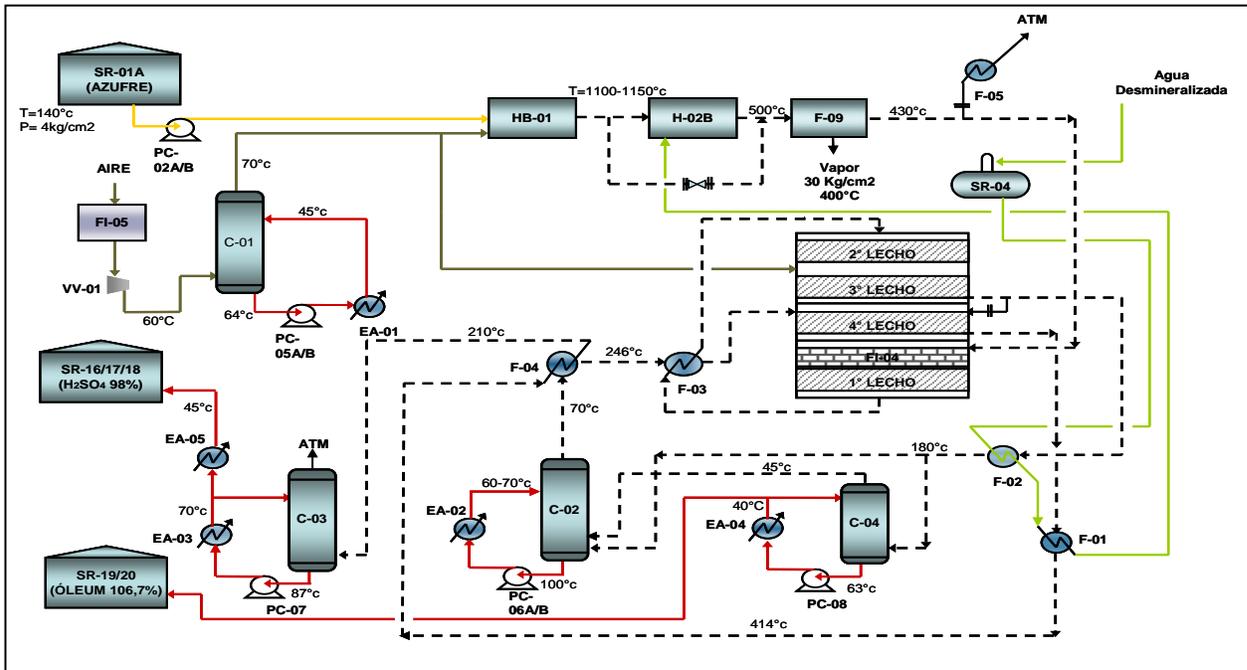


Figura 2.16. Diagrama de procesos de la instalación 218

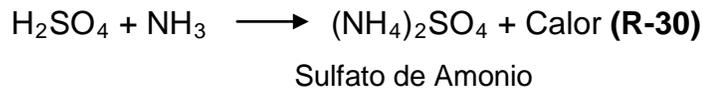
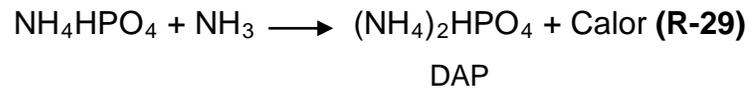
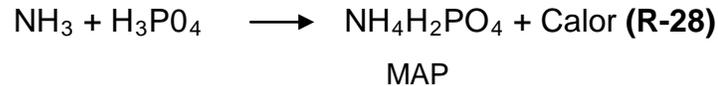
- **Instalaciones de fosfato diamónico (D.A.P) y fertilizante N.P.K (I-360/356A)**

La producción de fertilizantes D.A.P. está dividida en seis (6) secciones principales; la descripción que se da a continuación se realiza en condiciones normales de operación considerando la composición de materias primas/productos ya especificadas (Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009):

- **Área 100:** Materia Prima
- **Área 200:** Pre-Neutralización
- **Área 300:** Lavado de gases
- **Área 400:** Secado
- **Área 500:** Clasificación
- **Área 600:** Enfriamiento

El proceso consiste en hacer reaccionar amoníaco con ácido fosfórico para producir fosfato diamónico. Las reacciones que se llevan a cabo en la etapa de

preneutralización son las siguientes (Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009):



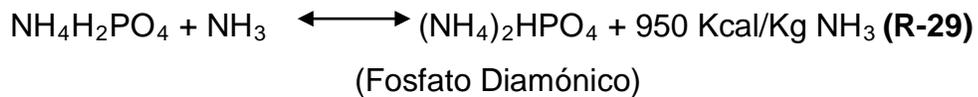
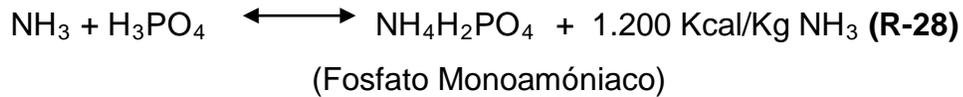
El fosfato diamónico es secado en un tambor rotatorio para luego ser clasificado por medio de cribas de donde se separan los granos óptimos de los finos y gruesos, estos son recirculados al proceso y por último son enfriados y almacenados (Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009).

El proceso de producción de fertilizantes Granulados N.P.K. consta de seis (6) áreas principales y la sección de exportación (Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009):

- **Área 100:** Dosificación de Materia Prima sólida
- **Área 200:** Pre-Neutralización y Granulación
- **Área 300:** Sección de Lavado
- **Área 400:** Secado
- **Área 500:** Cribado y Molienda.
- **Área 600:** Enfriamiento y Acondicionamiento.

La materia prima sólida está conformada por los siguientes productos: cloruro y sulfato de potasio, sulfato de magnesio, sulfato de amonio, sulfato de potasio/amonio, fosfato monoamónico (MAP), roca fosfática y rechazo. Esta materia se encuentra almacenada en las naves de reclamo, y se procesa de acuerdo a la formulación

deseada. La preneutralización se lleva a cabo en el reactor, que es un tanque de acero inoxidable resistente a la corrosión con una capacidad hasta el punto de rebose de 54.700 L; aquí reacciona el ácido fosfórico, proveniente de la planta de Ácido Fosfórico (Inst. 370-A) al 38-40% de P_2O_5 (a 30-60°C), y el amoníaco proveniente de la planta de Amoníaco (Inst.180-A), según las siguientes reacciones (Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009):



Luego es secado y es entregado a un conjunto de cribas que separa los granos óptimos de los gruesos y finos, los finos son recirculados a la etapa de preneutralización mientras los gruesos son molidos en un molino, se enfrían por medio de aire en un tambor rotatorio y luego se almacenan (Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009).

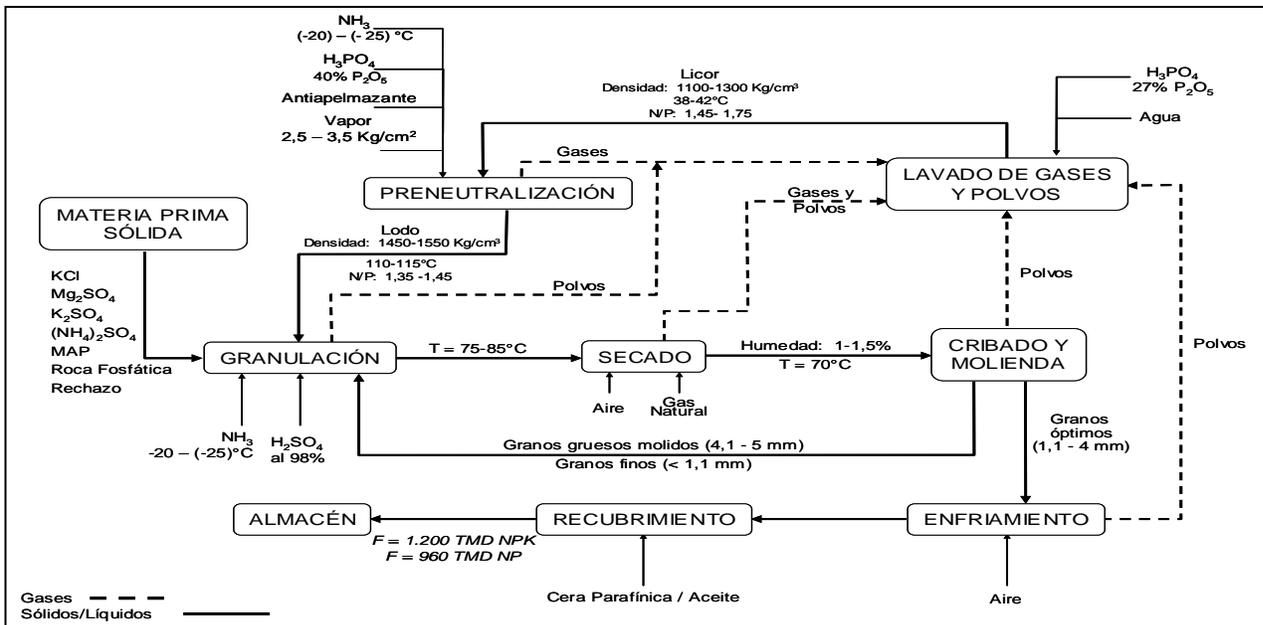
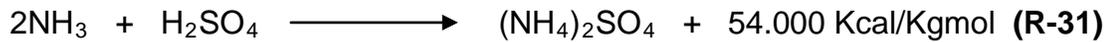


Figura 2.17. Diagrama de bloques de procesos de la instalación 356

- Instalación de sulfato de amonio (I-330).

El proceso está basado en la reacción exotérmica directa en medio acuoso entre el amoníaco y el ácido sulfúrico al 70-75% en peso, según la reacción (Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009):



El calor producido en la reacción es el requerido para evaporar el agua de la solución de ácido sulfúrico y generar la sobresaturación necesaria para comenzar la formación y crecimiento de los cristales. El calor adicional de la reacción es removido añadiendo aire al proceso, que a la vez agita la suspensión. La reacción se lleva a cabo en tres cristalizadores o saturadores (A-1/2/3), donde tiene lugar la formación de los cristales de sulfato de amonio. La operación del sistema es de forma semi-continua; cuando se descarga la solución saturada de un saturador, al mismo tiempo otro saturador está en proceso de carga. El producto de la reacción (agua y cristales de sulfato de amonio) es descargado a las centrífugas ID-1/2/3, donde se separan los cristales de las aguas madres y los mismos son recogidos por las cintas transportadoras ET-1/2/3/4 para el almacén (Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009).

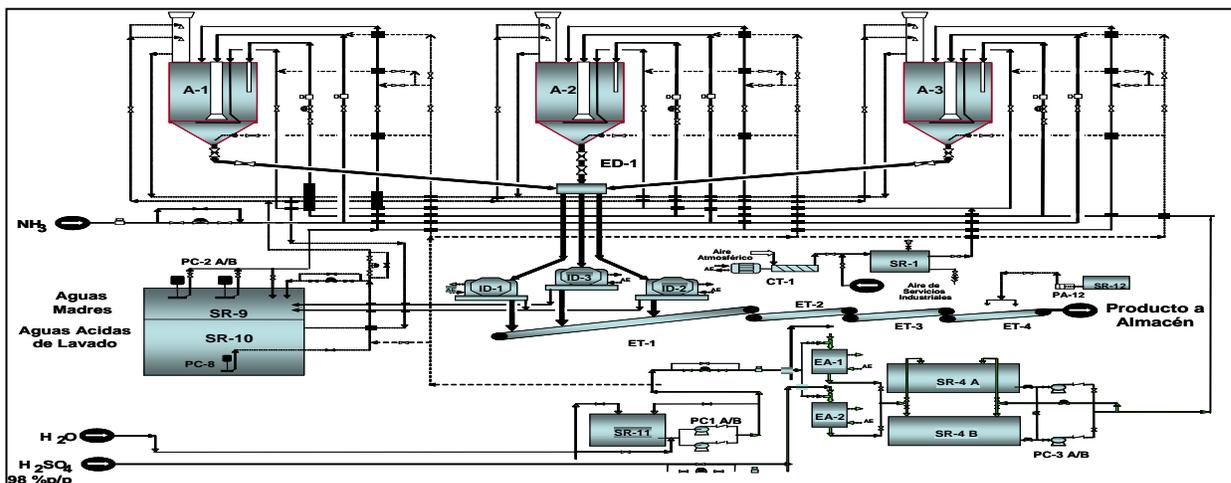


Figura 2.18. Diagrama de procesos de la instalación 330

- **Instalación de producción de ácido fosfórico (I-370A)**

El proceso de producción de ácido fosfórico en la instalación 370-A del Complejo Petroquímico Morón se encuentra dividido en ocho secciones (Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009):

- **Sección 100.** Recepción de Roca
- **Sección 200.** Secado de Roca
- **Sección 300.** Molienda de Roca
- **Sección 400.** Reacción
- **Sección 500.** Filtración
- **Sección 600.** Evaporación
- **Sección 700.** Almacenamiento
- **Sección 800.** Disposición de Agua y Yeso

La roca explotada y triturada en la mina de Riecito (Edo. Falcón) es transportada por vía ferroviaria hasta las instalaciones del Complejo Petroquímico Morón (Edo. Carabobo), específicamente hacia la zona de recepción de roca que se encuentra al lado de la planta de ácido fosfórico (Sección 100).

Tabla 2.2. Análisis realizado a la roca fosfática en la sección de recepción

Parámetros analizados	Valores de control
%P ₂ O ₅	Mín 26%
%CaO	Máx 40%
%SiO ₂	Máx 30%
Humedad	Máx 10%
Granulometría	100% < ½"

Fuente: Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009.

El secado de roca se hace con la finalidad de conseguir un material con un contenido de humedad tal que cumpla con los requisitos necesarios para su molienda,

debido al tipo de molino y los tamaños finales requeridos por la roca para la producción de ácido fosfórico.

Tabla 2.3. Control de las variables de proceso realizado en la sección de molienda

VARIABLES	UNIDAD	MÍNIMO	MÁXIMO
Flujo de roca al MF-301	T/h	25	50
Nivel de ruido del MF-301	%	50	95
Presión diferencial en el MF-301	in H ₂ O	1	5
Presión de aire al ED-302	in H ₂ O	18,9	
Flujo de agua de enfriamiento a cojinetes del MF-301	gpm	62	

Fuente: Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009.

La roca fosfática ya seca y molida es alimentada al reactor SR-402. El ácido sulfúrico al 98% y el ácido fosfórico al 17% de P₂O₅ (este último proveniente del área de filtración) se alimentan también al reactor simple. La reacción principal que se lleva a cabo para la producción del ácido fosfórico es la siguiente (Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009):



Roca fosfática Acido sulfúrico Agua Acido fosfórico Yeso dihidratado

Esta reacción se lleva a cabo en dos (2) etapas (Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009):



Roca fosfática Acido fosfórico Fosfato monocálcico



Fosfato monocálcico Acido sulfúrico Agua Acido fosfórico Yeso dihidratado



En la primera reacción el ácido fosfórico al 17% P_2O_5 , proveniente del segundo filtrado en la etapa de filtración, reacciona con la roca fosfática y forma el fosfato diácido de calcio o fosfato monocálcico. En la segunda etapa el fosfato monocálcico reacciona con el ácido sulfúrico para formar el sulfato de calcio dihidratado y ácido fosfórico al 28% P_2O_5 . Además de la reacción mencionada, debido a los componentes de la roca fosfática nombrados anteriormente, es posible tener reacciones paralelas que producen (Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009):

- Tetrafluoruro de Sílice (SiF_4)
- Acido Fluorhídrico (HF)
- Dióxido de Sílice (SiO_2)
- Acido Fluorosilícico (H_2SiF_6)
- Fosfato Ferríco o de Aluminio ($FePO_4/AlPO_4$)

El objetivo principal de la planta es obtener, por medio de la reacción (Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009):

- Máxima extracción de P_2O_5 .
- Producción de yeso fácilmente filtrable y lavable.

Las pérdidas de P_2O_5 que se pueden presentar en la reacción se deben a:

Tabla 2.4. Control de las variables de proceso realizado en la sección de reacción

Variables	Unidad	Rango
Flujo de roca al reactor	T/h	25-50
Flujo de ácido fosfórico	L/min	150-330
Presión de vacío en SC-401	pulg Hg	14-10
Densidad del lodo	g/L	1.500-1.550
Sulfato libre	%	1,5 – 2,5
Sólidos	%	28-35
Temperatura del reactor	°C	76-82

Fuente: Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009.



La torta húmeda es lavada con abundante agua y filtrada por medio de mallas filtrantes, a través de vacío con el propósito de obtener la mayor cantidad de P_2O_5 ,

Tabla 2.5. Control de las variables de proceso realizado en la sección de filtración

Variable	Unidad	Mínimo	Máximo
Flujo de lodo al FI-550	L/min	1.000	3.000
Flujo de ácido a 1er filtrado	L/min	0	800
Flujo de ácido de recicló	L/min	0	2.000
Presión de vacío	plg Hg Abs	15	22
Velocidad del FI-550	m/min	6	24
Densidad de 1er filtrado	g/L	1.280	1.320
Densidad de 2do filtrado	g/L	1.180	1.230
Densidad de 3er filtrado	g/L	1.040	1.080
Densidad de 4to filtrado	g/L	1.010	1.040
Densidad del yeso (SR-560)	g/L	1.100	1.250

Fuente: Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009.

La solución acuosa obtenida en la etapa de filtrado se evapora para concentrar la solución de ácido fosforico en aproximadamente 40% en peso de P_2O_5 . Luego es almacenado en dos tanques el SR-701 y SR-702.

Tabla 2.6. Control de las variables de proceso realizado en la sección de evaporación

Variable	Unidad	Mínimo	Máximo
Flujo de agua al F-602 A/B/C	L/min	5.000	10.000
Flujo de vapor al F-601 A/B/C	Kg/h	10.000	15.000
Temp. entrada de SC-601 A/B/C	°C	78	85
Temp. salida de SC-601 A/B/C	°C	74	82
Presión de vacío de SC-601 A/B/C	plg Hg	22	26

Fuente: Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009.

La instalación además cuenta con una sección recibe el yeso insoluble generado en el proceso, donde se mantiene sin afectar las áreas vecinas; además se recircula el agua de proceso contaminada para enfriarla y reciclarla a la instalación.

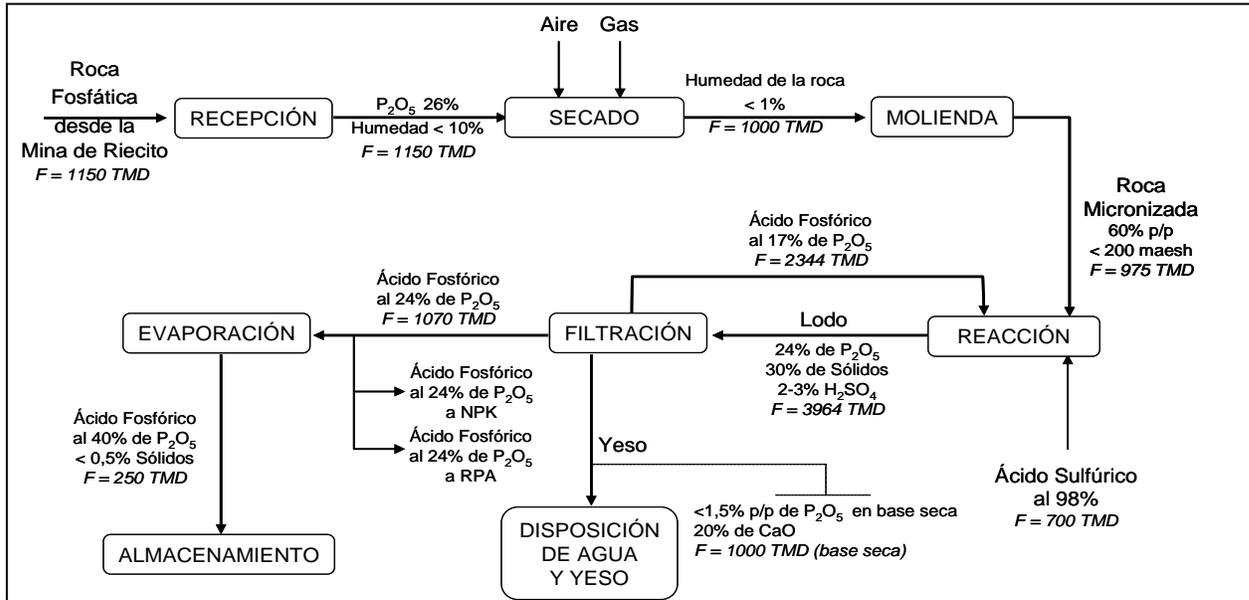
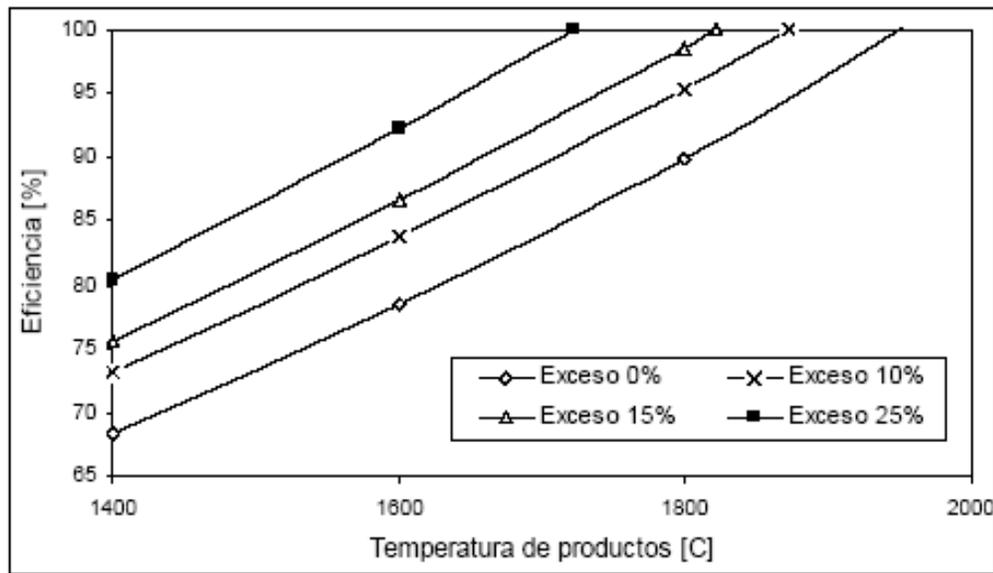


Figura 2.19. Diagrama de bloques de procesos de la instalación 370A

2.2.4. Comportamiento de calderas de gas natural.

La Figura 2.20 presenta la variación de la temperatura máxima de los productos de combustión en función del exceso de aire de la combustión. Se observa que la máxima temperatura ocurre para una condición de mezcla rica o defecto de aire del 3%. Aunque comúnmente se asocia la temperatura adiabática de llama a la condición estequiométrica o de cero exceso de aire, para la condición real de disociación de especies mayores (CO_2 , H_2O , O_2 , N_2) y formación de especies menores (CO , HO , NO , NO_2 , entre otras) la máxima temperatura adiabática ocurre en una mezcla ligeramente rica porque el calor específico de los productos se reduce permitiendo el incremento de la temperatura (Serrano, 2005).



Fuente: Serrano, 2005.

Figura. 2.20. Influencia del exceso de aire y su precalentamiento en la temperatura de los productos de combustión

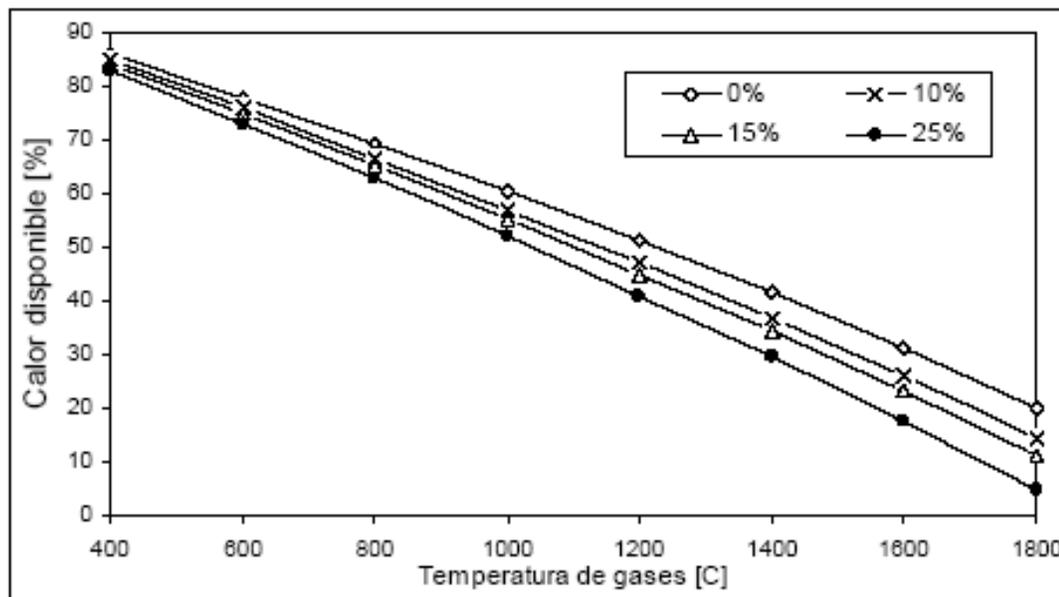
Nótese la influencia del precalentamiento del aire de combustión. Cuando este aire ingresa no a 25 °C sino a 50 °C, las temperaturas de llama se incrementan, lo que redundará en mayor calor adicionado a la carga y a la reducción en los consumos energéticos del proceso. No menos importante es el control del exceso de aire debido a que un incremento desmesurado de este ocasiona una caída drástica en las temperaturas de llama (Serrano, 2005).

Los productos de combustión poseen una energía térmica de acuerdo a su temperatura. Esta energía o calor disponible Q_{disp} , entendido como la cantidad de energía que puede ser convertida en energía útil, es tanto mayor, entre más fríos salen los gases de combustión del proceso de calentamiento de una carga (ver ecuación 3.3), lo que indica un aprovechamiento notable de la energía térmica, (Serrano, 2005).

El gas natural caracterizado como metano (CH_4) y tiene un poder calorífico superior de 55528 kJ/kg. La Figura. 2.21 muestra cual es la relación entre el exceso de aire en el quemador y la temperatura de los gases de combustión sobre el calor

disponible del proceso de calentamiento, este último como porcentaje del poder calorífico superior que sería la máxima energía útil. Se puede notar que para un exceso de aire fijo el calor disminuye a medida que la temperatura de los gases aumenta, lo que indica que no se le está extrayendo toda la energía útil a los humos y está quedando un remanente importante y susceptible de aprovechamiento. Si se considera constante la temperatura de los humos, se nota la clara influencia negativa del exceso de aire, puesto que el calor disponible disminuye debido a que el aire que adicionalmente ingresa a la combustión consume parte de la energía química transformada (Serrano, 2005)

Una consideración importante para disminuir la temperatura de los productos, y de esta manera, incrementar calor disponible es la instalación de recuperadores de calor. Generalmente los recuperadores de calor constituyen alternativas con buena viabilidad técnico-económica. La limitación para reducir la temperatura de los humos es la formación de ácido sulfúrico, pero con el gas natural este inconveniente no tiene importancia (Serrano, 2005).

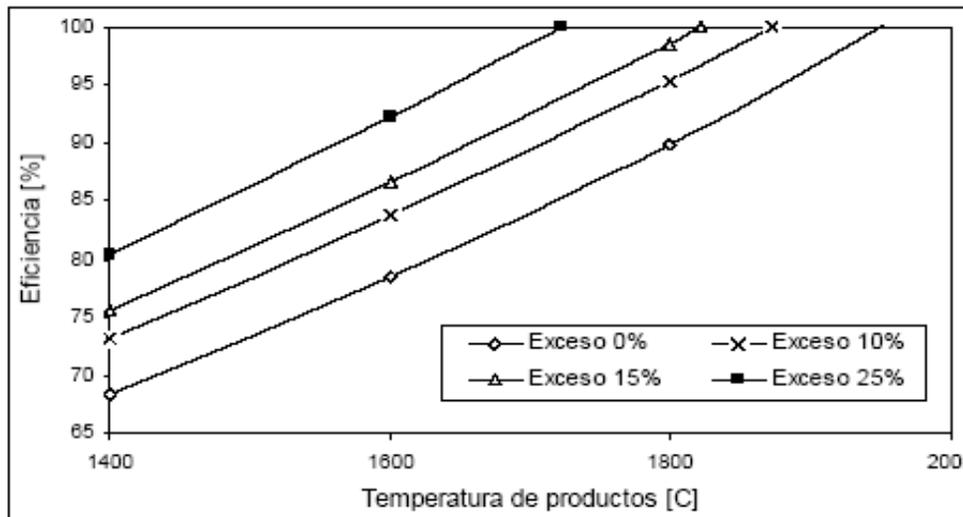


Fuente: Serrano, 2005

Figura 2.21. Porcentaje de calor disponible respecto al poder calorífico superior como función de la temperatura de los gases de combustión y el exceso de aire

La eficiencia de un quemador está asociada a la energía química que es posible ser transformada en calentamiento de los productos de combustión, y es el 100% si toda la energía química almacenada en el combustible es convertida en calor disponible para el proceso. Si se conoce la temperatura de los reactantes y su entalpía H_{react} y la temperatura de los productos de combustión inmediatamente a la salida del quemador y su energía contenida H_{prod} , se puede conocer la eficiencia (Serrano, 2005)

La Figura 2.22 muestra el comportamiento de la eficiencia de combustión de acuerdo a la temperatura que poseen los gases inmediatamente a la salida del quemador. Obsérvese cómo para un exceso de aire definido, la eficiencia incrementa a medida que la temperatura de los gases se eleva. Lo anterior quiere decir que una alta temperatura de los productos de combustión, directamente en la salida del quemador, constituye un indicativo del menor impacto de las pérdidas caloríficas debido a la formación de agua en forma de vapor $H_2O(v)$, a la disociación de especies a través de reacciones que son endotérmicas y a las pérdidas de calor en la llama radiante (Serrano, 2005).



Fuente: Serrano, 2005.

Figura 2.22. Eficiencia de combustión vs. temperatura de productos y exceso de aire

Cuando se comparan a una misma temperatura de productos, las combustiones para diferentes excesos de aire, la interpretación es de la siguiente manera. Una combustión sin exceso cuyos productos estén a la misma temperatura de una combustión con exceso y bajo la misma adición calórica por unidad de combustible PCS, indica que el quemador es más eficiente. Y esto es claro porque el exceso de aire es una carga térmica que igualmente necesita ser calentada hasta el nivel de temperatura analizado, por ende, ocurre una mejor utilización de la energía del portador energético (Serrano, 2005). Se espera entonces, que para quemadores de similar eficiencia y operando con el mismo combustible, la temperatura de los productos sea mayor en el quemador que emplee el menor exceso de aire, ver Figura 2.22.

Obsérvese también cómo las combustiones con exceso no desarrollan niveles de temperatura tan altos como las combustiones estequiométricas. Los quemadores industriales suelen operarse con un exceso de aire del 15% con el fin de minimizar riesgos ante posibles gases que no combustionen. Utilizar mayores excesos sería desfavorable energéticamente y emplear excesos muy bajos conllevaría a tener mezclas poco íntimas de aire y combustible con la consecuente generación de gas natural sin reaccionar y de riesgos asociados a los gases combustibles (Serrano 2005).

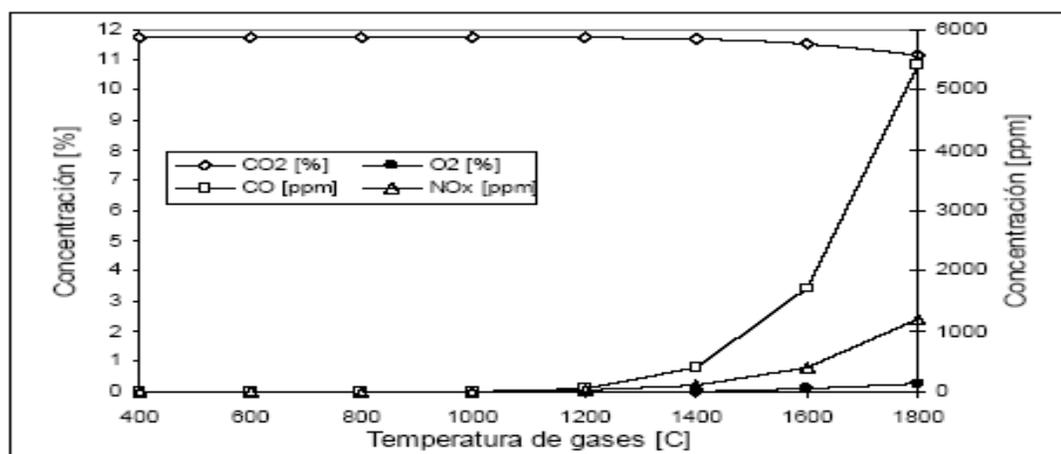
En la práctica de las pruebas para el análisis de productos de combustión, suelen ser relevantes las mediciones de CO_2 u O_2 , CO y NO_x . Tanto el dióxido de carbono CO_2 , como el O_2 , están relacionados con la eficiencia de combustión junto con la temperatura de los gases (Serrano, 2005).

La presencia de monóxido de carbono CO es un indicativo de disminución de eficiencia (la reacción para la generación de monóxido es endotérmica), pero se prefiere su significado en relación con la toxicidad y el riesgo de inflamabilidad. El monóxido de carbono es muy peligroso por cuanto es imposible de detectar sin un instrumento de prueba, y las consecuencias de su concentración y periodo de exposición pueden ir desde ligeros dolores de cabeza hasta la muerte (Serrano, 2005).

Los óxidos de nitrógeno NO_x son responsables de la formación de ácidos en la atmósfera contribuyendo a la creación de lluvia ácida, y han constituido, uno de los aspectos que últimamente más ha aportado al desarrollo tecnológico de los equipos de combustión. A continuación se presentan los valores de concentración de los mencionados productos de combustión en dependencia de la temperatura de los gases y de diferentes excesos de aire. Los datos contenidos en estas figuras constituyen una referencia para labores de análisis de productos de combustión (Serrano, 2005).

La Figura 2.23 presenta la concentración de especies para un exceso de aire nulo o 0%. Es relevante mencionar que los niveles de CO_2 se mantienen alrededor del 12% disminuyendo levemente a partir de los 1200°C y empezando la generación de CO , como consecuencia de los efectos del fenómeno de disociación (Serrano, 2005). Esta concentración con gases de combustión a elevadas temperaturas constituiría un serio problema ambiental debido a que los niveles de CO deberían ser mantenidos en un máximo de 400 ppm de acuerdo a las regulaciones establecidas.

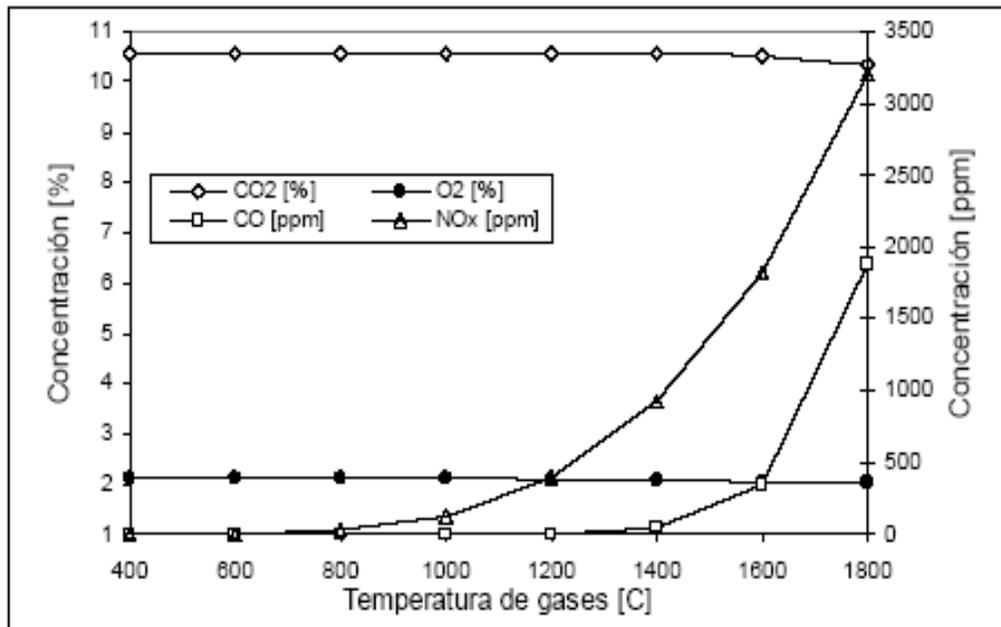
Los niveles de NO_x también se incrementan con la disociación generada por la elevación de la temperatura de los gases. Los niveles de NO_x deben mantenerse en 40 ppm para calderas en el rango de 5-40 MM Btu/h.



Fuente: Serrano, 2005.

Figura 2.23. Concentración en base seca vs. temperatura de productos para un exceso del 0%

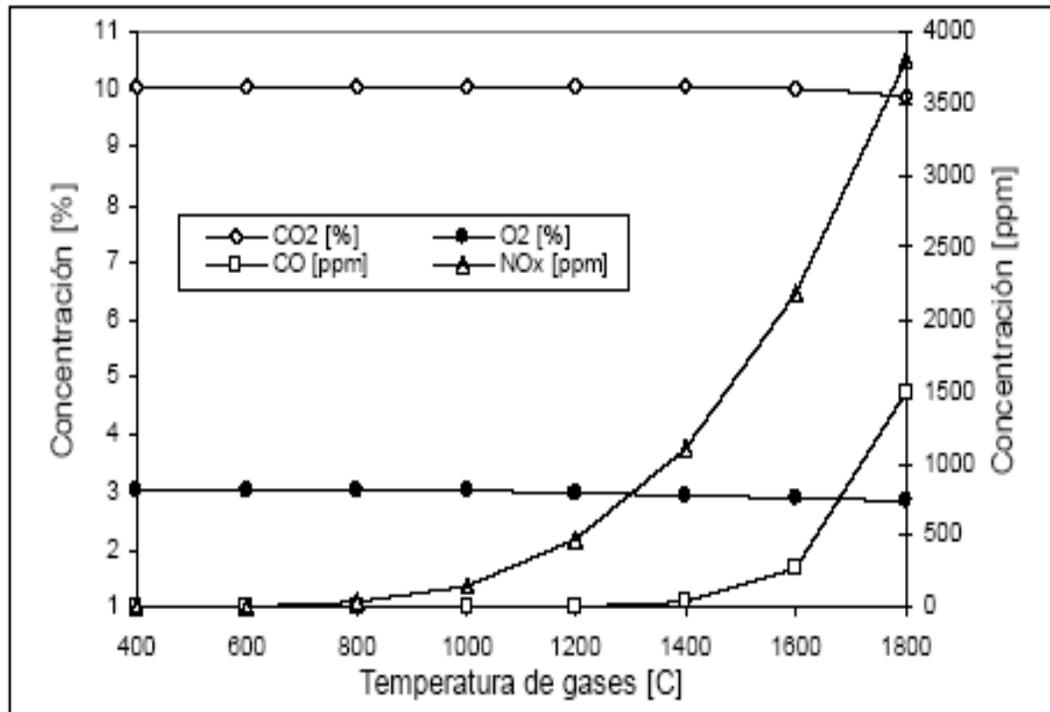
En la Figura 2.24 se comienzan a observar los efectos del exceso de aire. Se destaca la reducción de los niveles de CO mejorando las condiciones ambientales en lo que a este contaminante se refiere, pero se nota un incremento notable de los óxidos de nitrógeno respecto al exceso de aire nulo en la Figura 2.23. Debido al exceso se nota ya una concentración de oxígeno alrededor del 2% la cual se disminuye levemente a medida que se aumenta la temperatura y se forman los NO_x (Serrano, 2005).



Fuente: Serrano,2005.

Figura 2.24. Concentración en base seca vs. temperatura de productos para un exceso del 10%

La Figura 2.25. constituye la gráfica de referencia para el análisis de la combustión en quemadores de gas. Lo anterior debido a que los fabricantes recomiendan operar con excesos de aire del 15%. Cuando un equipo es explotado bajo esta recomendación, se deberían obtener concentraciones en base seca de CO₂ alrededor del 10%, concentraciones de O₂ alrededor del 3%, y concentraciones de CO y NO_x variables con la temperatura de los productos de combustión. Se resalta nuevamente el efecto negativo de emitir gases de combustión a temperaturas elevadas debido a las altas concentraciones de los anteriores contaminantes.

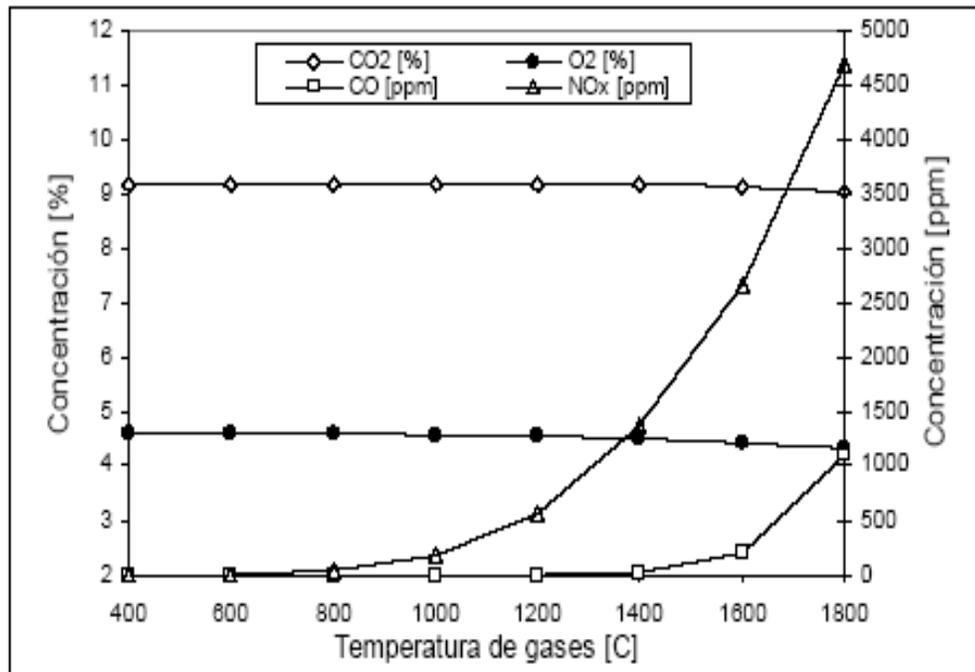


Fuente: Serrano,2005.

Figura 2.25. Concentración en base seca vs. Temperatura de productos para un exceso del 15%

Excesos de aire elevados como lo muestra la Figura 2.26, constituyen un decremento considerable en la eficiencia térmica del proceso como consecuencia de la energía absorbida por el aire en exceso. Y tal como lo señala la tendencia de concentraciones versus excesos de aire, los incrementos de NO_x se hacen más notables.

Las anteriores figuras son herramientas útiles a la hora de llevar a cabo un diagnóstico de gases, debido a que es posible acceder a ellas con la temperatura de los gases y el porcentaje de O₂, CO₂ o CO para determinar el exceso de aire con el cual opera el quemador y de esta manera calcular la eficiencia del proceso, o para conocer la concentración de los otros contaminantes.



Fuente: Serrano, 2005.

Figura 2.26. Concentración en base seca vs. Temperatura de productos para un exceso del 25%

El conocimiento de las tendencias y el comportamiento del fenómeno de combustión nos permiten establecer consideraciones energéticas y ambientales acerca del proceso.

Sin embargo, todo el análisis realizado anteriormente, no garantiza el correcto funcionamiento de las calderas, específicamente la eficiencia de la misma, si sus componentes no son chequeados técnicamente en el tiempo, cumpliendo con el mantenimiento predictivo y correctivo de los mismos, para evitar fallas de la integridad mecánica de los equipos.

2.2.5. Normas ISO.

Las normas desarrolladas por ISO son voluntarias, comprendiendo que ISO es un organismo no gubernamental y no depende de ningún otro organismo internacional, por lo tanto, no tiene autoridad para imponer sus normas a ningún país(Monterroso, 2009)

- **Estructura de la organización**

La Organización ISO está compuesta por tres tipos de miembros (Monterroso, 2009):

- Miembros simples, uno por país, recayendo la representación en el organismo nacional más representativo.
- Miembros correspondientes, de los organismos de países en vías de desarrollo y que todavía no poseen un comité nacional de normalización. No toman parte activa en el proceso de normalización pero están puntualmente informados acerca de los trabajos que les interesen.
- Miembros suscritos, países con reducidas economías a los que se les exige el pago de tasas menores que a los correspondientes.

Entre los estándares más importantes y conocidos, se encuentran (Monterroso, 2009):

- ISO 9000 Sistemas de Gestión de Calidad.
- ISO 14000 Estándares de Gestión Medioambiental en entornos de producción.
- ISO 17025 Requisitos generales relativos a la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.

- **Normas ISO 14000**

Su objetivo básico consiste en promover la estandarización de formas de producir y prestar servicios que protejan al medio ambiente, minimizando los efectos dañinos que pueden causar las actividades organizacionales (Monterroso, 2009).

Los estándares que promueven las normas ISO 14000 están diseñados para proveer un modelo eficaz de Sistemas de Gestión Ambiental (SGA), facilitar el desarrollo comercial y económico mediante el establecimiento de un lenguaje común en lo que se refiere al medio ambiente y promover planes de gestión ambiental estratégicos en la industria y el gobierno (Monterroso, 2009).

Un SGA es un sistema de gestión que identifica políticas, procedimientos y recursos para cumplir y mantener un gerenciamiento ambiental efectivo, lo que conlleva evaluaciones rutinarias de impactos ambientales y el compromiso de cumplir con las leyes y regulaciones vigentes en el tema, así como también la oportunidad de continuar mejorando el comportamiento ambiental (Monterroso, 2009).

- **Características generales de las normas**

- Las normas ISO 14000 son estándares voluntarios y no tienen obligación legal.
- Tratan mayormente sobre documentación de procesos e informes de control.
- Han sido diseñadas para ayudar a organizaciones privadas y gubernamentales a establecer y evaluar objetivamente sus SGA.
- Proporcionan, además, una guía para la certificación del sistema por una entidad externa acreditada.
- No establecen objetivos ambientales cuantitativos ni límites en cuanto a emisión de contaminantes. No fijan metas para la prevención de la contaminación ni se involucran en el desempeño ambiental a nivel mundial, sino que establecen herramientas y sistemas enfocados a los procesos de producción de una empresa u otra organización, y de las externalidades que de ellos deriven al medio ambiente.

- Los requerimientos de las normas son flexibles y, por lo tanto, pueden ser aplicadas a organizaciones de distinto tamaño y naturaleza.

- **El sistema de gestión ambiental (ISO 14000-14004)**

Tal como se mencionó anteriormente, un SGA es una descripción de cómo lograr los objetivos dictados por la política ambiental, así como también las prácticas, procedimientos y recursos necesarios para implementar la gestión. Este sistema se circunscribe a la serie ISO 14000-14004.

ISO 14000 es un conjunto de varios estándares. La norma ISO 14001 describe los elementos necesarios de un SGA y define los requisitos para su puesta en marcha, de modo de garantizar la adecuada administración de los aspectos importantes e impactos significativos de la gestión ambiental, tales como las emisiones a la atmósfera, el volcado de efluentes, la contaminación del suelo, la generación de residuos y el uso de recursos naturales, entre otros (efectos ambientales que pueden ser controlados por la organización) (Monterroso, 2009)

La norma ISO 14004 ofrece directrices para el desarrollo e implementación de los principios del SGA y las técnicas de soporte, además presenta guías para su coordinación con otros sistemas gerenciales tales como la serie ISO 9000. El propósito de esta norma es que sea utilizado como una herramienta interna y no como un procedimiento de auditoría.

- **La certificación ISO 14000**

Antes de comenzar el proceso de certificación se debe realizar una auditoría ambiental que caracterice adecuadamente los contaminantes y que sitúe a la organización frente a las normas ambientales de cumplimiento obligatorio, ya sean nacionales, provinciales o municipales. Con los resultados obtenidos en esta auditoría

se puede comenzar a tomar medidas correctivas para encuadrar el establecimiento dentro de la legislación vigente, y sólo después de ello se puede comenzar a trabajar para obtener la calificación, desarrollando un buen SGA. *(Una empresa puede optar por pedir la certificación si es que previamente implementó por su propia cuenta un SGA, o llamar a una consultora para que ésta realice un diagnóstico y le ayude a diseñarlo según los estándares exigidos por las ISO)* (Monterroso, 2009)

- **La auditoría ambiental (ISO 14010-14015) (ISO 19011)**

Es una herramienta de gestión que comprende una evaluación sistemática, documentada, periódica y objetiva de los procesos, prácticas, procedimientos y administración de bienes y equipos medioambientales. Puede llevarse a cabo por medio de un equipo interno técnicamente capacitado o a través de terceros (Monterroso, 2009).

Abarca las tareas de búsqueda de información y recolección de datos, visitas y reuniones en planta, toma de muestras y balance de materiales. Sobre la base de estos datos se identifica, analiza y evalúa la gestión ambiental en relación a la utilización de materias primas, materiales e insumos y a la fabricación de productos y subproductos; se efectúa, además, una revisión del tratamiento de residuos, efluentes y emisiones (Monterroso, 2009).

Corresponde también el monitoreo de los equipos utilizados en los procesos, la evaluación de los sistemas de control interno, la estimación de los costos de tratamiento de residuos, la documentación del relevamiento y la información a los representantes de la organización en cuestión (Monterroso, 2009).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

En esta sección se presenta la metodología que caracteriza la investigación para el cumplimiento de los objetivos planteados, y adicionalmente el tipo de investigación que se lleva a cabo en este proyecto.

3.1. Tipo de investigación.

Según los objetivos planteados, la investigación a nivel de profundidad es de tipo mixta; la investigación documental es aquella que se realiza a través de la consulta de documentos (libros, revistas, periódicos, memorias, anuarios, registros, códigos, constituciones, entre otras.). La de campo o investigación directa es la que se efectúa en el lugar y tiempo en que ocurren los fenómenos objeto de estudio. La investigación mixta es aquella que participa de la naturaleza de la investigación documental y de la investigación de campo. (Zorrilla ,1993)

Durante el desarrollo de esta investigación se pretende elaborar un instrumento de autoevaluaciones ambientales y para ello es necesario apoyarse tanto en la investigación documental a través de consultas a libros, revistas, auditorías ambientales, entre otras, como en la directa mediante la observación y entrevistas en campo.

3.2. Diseño de la investigación.

Se realizará una serie de actividades, de acuerdo a un plan para recolectar y analizar los datos en campo-documental, que conlleven a dar respuestas a los objetivos del trabajo.

Con respecto a la estrategia metodológica el desarrollo de la investigación comprende tres fases: identificación, evaluación, generación y selección de alternativas. (Hernández y otros, 1998).

La fase de identificación comprende todo lo referente al conocimiento previo en materia ambiental legislativa, normas técnicas ISO-9000 y 14000; así como también, al conocimiento del problema actual, su definición y su delimitación. La fase de evaluación comprende todas aquellas actividades orientadas a diagnosticar la situación ambiental actual de la empresa y a permitir entender cómo las variables de procesos se encuentran directamente relacionadas con las variables ambientales. Por último, la fase de generación y selección de alternativas, en la cual se elabora y presenta la propuesta encauzadas a implementarse en el proceso de las evaluaciones ambientales internas y así aumentar la capacidad de análisis de las mismas.

3. 3. Metodología.

A continuación se presenta la metodología de investigación necesaria para el logro de los objetivos propuestos en este trabajo.

3.3.1. Diagnóstico de la situación ambiental actual del Complejo Petroquímico de Morón.

Para realizar un diagnóstico de la situación ambiental actual del complejo, se realizara una búsqueda, recopilación y análisis documental relacionado con el tema en cuestión, abarcando aspectos como: Leyes, Decretos y Normas Ambientales, identificación de los Aspectos Ambientales, Situación de los Vertidos Líquidos, Emisiones Atmosféricas, Desechos y Ruido Ambiental. Para ello se investigara en los archivos, manuales ambientales y documentos a los cuales se pueda tener acceso en el complejo.

Luego se realizan diversas visitas a las instalaciones, con el propósito de conocer las áreas y familiarizarse con los procesos, e identificar zonas críticas ambiental y operacionalmente.

Con el objeto de identificar los aspectos ambientales que intervienen durante los procesos se ejecutaron las siguientes actividades:

- Observación de las instalaciones.
- Entrevistas informales con distintas personas que laboran en las instalaciones: ingenieros asesores ambientales, ingenieros de proceso, operadores.
- Identificación de aspectos ambientales más relevantes.

Para finalizar con el desarrollo de este objetivo se procederá a evaluar el cumplimiento de las Leyes y Decretos en materia ambiental.

3.3.2. Identificación de la relación existente entre las variables de operación y las variables ambientales relacionadas con la elaboración del instrumento.

Para el desarrollo de este objetivo, se analizara la relación entre las variables a través de consulta a ingenieros de riesgo, manuales de proceso, personal de las plantas operadores y obreros. Para ello es necesario realizar visitas y consultas en los sitios de trabajo y consulta de manuales de riesgos de las operaciones y procesos.

Luego se realizan diversas visitas a las instalaciones, con el propósito de identificar el aspecto ambiental más significativo por instalación. Para ello, es necesaria la utilización de una matriz de selección.

En esta matriz se establecen los criterios determinantes evaluados en la selección por instalación, a los cuales se les asigna un factor (V), el cual representa el porcentaje de cada criterio tomado en cuenta para la selección y una ponderación (M), que va desde el uno (1) hasta el cuatro (4), según las exigencias de las Normas legales y evaluaciones ambientales a las instalaciones industriales.

A continuación se describe el significado de cada una de las ponderaciones de los criterios, bajo (1), medio (2), alto (3) y crítico (4). Estas ponderaciones se toman de acuerdo al impacto ambiental que es ocasionado en el medio ambiente, al considerar que para el Complejo debido a su estado ambiental actual solo puede ser considerado negativo, es lógico decir que dicho impacto solo puede ser más o menos leve.

Presentando en la matriz los parámetros mas importantes, según los aspectos explicados anteriormente, tenemos generación de emisiones, efluentes, desechos y ruido, con esto se determina la discriminación por instalación de variables a estudiar, y debido a su importancia se le asignan un porcentaje de 25%. En toda matriz de selección las ponderaciones de las variables se asignan de acuerdo a su importancia, para el cual en la mayoría de los casos se torna influenciada por la óptica y visión de quienes la elaboran, considerando que ninguna de las variables en estudio debe obtener una ponderación mayor al 40%.

Se eligen los dos (2) aspectos, que obtengan mayor resultado y por consiguiente cuyo impacto es más severo en la matriz de selección para ser analizadas desde el punto de vista operacional, según la ecuación:

$$M*V=R \quad (3.1)$$

Donde:

M: ponderación de cada criterio

V: porcentaje de cada criterio (%)

R: resultado.

Luego se clasifica la severidad del impacto:

25. Bajo.

50. Medio.

75. Alto.

100. Critico.

Tabla 3.1. Modelo de la matriz de selección

Instalación o planta	Variable ambiental	V (%)	M	M*V	Severidad del impacto
Instalación o Planta	Emisiones	25			
	Efluentes	25			
	Desechos	25			
	Ruido	25			

V: Valor de cada criterio, variable ambiental; **M:** Ponderación de cada criterio; **M*V:** Resultado.

A continuación se presentan las ecuaciones a utilizar para el análisis de la relación entre las variables de proceso y ambientales:

1. Ruido

- Reynolds (Ciry, 1977):

$$Re = D \cdot V \cdot \rho \cdot \mu^{-1} \tag{3.2}$$

Donde:

D: diámetro interno de la tubería (m).

V: velocidad del fluido (m/s).

ρ : densidad del fluido (kg/m³).

μ : viscosidad absoluta (kg/m.s).

2. Emisiones

- Calor disponible (Serrano, 2005)

$$Q_{\text{disp}} = \text{PCS} - Q_{\text{gases}} \quad (3.3)$$

Donde:

PCS: es el poder calorífico superior del combustible (kJ/kg).

Q_{gases} : es la energía contenida en los gases de combustión, igual a la entalpía de productos a la temperatura de interés $H_{\text{prod}@T}$ menos la entalpía de los productos a 298,15 K, $H_{\text{prod}@298,15}$ (kJ/kg).

- Eficiencia de calderas (Serrano, 2005)

$$\eta_{\text{comb}} = [\text{PCS} - (H_{\text{prod}} - H_{\text{react}}) \cdot 100\%] / \text{PCS} \quad (3.4)$$

Donde:

H_{prod} : entalpía de los productos a la temperatura de los productos.

H_{react} : entalpía de los reactivos a la temperatura de los reactivos.

- Eficiencia del ciclón en función de la velocidad radial de la partícula (Helbert, 1971).

$$V_r = 2 \cdot V_t^2 \cdot (\rho_a - \rho_g) \cdot a^2 \cdot (9 \cdot \eta \cdot r_{\text{giro}})^{-1} \quad (3.5)$$

Donde:

V_r : velocidad radial de las partículas (m/s).

V_t : velocidad tangencial (m/s).

η : viscosidad del gas (kg/m.s).

ρ_a : densidad de la partícula (kg/m³).

ρ_g : densidad del gas (kg/m³).

a : radio de la partícula (m).

r_a : radio de giro (m).

- Intervalo de limpieza de filtros de mangas por inyección inversa (Helbert, 1971).

$$\Delta P = \mu \cdot V_s \cdot (K_p - K_l \cdot W) \quad (3.6)$$

Donde:

ΔP : presión por gota (Pulg. H₂O).

V_s : velocidad superficial (ft/min)

K_p : coeficiente de resistencia del tejido (0.01-0.04, pulg. H₂O.min/lb.)

K_l : coeficiente de resistencia de la pasta (pulg. H₂O.min/lb.ft²).

W : peso de la pasta/superficie (ft²)

μ : viscosidad del gas (lb/ft.min).

Para la culminación de este objetivo se determina la relación de las variables de operación y los dos aspectos más relevantes por instalación.

3.3.3. Elaboración del instrumento de autoevaluación ambiental, considerando aspectos técnicos y legales.

Para el alcance de este objetivo, se elaborara un instrumento que permita recabar la información mínima ambiental tanto en aspectos legales, y funcionamiento de las

instalaciones. Para ello se realizarán revisiones a otros instrumentos de igual o diferente naturaleza propios o externos, se analizarán las directrices del Sistema Integral de Gestión de la empresa (SIG), para elaboración de instrumentos, instructivos y procedimientos enmarcada en la certificación ISO- 9001.

Para la culminación de este objetivo se analizará la estructura del instrumento, tanto en aspecto legal y técnico.

3.3.4. Aplicación del instrumento de autoevaluaciones ambiental.

Para el logro de este objetivo, se aplicará el instrumento seleccionando una instalación industrial. Para ello, se realizarán visitas a la instalación y la evaluación ambiental de la misma utilizando el instrumento elaborado, de igual manera se llevarán a cabo reuniones informales con los operarios de la instalación y con especialistas en materia ambiental.

3.3.5. Análisis de los resultados de la aplicación del instrumento de autoevaluación ambiental.

Para el alcance de este objetivo, se analizarán los resultados de la aplicación del instrumento. Para ello, se evaluarán todas y cada una de los aspectos o condiciones ambientales detectadas durante la aplicación del instrumento.

Por último, se elaborará el informe técnico de conformidad con el sistema de calidad ISO-9001 adoptado por el Complejo Petroquímico Morón

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

En este capítulo se realiza el desarrollo de los objetivos específicos referente a el instrumento de evaluación ambiental del Complejo Petroquímico Morón, PEQUIVEN.

4.1 Diagnostico de la situación ambiental actual del Complejo Petroquímico Morón.

Para tener un proceso eficiente productiva y ecológicamente hablando, es primordial mantener la armonía entre la producción y el ambiente (Política de Pequiven); la eficiencia productiva se obtiene aprovechando al máximo la utilización de las materias primas, mientras que la ecológica solo se puede alcanzar cumpliendo con las leyes, normas y decretos en materia ambiental.

Para tener una visión de la situación ambiental del CPM, es necesario conocer la situación de los variables ambientales (aspecto ambiental) y, su condición según decreto al cual están sujetas. Las variables ambientales tomadas en consideración para realizar el diagnostico fueron: emisiones atmosféricas, efluentes, desechos y ruido ambiental.

Emisiones Atmosféricas.

Estudios realizados por laboratorios externos durante el año 2008 a las fuentes de emisiones fijas del complejo, en cumplimiento con el decreto N° 638. Determinaron que:

La concentración de monóxido de carbono (CO), en seis (06) de las siete (07) fuentes fijas (chimeneas) donde este parámetro fue evaluado se encuentran por encima

del límite permisible según decreto N° 638 (ver Tablas 4.1 y 4.4), cuyo valor establecido es de 400 mg/m^3 para “actividades sin normas específicas”.

La concentración de óxidos de nitrógeno (NO_x), en las fuentes fijas (chimeneas) donde este parámetro fue estimado resultaron por debajo del límite establecido según decreto N° 638 de 300 mg/m^3 (ver Tablas 4.1 y 4.2) para “actividades sin normas específicas”.

Con respecto a la concentración de dióxido de azufre (SO_2), este contaminante no se encuentra reglamentado para el total de las actividades que desarrolla el CPM, excepto para la fabricación de ácido sulfúrico cuyo valor límite es 2.850 mg/m^3 según decreto N° 638, si se toma este valor como referencia para todas las fuentes de emisiones donde este parámetro fue evaluado, se observa que se encuentran por debajo del límite (ver Tablas 4.1, 4.2 y 4.7).

En cuanto a las partículas sólidas (Cs), estas se encuentran reglamentadas en 150 mg/m^3 para la fabricación de fertilizantes según decreto N° 638; por lo cual dos (2) de las tres (3) fuentes de emisiones donde este parámetro fue evaluado cumplen, aunque muy cerca de este límite, las emisiones de fluoruro (F^-) se encuentran por encima del límite establecido $0,05 \text{ mg/m}^3$ (ver tablas 4.5 y 4.6).

Las concentraciones de amoníaco (NH_3) y metano (CH_4), no se encuentran reglamentados en el decreto N° 638. Sin embargo las emisiones de Amoníaco se encuentran muy por encima si toma como referencia los límites establecido en el decreto N° 638 de 300 mg/m^3 (ver Tablas 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5 y 4.6) para “actividades sin normas específicas”.

Tabla 4.1. Emisiones atmosféricas evaluadas en la planta de servicios industriales (I-122A) del Complejo Petroquímico Morón

CHIMENEA	FECHA	CONCENTRACIÓN			CONDICIÓN SEGÚN DECRETO Nº 638
		CO (mg/m ³)	NO _x (mg/m ³)	SO ₂ (mg/m ³)	
Caldera Nº 1	05/11/08	659	57	84,1	INCUMPLE
Caldera Nº 2	05/11/08	574	38	73,8	INCUMPLE
Caldera Nº 3	05/11/08	2000	88	1147,4	INCUMPLE
Caldera Nº 4	05/11/08	1104	50	100,2	INCUMPLE
Valor Límite (*)		400 mg/m³	300 mg/m³	N.R.	-

Fuente: Superintendencia AHO, Complejo Petroquímico Morón, 2008.

Tabla 4.2. Emisiones atmosféricas evaluadas en la planta de amoníaco del Complejo Petroquímico Morón

CHIMENEA	FECHA	CONCENTRACIÓN					CONDICIÓN SEGÚN DECRETO Nº 638
		CO (mg/m ³)	NO _x (mg/m ³)	SO ₂ (mg/m ³)	NH ₃ (mg/m ³)	CH ₄ (mg/m ³)	
H-707	04/11/08	584	31	90,4	-	-	INCUMPLE
H-100	04/11/08	969	22	144,6	-	-	INCUMPLE
H-801	04/11/08	-	-	-	276.689,84	0,84	-
H-801A	04/11/08	-	-	-	22.828,01	0,96	-
Valor Límite (*)		400 mg/m³	300 mg/m³	N.R.	N.R.	N.R.	-

Fuente: Superintendencia AHO, Complejo Petroquímico Morón, 2008.

Tabla 4.3. Emisiones atmosféricas evaluadas en la planta de sulfato de amonio del Complejo Petroquímico Morón

CHIMENEA	FECHA	CONCENTRACIÓN	CONDICIÓN SEGÚN DECRETO Nº 638
		NH ₃ (mg/m ³)	
A1	05/11/08.	10.754,82	-
A2	05/11/08.	33.462,10	-
A3	05/11/08.	19.824,12	-
Valor Límite (*)		N.R.	-

Fuente: Superintendencia AHO, Complejo Petroquímico Morón, 2008.

Tabla 4.4. Emisiones atmosféricas evaluadas en la planta de urea del Complejo Petroquímico Morón

CHIMENEA	FECHA	CONCENTRACIÓN			CONDICIÓN SEGÚN DECRETO Nº 638
		NH ₃ (mg/m ³)	CO (mg/m ³)	CO ₂ (%)	
Blow Down	07/11/08.	41.150,80	6	0,87	CUMPLE
Valor Límite(*)		N.R.	400 mg/m³	N.R.	-

Fuente: Superintendencia AHO, Complejo Petroquímico Morón, 2008.

Tabla 4.5. Emisiones atmosféricas evaluadas en la planta de N.P.K. del Complejo Petroquímico Morón

CHIMENEA	FECHA	CONCENTRACIÓN			CONDICIÓN SEGÚN DECRETO Nº 638
		C _s (mg/m ³)	F (mg/m ³)	NH ₃ (mg/m ³)	
C-300	10/11/08.	42,62	0,154	4.121,52	INCUMPLE
Valor Límite(*)		150 (mg/m³)	0,05(mg/m³)	N.R.	-

Fuente: Superintendencia AHO, Complejo Petroquímico Morón, 2008.

Tabla 4.6. Emisiones atmosféricas evaluadas en la planta de ácido fosfórico del Complejo Petroquímico Morón

CHIMENEA	FECHA	CONCENTRACIÓN				CONDICIÓN SEGÚN DECRETO N° 638
		C _s (mg/m ³)	F (mg/m ³)	NH ₃ (mg/m ³)	CH ₄ (mg/m ³)	
C-201	14/11/08.	146,17	0,161	3.840,49	5,76	CUMPLE
C-301	15/11/08.	158,39	-	-	-	INCUMPLE
C-455	06/11/08.	-	0,067	-	-	INCUMPLE
Valor Límite(*)		150 (mg/m ³)	0,05 (mg/m ³)	N.R.	N.R.	-

Fuente: Superintendencia AHO, Complejo Petroquímico Morón, 2008.

Tabla 4.7. Emisiones atmosféricas evaluadas en la planta de ácido sulfúrico del Complejo Petroquímico Morón

CHIMENEA	FECHA	CONCENTRACIÓN	CONDICIÓN SEGÚN DECRETO N° 638
		SO ₂ (mg/m ³)	
A-1	04/11/08.	2.627,9	CUMPLE
Valor Límite(*)		2.850 (mg/m³)	-

Fuente: Superintendencia AHO, Complejo Petroquímico Morón, 2008.

Nota: (*) Límites de emisión establecidos en Decreto N° 638, Gaceta Oficial N° 4.899 “Normas Sobre Calidad de Aire y Control de Contaminación Atmosférica”.

N.R.: No Reglamentado.

Efluentes.

Estudios realizados por laboratorios externos durante el año 2009 a los canales de descarga del complejo a la zona marítima costera, de acuerdo a lo estipulado en el artículo N° 12 de las descargas al medio marino costero del Decreto N° 883, arrojó los siguientes resultados:

La problemática generada por los efluentes en su mayoría se debe, a las altas concentraciones de Nitrógeno y Fósforo disueltos en las aguas residuales del CPM, esto es característico de los efluentes de industrias productoras de fertilizantes; estos parámetros exceden los valores máximos permitidos según Decreto N° 883 (ver Tablas 4.8, 4.9, 4.10 y 4.11).

Los elementos Nitrógeno (N) y Fósforo (P) son esenciales para el crecimiento de protistas y plantas y, como tales son conocidos como nutrientes o bioestimulantes, y en el caso de los mares el factor limitante es el Nitrógeno; grandes cantidades de estos elementos conlleva al crecimiento de algas, que enturbian las aguas. Las algas y otros organismos cuando mueren, son descompuestos por la actividad de bacterias, estas a su vez para llevar a cabo la descomposición de la materia orgánica requieren del oxígeno disuelto en el agua; la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO; cantidad de oxígeno disuelto en el agua que se requiere para que la materia orgánica se destruya en un tiempo determinado y temperatura constante) no representa un problema ambiental para el CPM, pero su contra parte la Demanda Química de Oxígeno (DQO; cantidad de oxígeno disuelto en el agua que se requiere para oxidar el material orgánico e inorgánico oxidable) si lo es (ver Tablas 4.8, 4.9, 4.10 y 4.11), su concentración elevada se debe a la gran cantidad de N y P oxidable.

Sin embargo, se puede decir, hablando desde un punto de vista amplio, que las concentraciones de fósforo por encima de 50 mg/L (ppm) facilitan el crecimiento de plantas dañinas; y por encima de esta concentración los procesos de coagulación pueden verse afectados adversamente. Otra consecuencia de las concentraciones

elevadas de fósforo es que ocasionan disminución del oxígeno disuelto en una corriente de agua; ello se debe a que se necesitan 160 mg. de O_2 para oxidar completamente un miligramo de fósforo contenido en una fuente orgánica (Helbert, 1971).

Las altas concentraciones de P y N encontradas en los canales 2-3 y 4 (ver Tabla 4.9 y 4.10), son debidos a la acumulación de material y productos (roca fosfática, fertilizantes granulados) en el sistema de alcantarillado, el cual se disuelve fácilmente en corriente líquida. La presencia de material y productos en el sistema de drenaje de la instalación se debe a múltiples fugas en los equipos y cintas transportadoras de la instalación de fertilizantes granulados N.P.K. (I-356A).

Por otra parte excepto el canal 1, presentan problemática con altas concentraciones de organismos coliformes, siendo estos mayores que los límites máximos permitidos según Decreto N° 883 (ver Tablas 4.9, 4.10 y 4.11); los organismos coliformes no representan un gran problema para los mares, pero su presencia en es un índice de la calidad higiénica del agua, que puede afectar los balnearios inmerso en el área de influencia del Complejo y convertirse en un problema de salud pública.

El nivel de acidez de los efluentes descargados al mar por el Complejo, también representan un problema ambiental, aún cuando el canal 1 durante el 2008 solo fue el que represento un problema como se observa en la tabla 4.1, las descargas de aguas ácidas productos de lavados químicos de equipos en la sección de fosfatados son descargadas al drenaje interno sin previo tratamiento. De igual manera, las constantes fugas de ácidos (sulfúrico y fosfórico) alcanzan los canales debido a que el tiempo de respuesta a este tipo de emergencias no es la más pronta aún cuando existen los procedimientos y normas para enfrentar este tipo de casos.

Tabla 4.8. Caracterización físico-química del canal 1, según Decreto N° 883

PARÁMETRO	CONCENTRACIÓN	DECRETO 883	CUMPLIMIENTO
Aceites y grasas	< 0,2 ppm	20	Cumple
Aluminio	1,154 ppm	5,0	Cumple
Cadmio	< 0,002 ppm	0,2	Cumple
Cobre	< 0,004 ppm	1,0	Cumple
Cromo	< 0,005 ppm	2,0	Cumple
DBO _{5,20}	No ejerce	-	Cumple
DQO	535 ppm	350	No Cumple
Fluoruros	5,56 ppm	5,0	No Cumple
Fósforo total	0,86 ppm	10	Cumple
Fósforo disuelto	0,72 ppm	**	-
Mercurio	< 0,01	0,01	Cumple
Nitrógeno total	499,6 ppm	40	No Cumple
Nitrógeno amoniacal	175,3 ppm	**	-
Nitrógeno orgánico	324,3 ppm	**	-
Nitratos	11,51 ppm	**	-
Nitritos	< 0,001	**	-
pH	9,64 unid	6-9	No Cumple
Plomo total	< 0,028	0,5	Cumple
Sólidos suspendidos total	50 ppm	**	-
Sólidos suspendidos fijos	14 ppm	**	-
Sólidos suspendido volátil	236 ppm	**	-
Sílice reactivo	10,82 ppm	**	-
Salinidad	12,81 ppm	**	-
Zinc	0,747	10	Cumple
Organismo coliformes total	0	1000	Cumple
Organismo coliformes fecal	0	**	-

Fuente: Superintendencia AHO, Complejo Petroquímico Morón, 2008.

Tabla 4.9. Caracterización físico-química del canal 2-3, según Decreto N° 883

PARÁMETRO	CONCENTRACIÓN	DECRETO 883	CUMPLIMIENTO
Aceites y grasas	< 0,2 ppm	20	Cumple
Aluminio	0,030 ppm	5,0	Cumple
Cadmio	< 0,002 ppm	0,2	Cumple
Cobre	< 0,004 ppm	1,0	Cumple
Cromo	< 0,005 ppm	2,0	Cumple
DBO _{5,20}	No ejerce	60	Cumple
DQO	1.132 ppm	350	No Cumple
Fluoruros	2,61 ppm	5,0	Cumple
Fósforo total	16,42 ppm	10	No Cumple
Fósforo disuelto	0,72 ppm	**	-
Mercurio	< 0,01	0,01	Cumple
Nitrógeno total	521,5 ppm	40	No Cumple
Nitrógeno amoniacal	170,8 ppm	**	-
Nitrógeno orgánico	350,7 ppm	**	-
Nitratos	22,60 ppm	**	-
Nitritos	0,48	**	-
pH	7,09 unid	6-9	Cumple
Plomo total	< 0,028	0,5	Cumple
Sólidos suspendidos total	10 ppm	**	-
Sólidos suspendidos fijos	8 ppm	**	-
Sólidos suspendido volátil	2 ppm	**	-
Sílice reactivo	3,18 ppm	**	-
Salinidad	19,5 ppm	**	-
Zinc	0,239	10	Cumple
Organismo coliformes total	> 2.400	1000	No Cumple
Organismo coliformes fecal	> 2.400	**	-

Fuente: Superintendencia AHO, Complejo Petroquímico Morón, 2008.

Tabla 4.10. Caracterización físico-química del canal 4, según Decreto N° 883

PARÁMETRO	CONCENTRACIÓN	DECRETO 883	CUMPLIMIENTO
Aceites y grasas	< 0,2 ppm	20	Cumple
Aluminio	0,108 ppm	5,0	Cumple
Cadmio	< 0,002 ppm	0,2	Cumple
Cobre	0,144 ppm	1,0	Cumple
Cromo	< 0,005 ppm	2,0	Cumple
DBO _{5,20}	20	60	Cumple
DQO	119 ppm	350	Cumple
Fluoruros	1,83 ppm	5,0	Cumple
Fósforo total	27,17 ppm	10	No Cumple
Fósforo disuelto	18,89 ppm	**	-
Mercurio	< 0,01	0,01	Cumple
Nitrógeno total	322,1 ppm	40	No Cumple
Nitrógeno amoniacal	104,7 ppm	**	-
Nitrógeno orgánico	217,35 ppm	**	-
Nitratos	Interferencia	**	-
Nitritos	0,87	**	-
pH	7,64 unid	6-9	Cumple
Plomo total	< 0,028	0,5	Cumple
Sólidos suspendidos total	80 ppm	**	-
Sólidos suspendidos fijos	16 ppm	**	-
Sólidos suspendido volátil	64 ppm	**	-
Sílice reactivo	3,19 ppm	**	-
Salinidad	2,74 ppm	**	-
Zinc	0,099	10	Cumple
Organismo coliformes total	> 2.400	1000	Cumple
Organismo coliformes fecal	1.100	**	-

Fuente: Superintendencia AHO, Complejo Petroquímico Morón, 2008.

Tabla 4.11. Caracterización físico-química de la PTAS, según Decreto N° 883

PARÁMETRO	CONCENTRACIÓN	DECRETO 883	CUMPLIMIENTO
Aceites y grasas	< 0,2 ppm	20	Cumple
Aluminio	1,123 ppm	5,0	Cumple
Cadmio	< 0,002 ppm	0,2	Cumple
Cobre	< 0,004 ppm	1,0	Cumple
Cromo	< 0,005 ppm	2,0	Cumple
DBO _{5,20}	38	60	Cumple
DQO	230 ppm	350	Cumple
Fluoruros	0,39 ppm	5,0	Cumple
Fósforo total	1,15 ppm	10	Cumple
Mercurio	< 0,01	0,01	Cumple
Nitrógeno total	248 ppm	40	No Cumple
Nitrógeno amoniacal	145,2 ppm	**	-
Nitrógeno orgánico	102,8 ppm	**	-
Nitratos	Interferencia	**	-
pH	7,72 unid	6-9	Cumple
Plomo total	< 0,028	0,5	Cumple
Sólidos suspendidos total	31 ppm	**	-
Sólidos suspendidos fijos	16 ppm	**	-
Sólidos suspendido volátil	15 ppm	**	-
Sílice reactivo	7,18 ppm	**	-
Salinidad	0,42 ppm	**	-
Zinc	0,072	10	Cumple
Organismo coliformes total	> 2.400	1000	Cumple
Organismo coliformes fecal	210	**	-

Fuente: Superintendencia AHO, Complejo Petroquímico Morón, 2008.

Nota: (**) No se han establecido límites para la concentración de este parámetro.

Desechos.

Durante las actividades cotidianas del Complejo se generan diversos tipos de desechos (comunes, metálicos, materiales peligrosos); la problemática actual de estos radica en la generación, seguimiento, control y gestión de los mismos.

Las instalaciones no cuentan con dispositivos de segregación de desechos comunes (cartón, papel, materia orgánica, plásticos, fibras textiles etc.), y así, dar cumplimiento al artículo N° 24 del Decreto 2.216, que trata sobre el reciclaje, reutilización y aprovechamiento de residuos sólidos cuyas características lo permitan; esto a su vez trae como consecuencia la disminución de la vida útil del relleno sanitario del Complejo, cuyo lapso no debe ser menor a 15 años según el artículo 26 del mismo decreto.

Los desechos sólidos metálicos (material ferroso, catalizadores de níquel) por su parte no representan un problema, ya que estos se gestionan debidamente, y luego son vendidos como material reciclable.

La problemática de mayor relevancia recae sobre los desechos de tipo peligroso, aunque el complejo no es un generador continuo sino estacionario en el tiempo, se encuentran gran cantidad de aceites, material textil impregnado con grasas o aceites, bifenilos policlorados (PCB's), catalizadores generados por las instalaciones de amoníaco y ácido sulfúrico (Co/Mo, Al_2O_3 , NiO, CuO, V_2O_5 , ver Tablas 4.12, 13, 14, 15 y 16), estos vinieron acumulándose a través del tiempo, conformando un pasivo ambiental importante. El Decreto 2.635 estipula (1) año como tope para el almacenamiento temporal dentro de las instalaciones; y el Registro de Actividades Susceptibles de Degradar el Ambiente (RASDA) emitido por Ministerio de Ambiente (MPPPA) declara al Complejo como generador de material peligroso, y le atribuye solo permiso como almacenador temporal dentro de las instalaciones.

Tabla 4.12. Catalizadores gastados ubicados en área cercana a la I-180A

Equipo o Reactor	Tambores	Metal Presente
Reformador Primario (A-701)	65	Níquel, (Ni)
Reformador Secundario (A-702)	73	Níquel, (Ni)
Convertidor de Baja Temperatura (A-705)	173	Zinc (Zn), Cobre (Cu)
Reactor de Síntesis (A-801)	135	Hierro (Fe)
TOTAL	446	

Fuente: Superintendencia AHO, Complejo Petroquímico Morón 2008.

Tabla 4.13. Catalizadores ubicados en área de la antigua planta de clorosoda

Ubicación	Tambores	Metal Presente
Al lado de Catedral (Mezclados)	300	Níquel, Zinc, Cobre, Ni, Zn, Cu
Detrás de la Catedral (Mezclados)	150	Níquel, Zinc, Cobre, Ni, Zn, Cu
Patio de Ácido Sulfúrico (A-703)	22	Hierro, Cromo, Cobre, Fe, Cr, Cu
SR-701A/B	13	Zinc, Zn
TOTAL	485	

Fuente: Superintendencia AHO, Complejo Petroquímico Morón 2008.

Tabla. 4.14. Catalizadores gastados ubicados en las instalaciones 215/218

Almacenamiento	Cantidad M3	Metal Presente
Contenedores	300	Pentóxido de Vanadio

Fuente: Superintendencia AHO, Complejo Petroquímico Morón 2008.

Tabla 4.15. Catalizadores almacenados inadecuadamente en la instalación 180A

SAP	Tambores	Metal Presente
255674 (LSK HALDOR TOPSOE) (A-703)	47	Hierro, Cromo, Cobre, Fe, Cr, Cu
414310 (LSK HALDOR TOPSOE) (A-705)	6	Cubre, Zinc
255716 (A-701 HALDOR TOPSOE)	6	Níquel
322796 (Desulfuradores/Katalco)	13	Zinc, Zn
255703 (A-705)	23	Cubre, Zinc
TOTAL	95	

Fuente: Superintendencia AHO, Complejo Petroquímico Morón 2008.

Tabla. 4.16. Catalizadores gastados de la unidad de reformación de la I-180A almacenados inadecuadamente (tubos de arpas)

Descripción	Cantidad Unidades	Metal Presente	Cantidad TM
Tubos/ Catalizador Gastado	224	Níquel/Acero	81,73

Fuente: Superintendencia AHO, Complejo Petroquímico Morón 2008.

El sitio de almacenamiento temporal del Pentóxido de Vanadio y los catalizadores de amoníaco y el almacenamiento no son los mas idóneos (ver Figura 4.1), según lo estipulado en el artículo N° 16 del Decreto 2.635, referido al almacenamiento de material peligroso.

Para la fecha la Superintendencia de Asuntos Ambientales lleva a cabo procesos administrativos para el manejo, transporte y destrucción de estos pasivos ambientales, de acuerdo al decreto.



Figura 4.1. Almacenamiento inadecuado de los catalizadores de las instalaciones de ácido sulfúrico y amoníaco

Ruido ambiental.

El ruido ambiental causado por las actividades u/o procesos de las instalaciones, constituye uno de los problemas medioambientales en el Complejo, aunque por regla general, las acciones destinadas a reducirlo han estado menos prioritarias que las destinadas a otros tipos de contaminación como las del agua o las del aire. Solo la

contaminación acústica que crece de forma substancial en nuestro medio aun no ha recibido el interés adecuado para reducirlo. El origen del ruido lo encontramos en las actividades humanas y está asociado especialmente a los procesos del Complejo.

Los datos disponibles sobre la situación actual y las previsiones en términos de ruido ambiental son por ahora limitadas; sin embargo, estudios realizados durante el año 2007, para caracterizar la línea base de ruido ambiental requisito del estudio de impacto ambiental, para el desarrollo del complejo (Ver Tablas 4.17 y 4.18), permite inferir que la situación del ruido ambiental, sigue siendo la misma en el mejor de los casos, pero de igual manera pudo verse agravada en detrimento del ambiente, por lo cual el estatus de acuerdo a la norma no esta claro en estos momentos.

En dicho estudio se hizo referencia a la identificación de aquellos límites valedero que dieran criterios técnicos al momento de evaluar y obtener los resultados partiendo de lo existente y futuros, esto es con relación a los puntos base para caracterizar la línea de ruido ambiental. Por tanto se considero la planimetría del área y la ubicación de las plantas existente y las venidera y como se desplaza el ruido en el ambiente, conocida la forma de transmisión del ruido y su vehiculo como es el aire, de allí se considero ubicación, fuentes y área de cada uno de los puntos, como se observa en la Figura 4.2.

Los resultados de este estudio presentan los espectros sónicos de una línea base de ruido ambiental, producido por los procesos de las plantas industriales del Complejo Petroquímico Morón, dándose a conocer la influencia de cada fuente estacionaria adyacente a cada punto o estación de muestreo, dejándose así establecida la caracterización actual, brindando la posibilidad de continuar con un plan de evaluaciones de este factor de contaminación ambiental a futuro después de establecidas las nuevas plantas (Amado Palacios, 2007).

En resumen se presenta la siguiente tabla donde se observa como a través de los puntos de la línea base caracterizada, los niveles de ruido ambiental cumplen o se desvían de acuerdo a la exigencia del Decreto N° 2217.

Tabla 4.17. Estatus de acuerdo al Decreto N° 2217

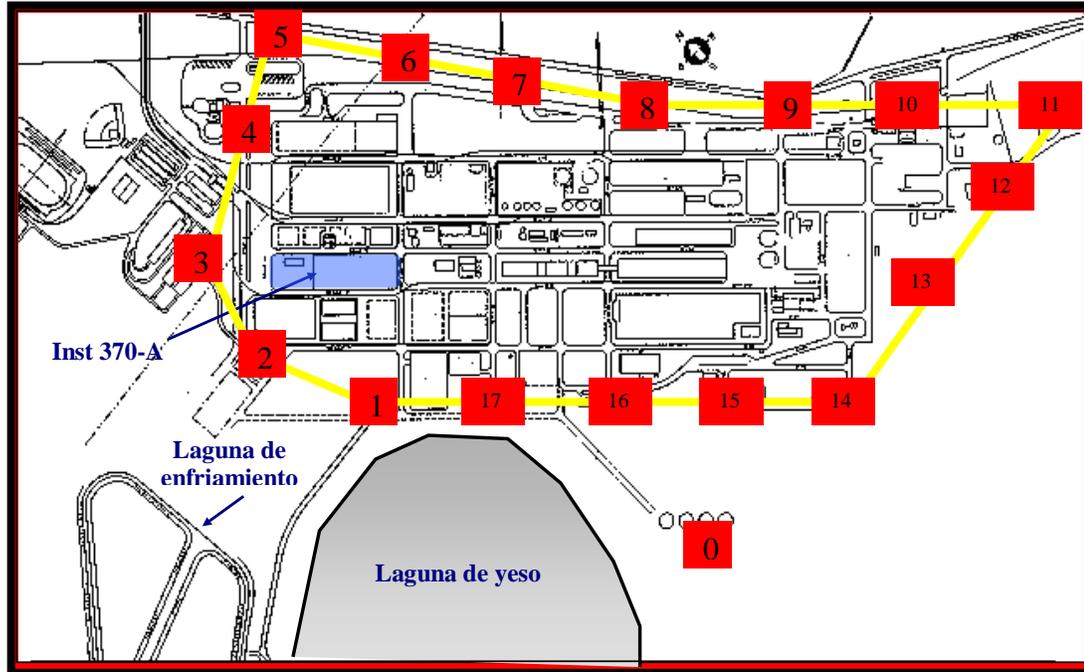
N ° Punto	Periodo	Estatus de acuerdo al Decreto N° 2217
0	Diurno	Si
	Nocturno	Si
1	Diurno	Si
	Nocturno	Si
2	Diurno	Si
	Nocturno	Si
3	Diurno	Si
	Nocturno	Si
4	Diurno	Si
	Nocturno	Si
5	Diurno	Si
	Nocturno	Si
6	Diurno	No
	Nocturno	No
7	Diurno	No
	Nocturno	No
8	Diurno	No
	Nocturno	No
9	Diurno	No
	Nocturno	No
10	Diurno	No
	Nocturno	No
11	Diurno	No
	Nocturno	Si
12	Diurno	No
	Nocturno	No
13	Diurno	No
	Nocturno	No
14	Diurno	No
	Nocturno	No
15	Diurno	Si
	Nocturno	No
16	Diurno	No
	Nocturno	No
17	Diurno	No
	Nocturno	No

Fuente: Superintendencia AHO, Complejo Petroquímico Morón 2007.

Tabla 4.18. Datos de la línea base de ruido del Complejo Petroquímico Morón.

N ° Punto	Fecha	Hora	Periodo	Leq dB A	L ₁₀ dB A	Lmin dB A	Lmax dB A
0	08/02/2007	10 :00	Diurno	67,8	69	64	72
	03/04/2007	21:55	Nocturno	66,1	62	60	69
1	08/02/2007	10:40	Diurno	70,4	70	65	75
	03/04/2007	21:25	Nocturno	69,5	65	61	73
2	08/02/2007	10:56	Diurno	69,1	70	61	72
	22/03/2007	23:30	Nocturno	67,4	65	59	71
3	08/02/2007	11:15	Diurno	58,2	60	55	63
	22/03/2007	23:05	Nocturno	57,6	57	56	61
4	08/02/2007	11:30	Diurno	70,1	72	67	75
	22/03/2007	22:40	Nocturno	58,7	59	57	64
5	08/02/2007	12:00	Diurno	72,3	69	68	78
	22/03/2007	22:35	Nocturno	69,5	68	64	74
6	08/02/2007	01:25	Diurno	75,4	78	70	80
	22/03/2007	22:10	Nocturno	79,2	68	63	70
7	08/02/2007	01:45	Diurno	80,7	81	75	83
	22/03/2007	21:45	Nocturno	79,2	77	75	82
8	08/02/2007	02:20	Diurno	81,3	82	74	83
	13/03/2007	23:00	Nocturno	66,4	67	62	69
9	08/02/2007	02:50	Diurno	82,0	83	75	84
	13/03/2007	22:30	Nocturno	71,4	69	67	73
10	08/02/2007	03:25	Diurno	89,6	91	84	94
	13/03/2007	22:00	Nocturno	88,5	87	84	90
11	12/02/2007	09:30	Diurno	77,2	77	72	81
	13/03/2007	21:50	Nocturno	65,0	63	61	68
12	12/02/2007	10:20	Diurno	84,6	84	74	86
	13/03/2007	21:30	Nocturno	84,0	81	77	83
13	12/02/2007	10:50	Diurno	76,0	85	75	88
	08/03/2007	22:55	Nocturno	73,9	83	81	87
14	12/02/2007	11:20	Diurno	73,9	76	69	79
	08/03/2007	22:40	Nocturno	68,5	71	70	76
15	12/02/2007	11:45	Diurno	75,8	73	69	77
	08/03/2007	22:20	Nocturno	74,3	69	65	70
16	12/02/2007	01:20	Diurno	73,4	77	67	79
	08/03/2007	21: 50	Nocturno	74,3	71	70	76
17	12/02/2007	01:40	Diurno	73,4	71	66	77
	08/03/2007	21:35	Nocturno	74,3	75	69	76

Fuente: Superintendencia AHO, Complejo Petroquímico Morón 2007.



Fuente: Superintendencia AHO, Complejo Petroquímico Morón 2007.

Figura 4.2. Línea Base de Ruido Ambiental del Complejo Petroquímico Morón.

4.2. Identificación de la relación existente entre las variables de operación y las variables ambientales relacionadas con la elaboración del instrumento.

El objeto de todo proceso industrial será la obtención de un producto final, de unas características determinadas de forma que cumpla con las especificaciones y niveles de calidad exigidos por el mercado, cada día más restrictivos. Esta constancia en las propiedades del producto sólo será posible gracias a un control exhaustivo de las condiciones de operación (variables de procesos), ya que tanto la alimentación al proceso como las condiciones del entorno son variables en el tiempo. La misión del sistema de control de proceso será corregir las desviaciones surgidas en las variables de proceso respecto de unos valores determinados, que se consideran óptimos para conseguir las propiedades requeridas en el producto producido.

El sistema de control nos permitirá una operación del proceso más fiable y sencilla, al encargarse de obtener unas condiciones de operación estables, y corregir toda desviación que se pudiera producir en ellas respecto a los valores de ajuste.

Las principales características que se deben buscar en un sistema de control serán:

1. Mantener el sistema estable, independiente de perturbaciones y desajustes.
2. Conseguir las condiciones de operación objetivo de forma rápida y continua.
3. Trabajar correctamente bajo un amplio abanico de condiciones operativas.
4. Manejar las restricciones de equipo y proceso de forma precisa.

La implantación de un adecuado sistema de control de proceso, que se adapte a las necesidades de nuestro sistema, significará una sensible mejora de la operación.

Principalmente los beneficios obtenidos serán:

- Incremento de la productividad
- Mejora de los rendimientos
- Mejora de la calidad
- Ahorro energético
- Seguridad operativa
- Optimización de la operación del proceso/ utilización del equipo
- Fácil acceso a los datos del proceso
- Control medioambiental

En la mayoría de los estudios realizados al comportamiento y control de las variables de operación, solo se estudia su influencia sobre la productividad, el rendimiento y la calidad, quedando en segundo plano otros aspectos, y en algunos casos la relación con el control medioambiental solo se estudia en la fase conceptual y de diseño mas por una obligación de cumplimiento al aspecto legal que por una conducta ambiental definida; el afán por elevar la producción para satisfacer la demanda del mercado y el poco mantenimiento de estos sistemas de control ambiental,

hacen que estos controles no trabajen eficientemente generándose un impacto ambiental negativo sobre el ambiente.

En la Tabla 4.19 se muestran las variables ambientales de mayor incidencia y requieren de un control urgente por instalación.

Tabla 4.19. Matriz de selección de la(s) variable(s) según el impacto ambiental generado

Instalación o planta	Variable ambiental	V (%)	M	M*V	Severidad del impacto
Servicios industriales	Emisiones	25	4	100	Critico
	Efluentes	25	3	75	Alto
	Desechos	25	2	50	Medio
	Ruido	25	4	100	Critico
Instalación 180-A (Amoniaco)	Emisiones	25	3	75	Alto
	Efluentes	25	3	75	Alto
	Desechos	25	4	100	Critico
	Ruido	25	4	100	Critico
Instalación 301-A (Urea)	Emisiones	25	2	50	Media
	Efluentes	25	4	100	Critico
	Desechos	25	1	25	Bajo
	Ruido	25	3	75	Alto
Instalación 330	Emisiones	25	3	75	Alto
	Efluentes	25	3	75	Alto
	Desechos	25	2	50	Medio
	Ruido	25	2	50	Medio
Instalación 215/218 (Ácido Sulf.)	Emisiones	25	4	100	Critico
	Efluentes	25	3	75	Alto
	Desechos	25	4	100	Critico
	Ruido	25	3	75	Alto

Tabla 4.19. Matriz de selección de la(s) variable(s) según el impacto de generado. (Continuación)

Instalación o planta	Variable ambiental	V (%)	M	M*V	Severidad del impacto
Instalación 370-A (Ácido Fosf.)	Emisiones	25	3	75	Alto
	Efluentes	25	4	100	Critico
	Desechos	25	3	75	Alto
	Ruido	25	3	75	Alto
Instalación 356-A (N.P.K)	Emisiones	25	3	75	Alto
	Efluentes	25	3	75	Alto
	Desechos	25	2	50	Medio
	Ruido	25	2	50	Medio
Instalación 390 (R.P.A/D.A.P)	Emisiones	25	3	75	Alto
	Efluentes	25	3	75	Alto
	Desechos	25	2	50	Medio
	Ruido	25	2	50	Medio

V: Valor de cada criterio, variable ambiental; **M:** Ponderación de cada criterio; **M*V:** Resultado.

El impacto ambiental producido por cada instalación está supeditado a la naturaleza de la misma, en cuanto a producto elaborado, insumos, materias primas y procesos, por lo cual la severidad del impacto no es comparable entre una instalación u otra, este indicador solo le da prioridad a uno o varios aspectos ambientales sobre otros dentro cada instalación.

De la misma manera como no se acepta que comparar la severidad del impacto, entre instalaciones es lo correcto, se puede aseverar que algunas variables ambientales son afectadas por los mismos factores independientemente de las instalaciones u procesos, y su relación con las variables de control de procesos se pueden generalizar, este es el caso del ruido y los desechos.

Desechos.

En su mayoría los desechos industriales denominados comunes (cartón, plásticos, madera, restos de comida, papel entre otros), no pueden relacionarse con alguna variable de proceso, sino que son consecuencia de las actividades rutinarias del personal (propio o contratado), esto se ve evidenciado en la totalidad de las instalaciones; allí que, el problema radique en la gestión y control de los mismos dentro de las instalaciones, lo cual implica mejorar las practicas de trabajo y la implementación de un sistemas de gestión y control de desechos en cada instalación.

Los desechos sólidos como material ferroso, aluminio, otros metales y aquellos cuyas características no representan peligrosidad (carbón activado, arena de filtros) son generados por el mantenimiento de equipos, sustitución tanto por falla o por agotamiento, y al igual que los desechos comunes debe ser gestionado debidamente.

La generación de material peligroso en su mayoría catalizadores, en el caso de las instalaciones 180-A, 215/218 (ver Tabla 4.12), se deben al cambio de los mismos, relacionado con la variable tiempo de uso, en un proceso estable, bajo control en el tiempo, se maximiza la vida útil de estos.

En la instalación 180-A (amoníaco) el tiempo de vida útil de los catalizadores de Reformación (óxido de Níquel soportado en alumina $\text{NiO}/\text{Al}_2\text{O}_3$) y Síntesis (centros activos de óxido de hierro FeO) puede verse disminuido si no se controlan los parámetro, en las etapas de hidrodesulfuración previa a reformación y conversión de CO_2 y metanación anterior a Síntesis, ya que los compuestos de azufre envenenan los catalizadores de Reformación y el CO_2 y el CO hace lo propio con el catalizador de Síntesis.

Ruido.

Desde el punto de vista físico, las ondas sónicas que ocasionan el ruido, son vibraciones que se propaga en un medio elástico y para que se produzca sonido se requiere la existencia de un cuerpo vibrante, denominado foco y de un medio elástico

que transmita esas vibraciones, siendo su propagación lo que constituye y lo denominado como onda sonora. El ruido ocasionado por el Complejo esta estrechamente relacionado a variables como el flujo y la presión, inherente a los procesos.

Generalmente el ruido generado en tuberías es producto del flujo, en particular el flujo turbulento Re mayor a 2200. El Reynolds (Re) es un factor adimensional que determina el régimen de flujo, (Cyril, 1977).

Altas velocidades determinan un régimen de flujo turbulento, esto se deduce de la ecuación 3.2; el Complejo en todos sus procesos, maneja flujos de estas características, lo cual determina que los niveles de ruido sean elevados. Aunque la mayoría del ruido ocasionado por tuberías se debe probablemente a fluidos turbulentos, a veces existen condiciones a velocidades de fluido relativamente bajas, donde se producen resonancias mecánicas en partes tales como válvulas y bombas, el flujo uniforme de fluido pasa por alguna parte de un elemento, tal como el asiento de una válvula o su vástago, introducido en la corriente, puede inducirla a vibrar, produciendo un ruido permanente de un tono casi puro; igualmente en esta clase de equipos, se da origen al fenómeno de la cavitación, que da como resultado niveles de ruido muy incrementados (Cyril, 1977).

La cavitación sucede a velocidades de flujo que son bastante críticas para un sistema en particular, pero que son difíciles de predecir, a causa de que, la cavitación es función de la presión estática, la temperatura y la configuración geométrica del sistema. Para que tenga lugar la cavitación debe existir una restricción local en el medio que se mueve el flujo, que da como resultado altas velocidades localizadas y bajas presiones. En vapor y sistemas de gas, las válvulas y otros elementos pueden comportarse como resonadores de Helmholtz, ocasionando un ruido muy intenso (Cyril, 1977).

Otro factor de ruido, son los producidos por factores mecánicos, asociado a válvulas, turbinas, bombas, molinos, ventiladores o equipos rotatorios. Estas maquinas

tienen componentes vibrantes, en contacto mecánico estrecho con los fluidos o las paredes de las tuberías, provocando una transferencia de energía al sistema. A menudo, el ruido debido a estas fuentes, esta asociado a la velocidad de rotación de la bomba o motores.

Otras fuentes de ruido son los venteo inherentes a los procesos, utilizados para liberar presión y mantener la presión parcial de uno o varios gases (I-180A, P.S.A), y a la expansión o compresión de fluidos (compresores y turbinas).

Emisiones.

Por su parte, las emisiones son un aspecto ambiental que necesitan un control estricto en cualquier proceso industrial, pero para ello es necesario conocer y entender a fondo el comportamiento relacionado con las variables de proceso, para minimizar el impacto desde la fuente misma o de los controles necesarios para minimizar su impacto al ambiente.

El Complejo genera el cien por cien (100%) de los servicios, entre ellos gran cantidad de vapor de agua, para generar gran parte de este vapor se utilizan calderas que trabajan con metano como combustible, ubicadas en la instalación de servicios industriales, amoniaco, NPK y ácido fosfórico. En el objetivo 4.1, se realizó el diagnostico de las fuentes fijas de emisiones, resultando las calderas H-1/2/3/4, de servicios industriales objetos de un riguroso estudio.

De acuerdo a los parámetros controlados en las calderas servicios industriales, el control ambiental recae sobre el porcentaje de aire, según Serrano 2005, el efecto de una buena mezcla disminuye la concentración de monóxido de carbono en los gases de combustión.

Las emisiones de material particulado (polvos, PM10), conforma uno de los aspectos ambientales mas importantes a controlar en el Complejo Petroquímico Morón.

Estas emisiones son producidas en las instalaciones de ácido fosfórico (I-370A), DAP (I-360A) y NPK (I-356A).

Al estudiar las causas que originan altas concentraciones de polvos, que puedan alterar la calidad del aire del ambiente, y como consecuencia violación de la norma ambiental, es necesario estudiar los elementos de control (ciclones, Lavadores de gases filtros) y como se comportan en relación a la variación de ciertos parámetros.

La Figura 4.3 reproduce un esquema muy simple de un colector ciclónico básico. Se hace penetrar a la totalidad de la corriente de gas junto con las partículas que arrastra el vórtice controlado de la parte cilíndrica del ciclón. En virtud de su rotación V_t , junto con el gas transportador en torno al eje del tubo y también de su mayor densidad con respecto al gas, las partículas arrastradas se ven lanzadas hacia las paredes a una velocidad V_r , por acción de la fuerza centrífuga. Allí son conducidas por acción de la gravedad y/o por otras turbulencias secundarias hacia la salida dispuesta para el polvo en la parte interior del tubo. El vórtice del flujo, dejando la mayoría de las partículas atrás, hace que los gases limpios escapen del colector (Helbert, 1971).

Las variables críticas que intervienen en V_r aparecen especificadas en la ecuación 3.5 (Helbert, 1971). Dichas variables son el radio de la partícula, la densidad de las mismas, su velocidad tangencial, que es función de la presión del gas, la viscosidad de éste. Hablando desde el punto de vista general, podemos decir que la eficiencia es función creciente V_r . Esta relación no se puede definir en forma explícita, principalmente a causa de factores tales como partículas, la variación en su magnitud y las interacciones entre ellas, pero con esta ecuación se puede identificar los factores que influyen sobre el grado de eficacia, y su tendencia resulta evidente, por ejemplo a medida que aumenta el radio de la partícula, V_r experimentara un incremento notable, traduciéndose en un aumento de la eficacia (Helbert, 1971). Esto aparece ilustrado en la figura 4.4, que nos muestra las características básicas del rendimiento de un colector ciclónico típico.

$$V_r = 2 \cdot V_t^2 \cdot (\rho_a - \rho_g) \cdot a^2 \cdot (9 \cdot \eta \cdot r_{giro})^{-1}$$

Donde:

V_r : velocidad radial de las partículas (m/s).

V_t : velocidad tangencial (m/s).

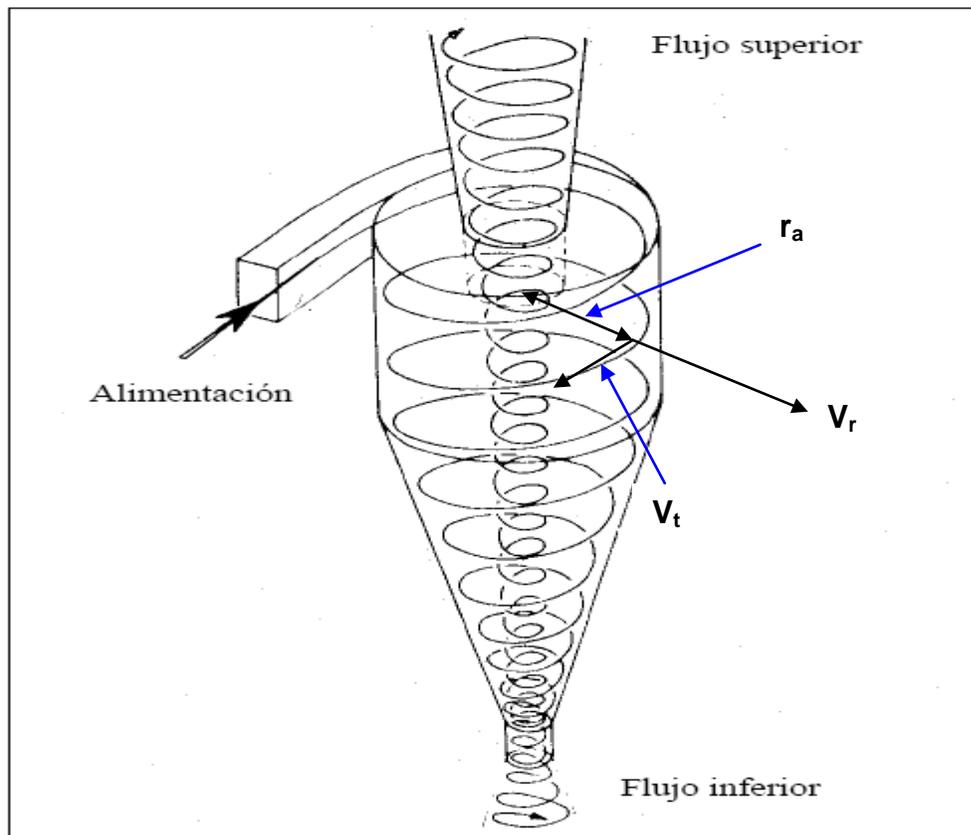
η : viscosidad del gas (kg/m.s).

ρ_a : densidad de la partícula (kg/m³).

ρ_g : densidad del gas (kg/m³).

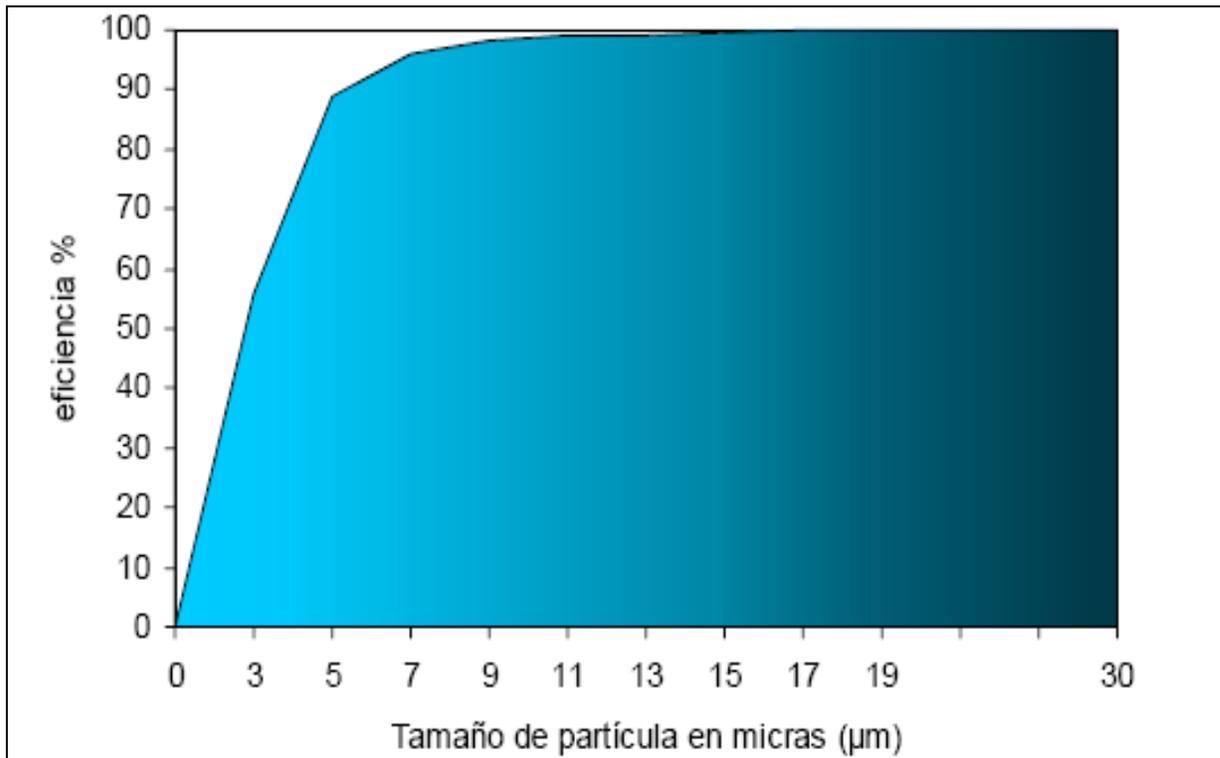
a : radio de la partícula (m).

r_a : radio de giro (m).



Fuente: Helbert, 1971.

Figura 4.3. Principio de funcionamiento de un colector ciclónico en base a las fuerzas de inercia



Fuente: Grubber, 2008.

Figura 4.4. Diagrama de eficiencia típico de un colector ciclónico

El aumento de la eficiencia de separación de un ciclón al incrementarse la densidad de la partícula a separar es un resultado lógico ya que si se tienen partículas con un volumen muy pequeño, un aumento en la densidad del material significa un aumento en la masa de dichas partículas, lo cual se traduce en un aumento de la fuerza centrífuga con la que serán proyectadas hacia la pared del separador, mejorando la eficiencia de separación (Helbert, 1971).

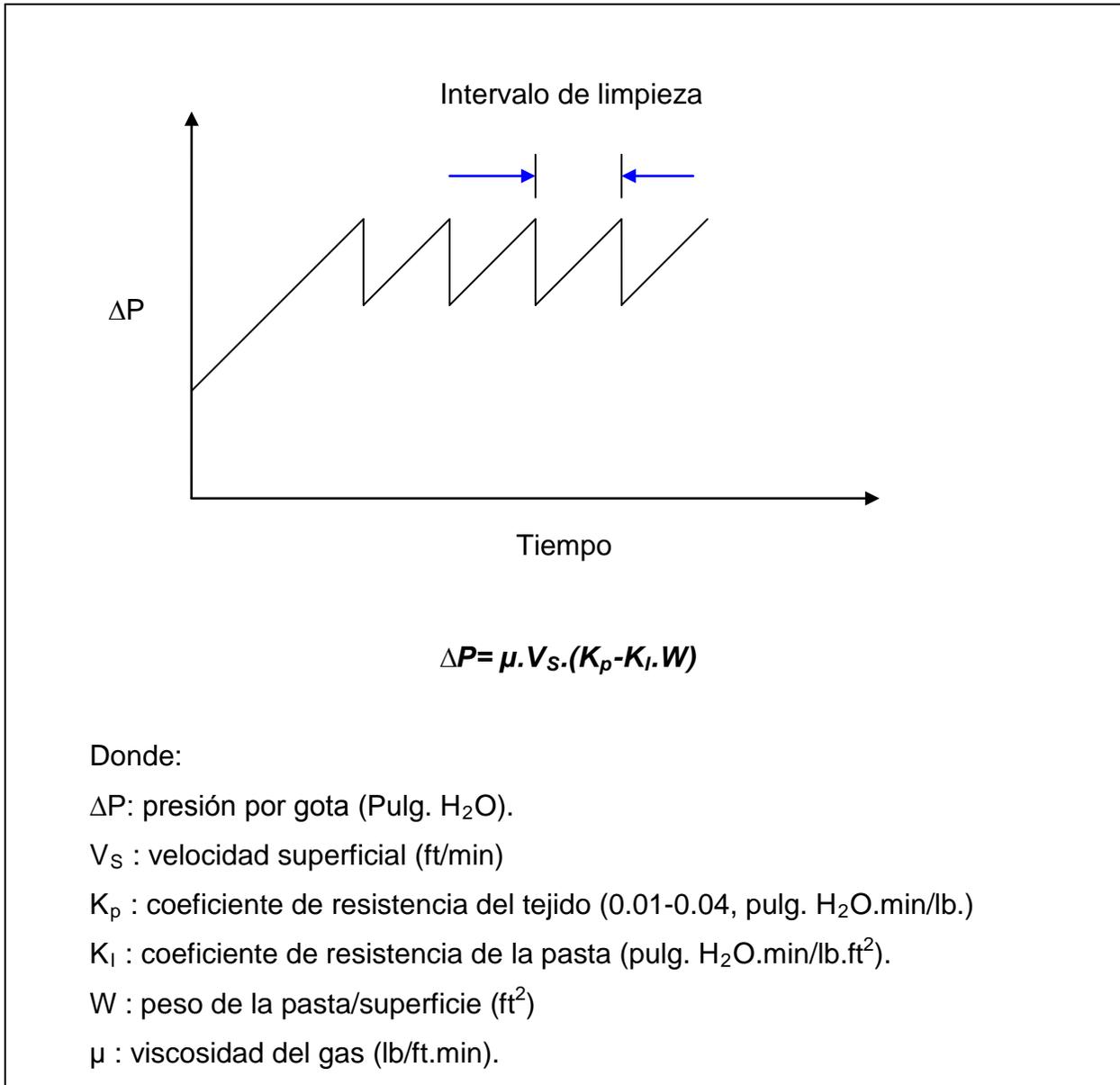
La influencia de la viscosidad del gas en la eficiencia de la separación puede fácilmente extrapolarse a la influencia de la temperatura del mismo en la operación de los ciclones, ya que existe una dependencia directa entre la viscosidad de los gases y su temperatura. Por lo anterior, puede afirmarse que un aumento en la temperatura del gas repercutirá en la eficiencia de separación debido al aumento en la fuerza de arrastre ejercido sobre la partícula.

Los niveles altos de emisiones en la instalación de producción de Ácido Fosfórico (I-370A), son debido a estas causas, ya que la roca fosfática, proveniente de las minas de Riecito estado Falcón, ingresan a la sección 100 recepción de roca sin la granulometría requerida (10 micras), y en la sección 200 secado, la humedad no esta siendo retirada eficientemente, y esto ocasiona que el sistema recuperador de polvos de secado, no trabaje eficientemente. Otro fenómeno importante y particular que allí ocurre, es que a causa de la humedad del grano más grande, los polvos finos se adhieren a estos, y al entrar al ciclón son descargados por la parte inferior, recuperados y enviados a los silos SR-202 A/B/C, durante el almacenamiento que se realiza por la parte superior de los silos, a una altura de 20 metros aproximadamente, los polvos finos se desprenden por la acción de las corrientes de aire y se dispersan en el ambiente de trabajo.

Otro dispositivo que hay que considerar en la sección de secado (I-370A) son los filtros de tejido, desde un punto de vista técnico, es raro que haya que hacer predicciones respecto a su eficiencia, ya que suelen ser superior a 96 por 100 casi de forma automática.

El método utilizado para la limpieza de los filtros en la instalación es por aire inverso, consiste en la introducción, en contracorriente y durante un breve periodo de tiempo de un chorro de alta presión mediante una tobera conectada a una red de aire comprimido, siempre que se les mantenga en condiciones adecuadas de funcionamiento, la dificultad técnica radica en la determinación del ciclo de limpieza, el cual depende a su vez de determinar correctamente la caída de presión, que hará posible el funcionamiento adecuado del aparato a un coste mínimo (Helbert, 1971).

Estos factores aparecen reproducidos en la Figura 4.5, que enumera las características típicas del funcionamiento de un filtro a base de bolsas o mangas. En el momento o, cuando el filtro este limpio, la perdida de presión es poca, aumentara en la forma que se refleja en la ecuación 3.5 (Helbert, 1971).



Fuente: Helbert, 1971.

Figura 4.5. Intervalo de limpieza de filtros de mangas por inyección inversa

Los filtros de mangas del sistema de recuperación de polvo al contrario de los ciclones se ven favorecidos mientras más finos sean los polvos, por eso se encuentran ubicados en la descarga de gases de los ciclones, pero al entrar con condiciones de humedad elevadas, hace que la pasta que se forma en ellos no sea fácil de limpiar, ocasionando que la caída de presión sea mayor, y por consiguiente el intervalo de

limpieza sea variable, necesitando además mayor velocidad de aire de abatimiento para su limpieza, disminuyendo la vida útil del tejido de los filtros (Helbert, 1971)

Los lavadores de gases utilizados en la instalación 370A (ácido fosfórico), es de tipo horizontal, su eficiencia es elevada entre 99,0-99.5 por ciento, su principio de funcionamiento consiste en la absorción química, se hace pasar el gas por etapas a través de un líquido que es distribuido uniformemente, entre dos etapas de empaques; el control sobre estos equipos radica en mantener el flujo de agua necesario para depurar los gases, ya que los gases y humos suelen ser variables, dependen del tenor de la roca fosfática.

El funcionamiento de la sección de lavado de gases de la instalación de fertilizantes granulados (I-356A), tal como se explico en el capítulo II, depende mucho del flujo de licor de lavado necesario para abatir los gases, y de su densidad la cual es controlada mediante un flujo de agua potable continuo en el SC-300, la densidad del licor depende de la formula del fertilizante que se este elaborando, ya que la cantidad de energías y materias primas (H_3PO_4 , H_2SO_4 , NH_3 , KCl, arena) varían; y la cantidad de gases que deben ser lavados también.

Efluentes.

El Complejo genera a través de sus diferentes procesos u operaciones un volumen apreciable efluentes líquidos; cuando se detectan efluentes es importante no solo determinar las fuentes y vertidos de efluentes líquidos y sus características, sino indagar la verdadera causa de origen del efluente. Ello permite:

- Localizar el punto de generación.
- Hacer las correcciones y tratamientos adecuados.
- Evitar una sobrecarga del sistema de tratamiento, que induciría a su mal funcionamiento.
- Evitar la salida de mayor cantidad de contaminantes al ambiente (que no pueden ser tratados).

Para establecer una relación entre las variables y condiciones de procesos que puedan generar una mayor o menor cantidad de efluentes, mas o menos contaminado, es necesario localizar el o los punto de generación y estudiar la sección u proceso de la instalación en el cual son generados. En la Tabla 4.20 se identifican los puntos de descarga de efluentes con mayor relevancia por instalación:

Tabla. 4.20. Puntos de descargas de efluentes por instalación

Instalación industrial	Punto de descarga	Tipo de efluente	Proceso generador
Urea (I-301A)	SC-11/15/16/17/18	Condensado	Compresión de CO ₂
	F-9A/B	Condensado (Sol. Amoniacal)	Recuperación y evaporación de Vacío
	F-32/33/34/35/36/37	Condensado (Sol. Amoniacal)	Evaporación de vacío
Ácido Fosfórico (I-370A)	SR-560	Yeso	Reacción, Filtrado
	F-601A/B/C	Aguas Acidas	Evaporación
	F-602A/BC; F-603A/B/C	Aguas calientes	Evaporación
Fertilizantes NPK y DAP (I-356A/360A)	A-201	Licor de lavado (Derrames)	Preneutralización
Servicios Industriales (I-103/103A)	Resinas	Acido/Alcalino	Retrolavado de resinas
Servicios Industriales (I-111A)	SC-F-1/2/3/4	Condensado	Compresión
Servicios Industriales (I-122A)	H-1/2/3/4	Agua de purga Condensado	Generación de vapor

Tabla. 4.20. Puntos de descargas de efluentes por instalación (continuación)

Instalación industrial	Punto de descarga	Tipo de efluente	Proceso generador
Servicios Industriales (PTAS)	Cámara de cloración	Aguas tratadas	Aguas servidas de las instalaciones sanitarias
Servicios Industriales (I-105C)	Purgas	Aguas acidas Aguas calientes	Integridad mecánica de los equipos. Ajuste de pH y concentraciones.
Servicios Industriales (I-105D)	Purgas	Aguas Acidas Aguas calientes	Integridad mecánica de los equipos Ajuste de pH y concentraciones.
Servicios Industriales (Fosa-107C)	Canal 1	Alcalino/Acido	Descargas (I-103A/122A/111A/105C/180A/301A)
Amoniaco (I-180A)	Válvulas, trampas de vapor, turbinas, intercambiadores	Aguas calientes, solución amoniacal	Integridad mecánica de los equipos.
Ácido sulfúrico (I-215/218)	válvulas, bombas, tuberías, accesorios, tanques	Aguas calientes, ácido	Integridad mecánica de los equipos
Sulfato de amonio (I-330)	válvulas, bombas, tuberías, accesorios, etc.	Ácidas	Integridad mecánica de los equipos

Durante el proceso de síntesis, el amoniaco y el dióxido de carbono reaccionan según la reacción R-22, el producto de esta reacción es la formación de carbamato de amonio. Para la obtención de urea es necesario que el carbamato se deshidrate, lo cual

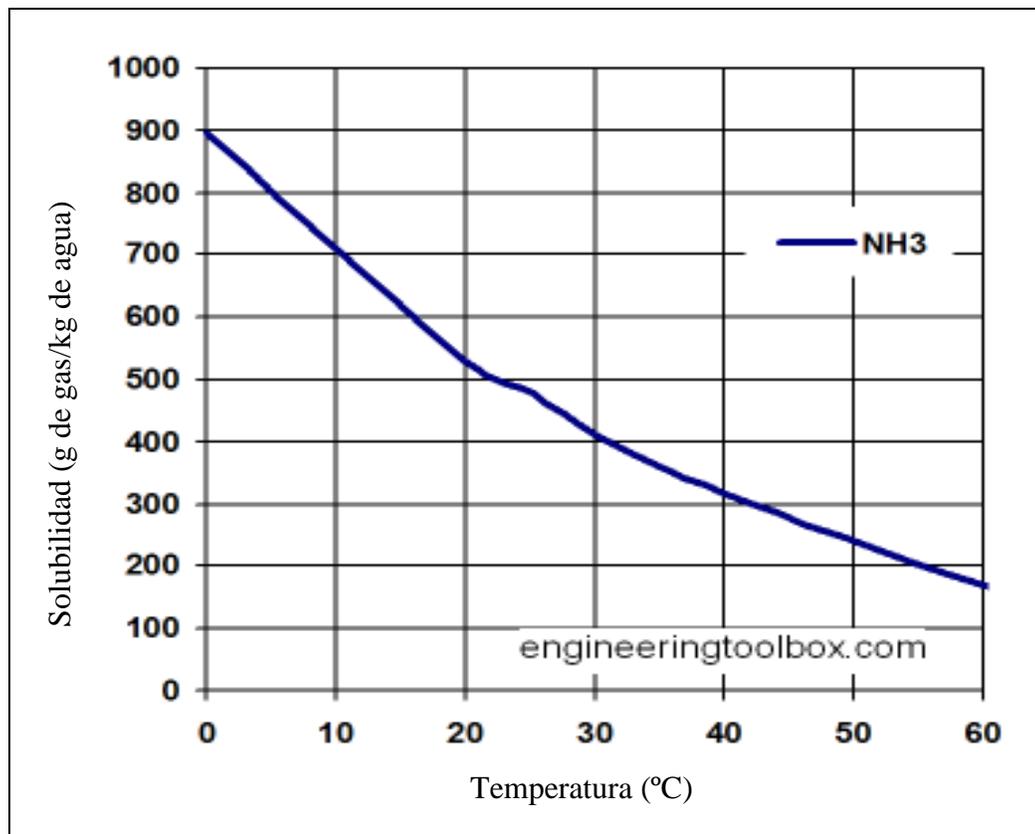
origina un gran volumen de agua, el cual debe ser retirado para concentrar la solución de urea. La deshidratación de la urea, se realiza en las secciones de recuperación y evaporación de vacío, a través de una serie de precondensadores y condensadores, donde se controlan la temperatura y la presión.

Al concentrar la solución de urea, el amoníaco que no reacciona se recupera separando el agua del gas en los precondensadores y condensadores, con la doble finalidad de que, pueda ser reutilizado en el proceso y el efluente que deba ser vertido luego de ser tratado cause el menor impacto ambiental posible.

Para ello las variables que se controlan son la presión y la temperatura. La Ley de Henry afirma que: la solubilidad de un gas en un líquido es directamente proporcional a la presión del gas en la superficie del líquido; por lo cual la presión debe ser controlada en rangos de vacío para evitar que el amoníaco presente en el condensado sea la menor cantidad posible. El efecto de la temperatura sobre la solubilidad del amoníaco es un factor importante a controlar, como se puede observar en la Figura 4. a medida que la temperatura aumenta la solubilidad del gas amoníaco disminuye, y el amoníaco disuelto en el condensado es menor.

El correcto control de estas variables operacionales, garantiza no solo el máximo aprovechamiento de amoníaco en el proceso y, por consiguiente un rendimiento mayor de la producción con la menor cantidad de energías y materia primas, sino que además la sección de tratamiento de efluentes opere más eficientemente, y la calidad del vertido al eje marino costero ocasione el menor impacto ambiental posible, garantiza el cumplimiento de la normativa ambiental.

El condensado de compresión es generado debido a las sucesivas compresiones y al retiro de calor del sistema, lo cual retira la humedad del CO_2 y el aire, este no repercuten ambientalmente hablando porque su composición en un 99.9 por cien es agua, y sólo contribuye al volumen de efluente que es descargado.



Fuente: Engineeringtoolbox.com, 2010.

Figura 4.6. Solubilidad de amoníaco en agua a diferentes temperaturas

El control de variables sobre la planta de producción de ácido fosfórico se reduce a una sola variable, el bajo tenor de P_2O_5 contenido en la roca fosfática utilizada como materia prima. Obligada a procesar esta roca, las cantidades necesarias para concentrar el ácido al 40% de P_2O_5 utilizadas en la sección de reacción son elevadas, generando gran cantidad de yeso (aprox. 1.400 TMD) al salir de la sección de filtración. Al salir de la sección de reacción, la torta húmeda enviada a la sección de filtrado, requiere grandes cantidades de agua para ser lavada, que luego deben ser retiradas en la sección de evaporación para concentrar el ácido, generando grandes cantidades de efluentes ácidos y calientes.

Otra variable a controlar y muy crítica es la cantidad de ácido libre en el reactor (SO_4^- 1,5-2,5), debido a la formación de fosfato dicálcico insoluble ($\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), generando aun mas cantidad de desecho. Este fenómeno ocurre porque el yeso no cristaliza en forma pura ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), sino que retiene iones HPO_4^- que reemplazan al SO_4^- en la red cristalina del sólido. Es por ello que debe existir un mínimo de ácido libre para evitar que se produzca fosfato cálcico. Según la experiencia se debe mantener la concentración de SO_4^- superior al 1,5% (Manual de Ingeniería de Procesos del Complejo Petroquímico Morón, 2009):

Las instalaciones de fertilizantes granulados NPK y DAP del Complejo, fueron concebidas en su etapa conceptual para no generar efluentes, si y solo si son operadas eficientemente y bajo un estricto control de monitoreo. Sin embargo suelen ocurrir derrames de licor del tanque de Preneutralización A-201 por el rebose ubicado en la parte superior del mismo, y al no poseer una fosa de contención de derrames alcanzan la red de aguas pluviales que descargan al mar, siendo este uno de los aspecto ambiental mas significativos, porque no solo acidifica los canales pluviales sino que además aporta nitrógeno y fósforo, esta mezcla de variables es en un 90 por 100 responsable de los eutrofización de los cuerpos de agua. Los altos niveles de nitrógeno y fósforo en las descargas del CPM, se constituye en uno de los más grandes problemas ambientales, el cual no es sencillo controlar. Esto ocurre cuando el flujo de ácido fosfórico en el tanque no es controlado y excede el nivel de operación máximo del tanque (60%), en estas condiciones la reacción al ser exotérmica libera gran cantidad calor evaporando un gran volumen de agua, y al no ser capaz el sistema de liberar tanto calor la reacción se desboca, y ocurre el derrame. El flujo de ácido que entra al preneutralizador al no contar con un sistema automatizado depende mucho de la prudencia y pericia del operario de la instalación.

Los efluentes de las instalaciones de agua desmineralizada (103/103A), son generados en los retrolavados de las resinas aniónicas y cationicas de los trenes desmineralizadores. Una vez agotada la resina, se limpia y acondiciona para la

inyección del regenerante. Esto se logra invirtiendo la dirección en que el agua atraviesa la columna (retrolavado). Luego, se inyecta el regenerante de Ácido Sulfúrico (H_2SO_4) en la columna catiónica y de Soda Cáustica (NaOH) en la columna aniónica.

En este paso se invierte el proceso de intercambio: la resina cede los iones tomados del agua y recibe los iones regenerantes de la solución (H^+ en la columna catiónica y OH^- en la columna aniónica). El efluente es descargado al alcantarillado con presencia de sales, pero si el ciclo de retrolavado y el flujo de regenerador no es el correcto, el pH del vertido suele experimentar cambios fuera del rango de la normativa. Estos efluentes son descargados a la fosa 107C, en esta confluyen todos los efluentes de nitrogenados (I-180A, I-301A) y de Servicios Industriales (I-122A, I-105C), la cual la convierte en unas de las instalaciones de mayor significancia desde el punto de vista ambiental, y cuyo monitoreo a de ser constante.

Al analizar las instalaciones 105C/D servicios industriales, amoníaco, ácido sulfúrico (215/218) y sulfato de amonio, se determino al igual que en las instalaciones de NPK (I-356A) y DAP (I-360A) los efluentes se producen si y solo si, se llevan a cabo procedimientos inadecuados de operación de los sistemas de control, y si ocurren fallas en la integridad mecánica en los equipos. Siendo la integridad mecánica el factor mas importante con el cual se le pueden relacionar los volúmenes de efluentes en estas instalaciones. Las fallas en la integridad mecánica de los equipos, generalmente ocurren en bombas, válvulas, motores, tuberías, tanques, etc.; y en su mayoría se deben a fugas de fluidos hidráulicos, rotura de sellos, vibraciones; y son generados por falta de mantenimiento de los equipos o a ser sometidos a condiciones de operaciones extremas.

En las instalaciones 105C/D, dichos efluentes se generan cuando la adición de aditivos al agua no es la correcta, y debido a la naturaleza de los mismos el pH del agua disminuye, lo cual obliga al operador a realizar descargas de la fosa de agua fría para agregar mas agua y por efecto de dilución aumentar el pH hasta el rango optimo de requerimiento (6,30-7,30 unidades de pH).

Los efluentes generados en las calderas (I-122A), son generados por las purgas, el agua y vapor presente en una caldera esta provisto de sedimentos y material particulado que deben ser evacuados para evitar mal formaciones en la estructura y evitar la falsa toma de señales de presión y temperatura de los diferentes elementos de control y seguridad. Si existe sedimentación, se generan puntos calientes que agrietan y queman las láminas de las calderas. Los volúmenes de efluentes provenientes de este tipo de equipos son considerables ya que las purgas se generan de de forma continua.

La Fosa 107C, o fosa de neutralización es la encargada de garantizar un vertido al canal 1 con un rango de pH de acuerdo a lo estipulado en el Decreto N° 883, entre 6-9 unidades para descargas a medios marinos costeros. Las características contaminantes se agrupan en alto contenido de nitrógeno total, lo que se traduce en un pH entre 9-11; sólidos totales altos y el impacto térmico con una temperatura de descarga superior a la temperatura del cuerpo receptor (en este caso el Mar Caribe), lo que se traduce en un $\Delta T > 5^{\circ}\text{C}$. La variable a controlar es el pH del efluente, el cual se hace por medio de un flujo de soda cáustica para neutralizar y ácido sulfúrico según el rango de pH. Esta fosa también retiene partes de las grasas y aceites que son producto del mantenimiento y fugas de equipos, las cuales deben se monitoreadas y drenadas para evitar el derrame por rebose y violación de la norma.

El funcionamiento apropiado de la instalación de tratamiento de aguas residuales (PTAS), al ser de crecimiento biológico suspendido, requiere de una biomasa de buena sedimentabilidad, removible por acción de la fuerza de gravedad del sedimentador de lodos y que produzca un sobrenadante claro. Sin embargo, en muchas ocasiones, las plantas de tratamiento de este tipo, desarrollan biomasa de sedimentabilidad pobre, mientras que el floc biológico expande su volumen, disminuye su densidad y se reduce su velocidad de asentamiento. Estos lodos de sedimentabilidad pobre, lodos que se asientan y compactan muy lentamente, son la causa del problema conocido generalmente como hinchamiento de lodos (sludge bulking). Además, algunas plantas de tratamiento de lodos activados presentan el problema de formación de natas, de

lodos espumosos o espuma abundante, especialmente en el tanque de aireación (Romero, 2005).

Los problemas de hinchamiento de lodos y de formación de espuma son muy comunes en plantas de tratamiento de lodos activados que no satisfacen los rendimientos solicitados de una planta de tratamiento secundario de aguas residuales (Romero, 2005).

Básicamente, la causa de problema de hinchamiento es la presencia en el floc biológico de cantidades excesivas de bacterias filamentosas y hongos, filamentos en cantidades mayores a de 10^7 μm por mililitro de lodo activado. Una cantidad excesiva de filamentos mantiene separadas las partículas floculentas, conduce a una estructura de flor abierto, flocs de forma irregular, con muchos vacíos entre los filamentos; no obstante, una cantidad pequeña de organismos filamentosos es recomendable porque sirve como columna vertebral para la estructura del floc y para retener pequeñas partículas durante la sedimentación (Romero, 2005).

Son condiciones que favorecen el crecimiento de organismos filamentosos (Romero, 2005):

- Carencia de una concentración de oxígeno disuelto.
- Insuficiencia de nutrientes.
- Concentración excesiva de H_2S .
- Concentraciones altas de grasas y ácidos grasos en el agua residual cruda.
- pH menor de 6,5 o mayor a 8,5.
- Relación alimento/microorganismos (A/M) baja.

Son condiciones que favorecen el crecimiento de hongos (Romero, 2005):

- pH menor de 5.
- OD menor de 0,5.

Además, la mezcla excesiva puede conducir a problemas de rotura de floc biológico; la desnitrificación, con producción abundante de nitrógeno gaseoso, puede causar levantamiento de lodo sedimentado, y la existencia de una relación alimento/microorganismo alta puede proveer el crecimiento biológico disperso (Romero, 2005).

El control operativo busca, entre otros, los siguientes efectos (Romero, 2005):

- Mejorar las características de sedimentabilidad de los lodos.
- Mantener la concentración óptima de biomasa en el reactor biológico.
- Obtener una nitrificación más rápida en el reactor.
- Posibilidad de aplicar cargas hidráulicas más altas al sedimentador sin disminuir su eficiencia.
- Mejorar la eficiencia de tratamiento del proceso.

La eficiencia de una planta de crecimiento biológico suspendido, se mide según la disminución de DBO; para lo cual la cantidad de oxígeno que se requiere debe ser suficiente para mantener las aguas residuales con un mínimo de 2 ppm de oxígeno disuelto bajo cualquier condición de carga de la DBO, en todas las partes de los tanques de aeración, excepto en las inmediaciones de las alimentaciones. Deben hacerse pruebas para determinar oxígeno disuelto en diversas secciones, para asegurar el mantenimiento de esa concentración. Una cantidad de aire insuficiente da por resultado una baja calidad de los lodos activados y, por ende, una disminución sensible de la planta. El empleo de cantidades excesivas de aire no solamente es un desperdicio, sino que pueden generar toxicidad con dilución o lisis de lodos biológicos; ocasionando muerte de la biomasa y por consiguiente una disminución de la eficiencia (Romero, 2005).

Otra variable que incide directamente es la carga hidráulica, se debe verificar el caudal de entrada, ya que si sobrepasa el caudal de diseño (8,7 L/s), aumenta la relación A/M (valor óptimo 0,08) y por consiguiente disminuye la eficiencia debido a la

alteración de la carga orgánica. Si la carga hidráulica disminuye, la carga orgánica también generando como consecuencia un lodo poco floculento y pobre.

Las fluctuaciones de la carga hidráulica, y la eficiencia del sistema dependen de mantener la concentración óptima de la biomasa; esto se lleva a cabo manteniendo la tasa de recirculación de los lodos. Si la relación A/M aumenta, la tasa de recirculación debe incrementarse. Si la relación A/M baja, la tasa de recirculación debe disminuirse; y aun cuando retiramos bacterias favorecemos una buena y más rápida reproducción de la misma (mejoraría el lodo), si separamos demasiado lodo existe el peligro de desbastación y pérdida total, disminuyendo la eficiencia.

Otro aspecto o variable a controlar en una planta de tratamiento de aguas residuales es la relación con la DBO de nitrógeno y fósforo, que debe ser 100-5-1, es decir, para 100 ppm de DBO se necesita 5 ppm de nitrógeno y 1 ppm de fósforo. El balance de nutrientes con la carga orgánica es la clave para el desarrollo biológico de un buen lodo.

Ninguno de los métodos primario o secundario de tratamiento de aguas negras puede eliminar completamente de ellas a las bacterias patógenas que siempre están presentes potencialmente. Cuando las aguas negras o efluentes de sus tratamientos se descargan en masas de aguas que van a usarse, o que puedan ser utilizadas como fuentes de abastecimiento público, o para propósitos recreativos, se requiere un tratamiento para destruir los organismos patógenos, a fin de que sean mínimos los peligros para la salud debido a la contaminación de tales aguas receptoras. Tal tratamiento se llama desinfección.

Para lograr una desinfección, debe agregarse el cloro necesario para satisfacer la demanda de cloro y dejar un cloro residual que destruya a las bacterias. Los experimentos de laboratorios y la experiencia real en las plantas, han demostrado que si se agrega a las aguas negras el cloro suficiente para que a los 15 minutos de agregado quede una concentración de cloro residual de 0,5 ppm, se logra la desinfección.

4.3. Elaboración del instrumento de autoevaluación ambiental considerando aspectos técnicos y legales.

Existe una variedad de maneras para clasificar los procesos. El Documento Técnico de la ISO denominado “ISO/TC176/SC2/N544R2 Orientación sobre el concepto y uso del “Enfoque basado en procesos” para los sistemas de gestión”, establece la siguiente clasificación (Sistema Integral de Gestión, Pequiven (SIG)):

- **Procesos para la gestión de una organización:** son los procesos relacionados con el planeamiento estratégico, el establecimiento de políticas y objetivos, la disponibilidad de recursos necesarios, revisiones por la dirección y lo referente a la comunicación.
- **Procesos para el manejo de recursos:** son los procesos necesarios para apoyar la gestión, realización y medición, la procura de recursos y de personal.
- **Procesos de realización:** son los procesos de transformación que proveen el resultado deseado por la organización. También se les denomina procesos de valor agregado, procesos medulares o cadena de valor.
- **Procesos de análisis, medición y mejora:** son los procesos que miden y recolectan datos para realizar el análisis y mejorar la eficacia y eficiencia de todos los procesos del negocio incluyéndose a ellos mismos. Tales como: los de medición, monitoreo, auditoría, acciones correctivas y preventivas.

La clasificación adoptada por Pequiven es la siguiente (Sistema Integral de Gestión, Pequiven (SIG)):

- **Procesos de dirección y control:** son los procesos relacionados con el planeamiento estratégico, el establecimiento de políticas y los necesarios para planificar, medir, controlar y mejorar todos los procesos del negocio incluyéndose a ellos mismos, así como también, la disponibilidad de los recursos necesarios.

- **Procesos medulares:** son los procesos relacionados con la transformación del producto o servicio, son procesos transaccionales, ellos forman como una especie de película, encadenados unos de otros, desde que se reciben los insumos de los proveedores hasta que se les envían los productos a los clientes incluyendo los pagos y cobranzas a ambas partes.
- **Procesos de apoyo:** son los procesos necesarios para apoyar la gestión de los procesos medulares o transaccionales, estos prestan servicios y son necesarios para que los primeros se realicen.

Una gran ventaja del enfoque de procesos cuando se lo compara con otros enfoques es el manejo y control de las interacciones entre estos procesos y las interfases entre la jerarquía funcional de la organización.

Es importante la implementación de un instrumento con el cual se controle todos los aspectos ambientales de las instalaciones, gestión y control de aguas, aguas residuales, emisiones atmosféricas, desechos y ruido ambiental.

Los registros de los sistemas de gestión son documentos que proveen información y evidencias objetivas sobre:

- El grado de cumplimiento con los requisitos de los sistemas de gestión.
- Información sobre el grado de desempeño y capacidad de los procesos respecto de su eficacia y eficiencia.
- El nivel de cumplimiento de los resultados obtenidos de los procesos respecto a los parámetros establecidos.

Es importante el uso de instrucciones de llenado para los formularios que se consideren necesarios.

Es importante señalar que existe una diferencia entre formularios y registros. Los formularios, también conocidos con el término formato, se convierten en registros una vez que se llenan sus campos o se plasma información en éstos. Por ejemplo, un permiso de trabajo, es un formulario y se convierte en un registro de trabajo cuando se llena para ejecutar la actividad.

De acuerdo con la Norma ISO 9000 un objetivo es “algo ambicionado, o pretendido, relacionado con la calidad”. También se puede definir como un blanco hacia el que se apunta, un logro hacia el cual se dirigen los esfuerzos.

El objetivo al cual apunta directamente la elaboración de este instrumento esta estrechamente ligada con la misión de Pequiven “producir y comercializar con eficiencia y calidad productos químicos y petroquímicos, en armonía con el ambiente y su entorno (...)”, donde la Superintendencia de Higiene y Ambiente es la responsable directa, por lo cual es necesario controlar las interacciones de las instalaciones industrial y procesos con el medio ambiente cumpliendo con la legislación ambiental, y como fin ultimo lograr apuntalar las bases para la implantación y certificación del Sistema de Gestión Ambiental ISO-14000.

Para la elaboración de este instrumento enmarcado en la clasificación de proceso de apoyo, se tomo una estructura que consta de dos (2) secciones principalmente, la primera consta de información general de la instalación y la segunda acerca de la gestión del aspecto ambiental, tomando como pautas lo estipulado por las Normas ISO 14000 en lo que respecta a la auditoría ambiental. El diseño de este instrumento se logro, luego de mantener entrevistas con personal experto en la materia, el mismo pasa a ser novedoso y único en su especie ya que en el país solo se cuentan con listas de verificación de cumplimiento, pero ninguno permite analizar las causas y consecuencias de dicho incumplimiento.

La primera sección se puede definir como la cedula o catalogo de la instalación industrial, y posee la siguiente información:

- Nombre de la instalación.
- Actividad que se realiza.
- Fecha de la evaluación.
- Carga actual del sistema.
- Consumo de energía.
- Consumo de agua.
- Fuente primaria de abastecimiento.
- Registro de materias primas, teniendo en cuenta nombre, unidad de medida, cantidad y destinación dentro del proceso.

La segunda sección gestión y control define principalmente los aspectos legales, grado de cumplimiento de las normas o decretos, información de las fuentes, focos de contaminación, caracterizaciones y preguntas relacionadas con la variable ambiental en estudio y observaciones, muy al contrario de la primera sección depende de las características de dicha variable. El instrumento no genera con su sola aplicación una evaluación de la instalación industrial, pero si agiliza la recolección de datos en campo y posteriormente un análisis de su contenido por parte del ingeniero asesor ambiental encargado de realizar dichos análisis.

El instrumento consta de cinco partes, gestión y control de aguas, evaluación de aguas residuales, evaluación de emisiones atmosféricas, gestión y control de desechos y gestión y control de ruido ambiental, lo que permite evaluar a cada instalación según sus particularidades, instalaciones como amoniaco (I-180A) y urea (I-301A) necesitan ser evaluadas en todos los aspectos ambientales, emisiones, efluentes o aguas residuales, ruido ambiental y desechos, pero instalaciones como agua cruda (I-106) no

amerita ser evaluadas desde el punto de vista ambiental en lo que corresponde a emisiones atmosféricas al no poseer fuentes fijas de emisiones

A continuación se presenta como quedan conformadas cada una de las cinco partes del instrumento:

		EVALUACIÓN AMBIENTAL DE INSTALACIONES INDUSTRIALES GESTIÓN Y CONTROL DE AGUAS			SEGURIDAD HIGIENE Y AMBIENTE	
INSTALACIÓN:		ACTIVIDAD:		FECHA DE EVALUACIÓN: ____/____/____		
CARGA ACTUAL DEL SISTEMA (%):		CONSUMO DE ENERGÍA (kw/h):		CONSUMO DE AGUA (m ³ /h):		
FUENTE PRIMARIA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA: <input type="checkbox"/> EMBALSE <input type="checkbox"/> POZO <input type="checkbox"/> RED PUBLICA <input type="checkbox"/> OTRO IDENTIFIQUE:						
PRINCIPALES MATERIAS PRIMAS REQUERIDAS EN EL PROCESO O ELABORACIÓN DEL PRODUCTO:						
PROCEDENCIA	MATERIA PRIMA	UNIDAD	CANTIDAD	DESTINO		
GESTIÓN Y CONTROL DE AGUAS						
1. NORMA DE REGULACIÓN DE USO Y CONSUMO DE AGUA, VIGENTE PARA LA ZONA OPERACIONAL: LEY DE AGUAS.						
2. PROCEDENCIA, USOS, DESTINO PRINCIPAL Y CONSUMO DE AGUA						
PROCEDENCIA DE AGUA	USOS	DESTINO PRINCIPAL	CONSUMO			
			m ³ /h		m ³ /año	
TOTAL						
		SI	NO	OBSERVACIONES		
3. ¿SE HA REALIZADO, RECIENTEMENTE, ALGÚN CAMBIO DE PROCESO O ACTIVIDAD, O ADOPTADO ALGÚN SISTEMA PARA REDUCIR EL CONSUMO DE AGUA?						
4. ¿SE USA AGUA POTABLE PARA EL MANTENIMIENTO Y LAVADO DE EQUIPOS DENTRO DE LA INSTALACIÓN?						
5. ¿USA ALGUN DISPOSITIVO QUE REDUZCA EL VOLUMEN DE AGUA NECESARIO PARA EL MANTENIMIENTO Y LAVADO DE EQUIPOS?						
6. ¿LA INSTALACIÓN POSEE DISPOSITIVOS QUE PERMITEN CUANTIFICAR EL CONSUMO DE AGUA?						
7. ¿SE RECIRCULA EL AGUA EN ALGUNA UNIDAD O PROCESO?						
8. ¿EXISTEN FUGAS DE AGUA POTABLE?				FOCO	ÁREA O SECCIÓN	
AUDITOR: CARGO: FIRMA:	AUDITADO: CARGO: FIRMA:	REVIZADO POR: CARGO: FIRMA:	APROBADO POR: CARGO: FIRMA:			

Figura 4.7. Instrumento de evaluación de gestión y control de aguas

 Pequiven Petroquímica de Venezuela, S.A.		EVALUACIÓN AMBIENTAL DE INSTALACIONES INDUSTRIALES EVALUACIÓN DE EFLUENTES			SEGURIDAD HIGIENE Y AMBIENTE			
INSTALACIÓN:		ACTIVIDAD:		FECHA DE EVALUACIÓN: _____/_____/_____				
CARGA ACTUAL DEL SISTEMA (%):		CONSUMO DE ENERGÍA (kw/h):		CONSUMO DE AGUA (m ³ /h):				
FUENTE PRIMARIA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA: <input type="checkbox"/> EMBALSE <input type="checkbox"/> POZO <input type="checkbox"/> RED PÚBLICA <input type="checkbox"/> OTRO IDENTIFIQUE: _____								
PRINCIPALES MATERIAS PRIMAS REQUERIDAS EN EL PROCESO O ELABORACIÓN DEL PRODUCTO:								
PROCEDENCIA		MATERIA PRIMA	UNIDAD	CANTIDAD		DESTINO		
GESTIÓN Y CONTROL DE AGUAS RESIDUALES								
1. NORMA DE REGULACIÓN DE EFLUENTES Y VERTIDOS INDUSTRIALES, VIGENTE PARA LA ZONA OPERACIONAL: DECRETO Nº 883. NORMAS PARA LA CLASIFICACIÓN Y CONTROL DE LA CALIDAD DE LOS CUERPOS DE AGUA Y VERTIDOS O EFLUENTES LÍQUIDOS								
2. INDIQUE LAS FUENTES DE AGUAS RESIDUALES: <input type="checkbox"/> DEL PROCESO <input type="checkbox"/> DEL MANTENIMIENTO <input type="checkbox"/> DEL TRATAMIENTO <input type="checkbox"/> AGUAS RESIDUALES TRATADAS <input type="checkbox"/> AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS								
3. INDIQUE EL DESTINO FINAL DE LAS AGUAS RESIDUALES PRODUCIDAS EN LA INSTALACIÓN: <input type="checkbox"/> LAGO <input type="checkbox"/> RIO <input type="checkbox"/> MEDIO MARINO COSTERO <input type="checkbox"/> OTRO IDENTIFIQUE: _____								
				SI	NO	OBSERVACIONES		
4. ¿LAS AGUAS RESIDUALES SON TRATADAS EN LA INSTALACIÓN O EN ALGUNA OTRA INSTALACIÓN DE LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN?								
5. ¿SE TIENE ESTABLECIDO UN PROGRAMA DE MONITOREO O CONTROL DE LOS EFLUENTES?								
6. ¿EXISTEN FUGAS DE MATERIAS PRIMAS, INSUMOS, PRODUCTOS U OTRAS SUSTANCIAS QUE PUEDAN ALCANZAR LA RED DE ALCANTARRILLADO, CANALES DE LA INSTALACIÓN O CUERPOS DE AGUAS?						FOCO	ÁREA O SECCIÓN	CARACTERÍSTICA
7. ¿SE REALIZA MANTENIMIENTO A LA RED INTERNA DE ALCANTARRILLADO O CANALES DE LA INSTALACIÓN?								
8. PUNTOS DE DESCARGA:								
PUNTO DE DESCARGA				CARACTERÍSTICA DE LA DESCARGA				
9. SI LA RESPUESTA NUMERO CINCO (5) ES AFIRMATIVA LLENE EL SIGUIENTE CUADRO (ANEXE LA CARACTERIZACIÓN DE LOS EFLUENTES DESCARGADOS A LOS CUERPOS DE AGUAS):								
PUNTO DE MUESTREO		PARÁMETRO ANALIZADO	FECHA DE ANÁLISIS	FRECUENCIA DE ANÁLISIS	RESULTADO DEL ANÁLISIS	LÍMITE O RANGO DE EMISIÓN	CONDICIÓN SEGÚN DECRETO	
10. SI LA RESPUESTA NUMERO CINCO (5) ES NEGATIVA, INDIQUE LOS ANÁLISIS ESPECIALES QUE DEBIEREN REALIZARSE DE IMPLEMENTARSE UN PROGRAMA DE MONITOREO O CONTROL DE LOS EFLUENTES: <input type="checkbox"/> FOSFORO TOTAL <input type="checkbox"/> NITROGENO TOTAL <input type="checkbox"/> ACIDEZ (pH) <input type="checkbox"/> DEMANDA BIOLÓGICA DE OXIGENO <input type="checkbox"/> DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO <input type="checkbox"/> OTROS ESPECIFIQUE: _____								
AUDITOR: CARGO: FIRMA:		AUDITADO: CARGO: FIRMA:		REVIZADO POR: CARGO: FIRMA:		APROBADO POR: CARGO: FIRMA:		

Figura 4.8. Instrumento de evaluación de aguas residuales

 Pequiven Petroquímica de Venezuela, S.A.	EVALUACIÓN AMBIENTAL DE INSTALACIONES INDUSTRIALES EVALUACIÓN DE EMISIONES ATMOSFERICAS	SEGURIDAD HIGIENE Y AMBIENTE							
INSTALACIÓN:	ACTIVIDAD:	FECHA DE EVALUACIÓN: / /							
CARGA ACTUAL DEL SISTEMA (%):	CONSUMO DE ENERGÍA (kw/h):	CONSUMO DE AGUA (m ³ /h):							
FUENTE PRIMARIA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA: <input type="checkbox"/> EMBALSE <input type="checkbox"/> POZO <input type="checkbox"/> RED PUBLICA <input type="checkbox"/> OTRO IDENTIFIQUE:									
PRINCIPALES MATERIAS PRIMAS REQUERIDAS EN EL PROCESO O ELABORACIÓN DEL PRODUCTO:									
PROCEDENCIA	MATERIA PRIMA	UNIDAD	CANTIDAD	DESTINO					
GESTIÓN Y CONTROL DE EMISIONES ATMOSFERICAS									
1. NORMA DE REGULACIÓN DE CALIDAD DE AIRE APLICABLE A LA INSTALACIÓN INDUSTRIAL Y SUS OPERACIONES: DECRETO Nº 638. "NORMAS SOBRE LA CALIDAD DEL AIRE Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFERICA"									
2. DE ACUERDO A LA NORMA ESPECIFIQUE LAS CONCENTRACIONES MÁXIMAS PERMISIBLES PARA LOS PARÁMETROS REGULADOS SEGÚN LA ACTIVIDAD:									
PARAMETRO REGULADO	LIMITE DE EMISION (mg/m ³)	OBSERVACIONES							
3. NUMERO DE FUENTES FIJAS QUE POSEE LA INSTALACIÓN: <input type="checkbox"/> UNA (1) <input type="checkbox"/> DOS (2) <input type="checkbox"/> TRES (3) <input type="checkbox"/> MAYOR A TRES (3) INDIQUE:									
4. IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES FIJAS DE EMISIONES									
FUENTE FIJA	REGIMEN DE FUNCIONAMIENTO	FORMA	DIAMETRO INTERNO (m)	ALTURA (m)	CONTROL DE INGENIERÍA	EFICIENCIA TEORICA (%)	AREA O SECCIÓN		
				SI	NO	OBSERVACIONES			
5. ¿SE HA REALIZADO, RECIENTEMENTE, ALGÚN CAMBIO DE PROCESO O ACTIVIDAD, O ADOPTADO ALGÚN SISTEMA PARA REDUCIR LAS EMISIONES ATMOSFERICAS?									
6. ¿SE TIENE ESTABLECIDO UN PROGRAMA DE MONITOREO O CONTROL EMISIONES ATMOSFERICAS?									
7. SI LA RESPUESTA ANTERIOR ES AFIRMATIVA COMPLETE EL SIGUIENTE CUADRO CON LOS ULTIMOS ANALISIS Y ANEXE EL REGISTRO DE EMISIONES A PARTIR DE LA FECHA DE LA ULTIMA EVALUACIÓN AMBIENTAL:									
PUNTO DE MUESTREO	PARAMETRO ANALIZADO	FECHA DE ANALISIS	FRECUENCIA DE ANALISIS	RESULTADO DEL ANALISIS (mg/m ³)	LIMITE EMISION (mg/m ³)	CONDICIÓN SEGÚN DECRETO			
8. ELABORE UN INVENTARIO Y CARACTERÍSTICAS DE LAS EMISIONES ATMOSFERICAS ASOCIADA A LA(S) FUENTE(S) FIJA(S) DE LA INSTALACIÓN, REPORTADAS A LA AUTORIDAD AMBIENTAL:									
FUENTE FIJA	FECHA	PARÁMETROS FISICOS DE LA EMISION			CONTAMINANTE ATMOSFERICO EMITIDO				CONDICIÓN SEGÚN DECRETO
		CAUDAL (m ³ /h)	VELOCIDAD (m/s)	TEMPERATUR A (°c)	CONTAMINANT E	CONCENTRACIÓ N (mg/m ³)	EMISIÓN MASICA (t/año)	LIMITE EMISION (mg/m ³)	
					SI	NO	FOCO	ÁREA O SECCIÓN N	CARACTERÍSTICA
9. ¿EXISTEN EMISIONES FUGITIVAS EN LA INSTALACIÓN?									
AUDITOR: CARGO: FIRMA:		AUDITADO: CARGO: FIRMA:		REVIZADO POR: CARGO: FIRMA:		APROBADO POR: CARGO: FIRMA:			

Figura 4.9. Instrumento de evaluación de emisiones atmosféricas

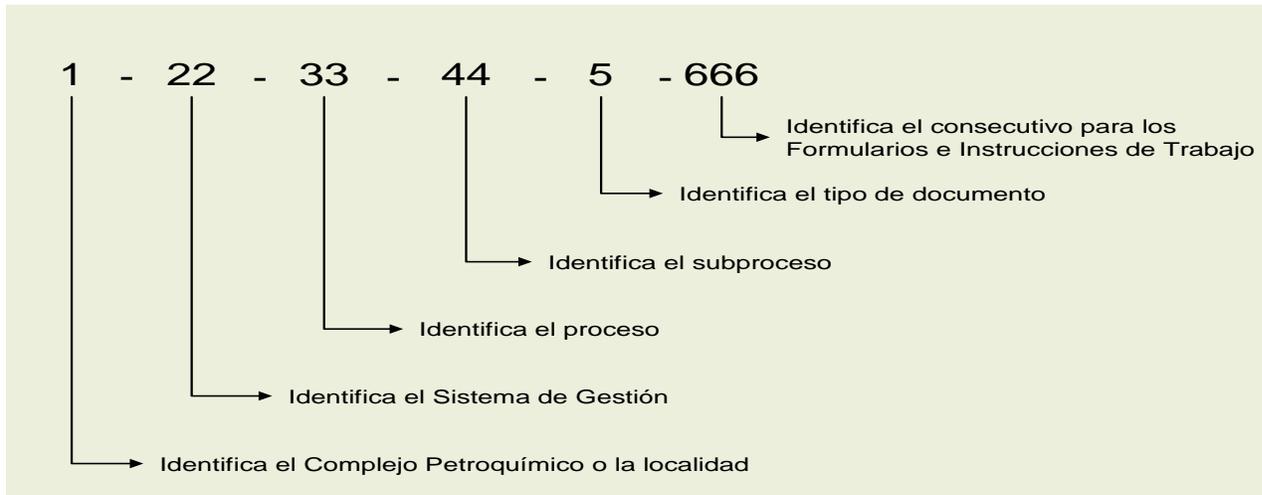
La certificación ISO-9001, la cual se refiere al control de calidad adoptada por Pequiven, obliga a que cada uno de las actividades, procesos, subprocesos o instrumentos de apoyo a los mismos, se encuentre debidamente implementados y sistematizada en un orden claro. Por lo cual un instrumento como el *formulario permiso para realizar trabajos en frío o caliente* (ver apéndice D.1), se encuentra debidamente codificada, identificado y posee instrucciones de llenado.

Un instructivo de llenado lo que busca es describir en forma detallada “como” desarrollar una actividad dentro de un procedimiento.

Para la implementación del instrumento de autoevaluación ambiental en el Complejo es necesario conocer, que el mismo es una herramienta de apoyo a las evaluaciones ambientales de las áreas operativas, este a su vez apoya al subproceso de la gestión de asuntos ambientales, el cual apoya el proceso de seguridad higiene y ambiente (SHA).

Con la elaboración del instructivo de llenado del instrumento lo que se busca es definir criterios y normas para su uso de parte del asesor ambiental, esto a su vez simplifica el análisis por parte del asesor. De igual forma la unificación de criterios permite el análisis por parte un grupo de asesores aun cuando la evaluación en campo la haya realizado un solo asesor.

Todo registro debe estar debidamente codificado de acuerdo al Sistema Integral de Gestión (SIG). La estructura de la codificación aplicada en la documentación del sistema es de tipo alfanumérico, véase a continuación:



Fuente: Pequiven, 2010.

Figura 4.12. Estructura general de la codificación de los documentos que conforman el Proceso.

Sin embargo esta codificación se realiza luego de ser revisado por el comité evaluador asignado por el Sistema Integral de Gestión, lo cual no quiere decir que su implantación no pueda realizarse hasta tanto se obtenga dicha evaluación.

A continuación se presenta de forma clara y detallada los instructivos de llenado de cada uno de los instrumentos de autoevaluación ambiental:

Instructivo para el llenado del formulario “GESTIÓN Y CONTROL DE AGUAS”:

I. Información general:

1. Instalación: Indicar el nombre de la instalación o taller donde se realizara la evaluación ambiental.
2. Actividad: Describir de manera breve o precisa la actividad que se realiza en la instalación.
3. Fecha de evaluación: Indicar la fecha de evaluación de la instalación.

4. Carga actual de sistema (%): indicar el porcentaje de carga del sistema.
5. Consumo de energía (kw/h): Indicar el consumo de energía de la instalación en kilovatios por hora.
6. Consumo de agua (m³/h): Indicar el consumo de agua potable de la instalación en metros cúbicos por hora.
7. Fuente primaria de abastecimiento de agua: Seleccionar la fuente de abastecimiento primaria de agua.
8. Principales materias primas requeridas en el proceso o elaboración del producto: Indicar la procedencia, la unidad de medida y cantidad de las principales materias primas requeridas en el proceso.

II. Gestión y control de aguas:

1. Indicar la(s) norma(s) que controla y regula el uso del agua para el uso industrial.
2. Indicar la procedencia, usos, el principal destino y los volúmenes de aguas que se consumen en la instalación.
3. Indicar si se ha realizado o no cambios recientes, para disminución del consumo de agua. Anotar las observaciones que se consideren pertinentes.
4. Indicar si se usa agua potable o no en el lavado y mantenimiento de equipos. Anotar las observaciones que se consideren pertinentes.
5. Indicar si se utilizan o no equipos que disminuyan el consumo de agua durante las operaciones de mantenimiento. Anotar las observaciones que se consideren pertinentes.
6. Indicar si la instalación posee o no medidores de gastos, medidores de caudal u otros dispositivos para cuantificar los volúmenes de agua utilizados en el proceso. Anotar las observaciones que se consideren pertinentes.
7. Indicar si se recircula o no el agua en alguna unidad o proceso. Anotar las observaciones que se consideren pertinentes.
8. Indicar si existen o no fugas de agua potable en la instalación. Anotar la fuente generadora de la fuga (tubería, accesorio, equipo u otra) y el área o sección de la instalación.

III. Se requiere la firma de los involucrados en la evaluación.

Instructivo para el llenado del formulario “EVALUACIÓN DE EFLUENTES”:

I. Información general:

1. Instalación: Indicar el nombre de la instalación o taller donde se realizara la evaluación ambiental.
2. Actividad: Describir de manera breve o precisa la actividad que se realiza en la instalación.
3. Fecha de evaluación: Indicar la fecha de evaluación de la instalación.
4. Carga actual de sistema (%): indicar el porcentaje de carga del sistema.
5. Consumo de energía (kw/h): Indicar el consumo de energía de la instalación en kilovatios por hora.
6. Consumo de agua (m³/h): Indicar el consumo de agua potable de la instalación en metros cúbicos por hora.
7. Fuente primaria de abastecimiento de agua: Seleccionar la fuente de abastecimiento primaria de agua.
8. Principales materias primas requeridas en el proceso o elaboración del producto: Indicar la procedencia, la unidad de medida y cantidad de las principales materias primas requeridas en el proceso.

II. Gestión y control de aguas residuales:

1. Indicar la(s) norma(s) que regulan los efluentes y vertidos industriales.
2. Indicar las fuentes de aguas residuales generadas en la instalación.
3. Indicar el destino final de las aguas residuales generadas en la instalación.
4. Indicar si las aguas residuales son tratadas o no en la instalación. Anotar las observaciones que se consideren pertinentes.

5. Indicar si se tiene o no un programa de monitoreo o control de efluentes. Anotar las observaciones que se consideren pertinentes.
6. Indicar si existen o no fugas de materias primas, insumos o productos que puedan alcanzar la red de alcantarillado del Complejo, canales de la instalación o cuerpos de aguas. Anotar el foco (tubería, accesorio, equipo u otro), área o sección donde ocurre la fuga y las características de la misma.
7. Indicar si se realiza o no mantenimiento a la red interna de alcantarillado de la instalación. Anotar las observaciones que se consideren pertinentes.
8. Anotar el o los punto(s) de descarga de la instalación y la característica de la misma.
9. Si la respuesta cinco es positiva anotar punto de muestreo, parámetro analizado, fecha de análisis, frecuencia del análisis, límite o rango de emisión según decreto aplicable (ppm o rango) y condición según el mismo (cumple o incumple). Anexe caracterización de los efluentes del canal a la cual genera aporte la instalación. Nota: si la respuesta es negativa llene el cuadro con la caracterización del canal al cual la instalación genera aporte, tomando en cuenta los parámetros más críticos.
10. Si la respuesta cinco es negativa indique los parámetros que deberían ser analizados de implementarse un programa de monitoreo y control de efluentes.

III. Se requiere la firma de los involucrados en la evaluación.

Instructivo para el llenado del formulario “EVALUACIÓN DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS”:

I. Información general:

1. Instalación: Indicar el nombre de la instalación o taller donde se realizara la evaluación ambiental.

2. Actividad: Describir de manera breve o precisa la actividad que se realiza en la instalación.
3. Fecha de evaluación: Indicar la fecha de evaluación de la instalación.
4. Carga actual de sistema (%): indicar el porcentaje de carga del sistema.
5. Consumo de energía (kw/h): Indicar el consumo de energía de la instalación en kilovatios por hora.
6. Consumo de agua (m³/h): Indicar el consumo de agua potable de la instalación en metros cúbicos por hora.
7. Fuente primaria de abastecimiento de agua: Seleccionar la fuente de abastecimiento primaria de agua.
8. Principales materias primas requeridas en el proceso o elaboración del producto: Indicar la procedencia, la unidad de medida y cantidad de las principales materias primas requeridas en el proceso.

II. Gestión y control de emisiones atmosféricas:

1. Indicar la(s) norma(s) de regulan la calidad del aire y control de la contaminación atmosférica a nivel industrial.
2. Indicar de acuerdo a la norma el parámetro o los parámetros regulado, el límite de emisión en miligramos por metros cúbicos de acuerdo a la actividad. Anotar cualquier observación referente a la(s) norma(s) que consideren pertinentes.
3. Seleccionar el número de fuentes fijas que posee la instalación, si la instalación posee más de tres (3) fuentes fijas seleccione más de tres e indique la cantidad.
4. Indicar el nombre de la fuente fija, régimen de funcionamiento (continuo, discontinuo u otro que dependa del tiempo), forma (cilíndrica, cuadrada), diámetro interno en metros, altura tomada desde el piso en metros, control de ingeniería (ciclón(es), filtros de mangas, lavadores de gases u otro control), eficiencia teórica del sistema de control en porcentaje y área o sección a la cual pertenece.

5. Indicar si se ha realizado o no cambios recientes en el proceso para disminuir las emisiones. Anotar las observaciones que se consideren pertinentes.
6. Indique si se tiene o no un programa de monitoreo de emisiones. Anotar las observaciones que consideren pertinentes.
7. Si la respuesta anterior es positiva anotar punto de muestreo, parámetro analizado, fecha de análisis, frecuencia del análisis, límite o rango de emisión según decreto aplicable y condición según el mismo. Anexe caracterización de las emisiones de las fuentes fijas de la instalación. Si la respuesta anterior es negativa coloque no aplica (N/A).
8. Indicar el nombre de la fuente fija, fecha del análisis, parámetros físicos de la emisión (caudal en metros cúbicos por hora, velocidad del gas en metros por hora y temperatura del gas en grados Celsius), contaminante atmosférico emitido (nombre del contaminante de acuerdo al inciso numero dos (2), concentración del contaminante e miligramos por metros cúbicos, emisión masica en toneladas por año, limite de emisión en miligramos por metros cúbicos y condición según decreto (cumple o incumple).
9. Indique si existen o no emisiones fugitivas. Anotar foco (tubería, válvula, accesorio o equipo), área o sección y característica de la misma (partículas, gas).

III. Se requiere la firma de los involucrados en la evaluación.

Instructivo para el llenado del formulario “EVALUACIÓN DE DESECHOS”:

I. Información general:

1. Instalación: Indicar el nombre de la instalación o taller donde se realizara la evaluación ambiental.
2. Actividad: Describir de manera breve o precisa la actividad que se realiza en la instalación.

3. Fecha de evaluación: Indicar la fecha de evaluación de la instalación.
4. Carga actual de sistema (%): indicar el porcentaje de carga del sistema.
5. Consumo de energía (kw/h): Indicar el consumo de energía de la instalación en kilovatios por hora.
6. Consumo de agua (m³/h): Indicar el consumo de agua potable de la instalación en metros cúbicos por hora.
7. Fuente primaria de abastecimiento de agua: Seleccionar la fuente de abastecimiento primaria de agua.
8. Principales materias primas requeridas en el proceso o elaboración del producto: Indicar la procedencia, la unidad de medida y cantidad de las principales materias primas requeridas en el proceso.

II. Gestión y control de residuos y desechos convencionales:

1. Indicar la(s) norma(s) que regulan los residuos y desechos industriales.
2. Seleccionar una o varias alternativas.
3. Indique si se clasifican o no los desechos. Anotar las observaciones que considere pertinentes.
4. Indicar si o no. Anotar las observaciones que se consideren pertinentes.
5. Indicar si o no. Anotar tipo de residuo, área o sección y cantidad aproximada.
6. Indicar si o no. Anotar foco (cinta, molinos, cribas, secadores u otros), área o sección y solidó.
7. Indicar nombre, volumen y peso en las unidades predeterminadas y el sitio de disposición final del desecho o residuo.

III. Gestión y control de materiales y sustancias peligrosas.

1. Indicar la(s) norma(s) que regulan los materiales y sustancias peligrosas a nivel industrial.
2. Seleccionar una o varias alternativas.
3. Indicar si o no. Anotar las observaciones que se consideren pertinentes.

4. Indicar si o no. Anotar las observaciones que se consideren pertinentes.
5. Indicar si o no. Anotar foco (accesorio, equipo u otros), área o sección y sustancia peligrosa.
6. Indicar si o no. Anotar las observaciones que se consideren pertinentes.
7. Indicar nombre, volumen y peso en las unidades predeterminadas, la forma correcta de almacenamiento y la disposición temporal del material o sustancia peligrosa.

IV. Se requiere la firma de los involucrados en la evaluación.

Instructivo para el llenado del formulario “EVALUACIÓN DE RUIDO AMBIENTAL”:

I. Información general:

1. Instalación: Indicar el nombre de la instalación o taller donde se realizara la evaluación ambiental.
2. Actividad: Describir de manera breve o precisa la actividad que se realiza en la instalación.
3. Fecha de evaluación: Indicar la fecha de evaluación de la instalación.
4. Carga actual de sistema (%): indicar el porcentaje de carga del sistema.
5. Consumo de energía (kw/h): Indicar el consumo de energía de la instalación en kilovatios por hora.
6. Consumo de agua (m³/h): Indicar el consumo de agua potable de la instalación en metros cúbicos por hora.
7. Fuente primaria de abastecimiento de agua: Seleccionar la fuente de abastecimiento primaria de agua.
8. Principales materias primas requeridas en el proceso o elaboración del producto: Indicar la procedencia, la unidad de medida y cantidad de las principales materias primas requeridas en el proceso.

II. Gestión y control de ruido ambiental.

1. Indicar la(s) norma(s) que regulan el ruido ambiental a nivel industrial.
2. Indicar la(s) fuente(s) de ruido principal según su importancia (accesorio, equipo u otro), describa la fuente, si dispone o no de aislamiento acústico y de disponer indicar el tipo (encajonamiento, barrera u otros). Anotar las observaciones que se consideren pertinentes.
3. Indicar según la norma la clasificación de la zona y los niveles máximos permitidos en la unidad predeterminada para los periodos diurno y nocturno.
4. Indicar si o no. Anotar las observaciones que se consideren pertinentes.
5. Indicar si o no. Anotar las observaciones que se consideren pertinentes.
6. Indicar la ubicación, área de los puntos de muestreo de los niveles de emisión (perimetral) e inmisión (internos) de ruido. Indicar la condición según decreto (cumple o incumple).
7. Indicar sobre el plano de la instalación la ubicación de los puntos de muestreo de ruido.

III. Se requiere la firma de los involucrados en la evaluación.

4.4. Aplicación del instrumento de autoevaluación ambiental.

El instrumento de autoevaluación ambiental se aplicó en la instalación 370A (ácido fosfórico), por ser la instalación que genera mayor impacto ambiental (emisiones de gases y partículas, aguas acidas, fosfoyeso, entre otros. La instalación 370A posee procesos que pueden ser del impacto ambiental negativo sino se controlan adecuadamente, desde emisiones, efluentes, ruido, desechos y debido a su larga data de funcionamiento existen componentes de la misma que van desde estructuras a equipos que necesitan ser evaluados eficientemente.

Durante la evaluación ambiental el instrumento resultó ser versátil, al disminuir el tiempo utilizado por el asesor ambiental para recorrer la instalación y recobrar toda la información de campo mínima necesaria, para poder emitir una evaluación de carácter ambiental objetiva y no subjetiva (Ver Apéndice A.1). Anteriormente para una evaluación ambiental se necesitaba alrededor de tres (3) a cuatro (4) horas para observar y documentar en libretas de notas las desviaciones ambientales detectadas sin un orden o planificación, que posteriormente tenían que ser evaluadas desde el punto de vista ambiental y de control de ingeniería, para luego emitir un informe técnico que carecía de sustento desde el punto de vista del método científico y cuya única prueba de lo observado eran de carácter fotográficos; la utilización del instrumento en unas de las instalaciones mas complejas como ácido fosfórico el tiempo se redujo en 50 por ciento, tomando un tiempo estimado de hora cuarenta y cinco minutos.

Este instrumento de autoevaluación resulto ser de gran utilidad, tanto por la facilidad de uso y los rápidos resultados que se obtienen de su aplicación, porque permite de manera clara identificar desviaciones ambientales (ver objetivo 4.5), proponer medidas y acciones para cumplir con el marco legal ambiental y las buenas practicas administrativas de ingeniería. Además proporciona la posibilidad de contribuir a que se generen cambios positivos de actitud hacia la naturaleza y concienciar a los responsables de cada instalación industrial del Complejo Petroquímico Morón.

Como resultado de la implantación de buenas prácticas, se conseguirá:

- Reducir el consumo de recursos energéticos.
- Reducir el consumo de agua potable.
- Disminuir y controlar la generación de residuos y facilitar su reutilización y reciclaje.
- Minimizar el impacto ambiental de las emisiones atmosféricas, ruido y las descargas de agua residual.

Además de lo anterior, se tienen los siguientes beneficios adicionales:

- Uso racional de los recursos naturales.
- Ahorro y eficiencia en el consumo de agua, materias primas y energéticos.
- Mejoramiento en el control de procesos y aumento de eficiencia.
- Control de riesgos y disminución de eventos ambientales.
- Contribuir a la mejora continua a través de la protección del ambiente.
- Promover la integración y participación del personal en las políticas de prevención y control ambiental.

4.5. Análisis de los resultados obtenidos de la aplicación del instrumento de autoevaluación ambiental.

El posterior análisis del instrumento arrojó un informe técnico de la instalación industrial (ver Apéndice A.1), donde se evaluaron las condiciones encontradas y donde su sola aplicación pudo detectar daños en el manto PEAD de la laguna de enfriamiento de la sección 800 de disposición de aguas de proceso y yeso, que ocasionan reboses de la misma y afectan la vegetación de la zona y el cauce de un cuerpo de agua fluvial denominado caño Alpargatón, debido al carácter ácido de las aguas de la laguna. La evaluación de esta desviación ambiental generó como recomendación realizar el estudio de batimetría de la laguna de enfriamiento y posterior dragado para extraer el yeso que le resta capacidad y aumenta el nivel del agua ocasionando los reboses; lo cual disminuirá el impacto ambiental de la zona y minimizará los volúmenes de agua potable de reposición en el proceso de la instalación.

Otro hallazgo importante que se desprendió del análisis del instrumento, es la falla en la sección 200 (secado de roca), la cual se debe en su gran mayoría a la granulometría y la humedad de la roca fosfática en la sección 100 (recepción de roca), y cuya desviación se analizó detalladamente en la sección 4.2.

La ausencia de sistemas de contención de derrames de ácidos y planes ambientales bien definidos entre otros aspectos ambientales también forma parte de la problemática de la instalación y como tales fueron evaluados, generando recomendaciones para mitigar el impacto ambiental que ellas producen (ver Apéndice A.1).

Sin embargo, para la mejor comprensión del alcance de este objetivo se recomienda ver el Apéndice A.1.; en esta sección se presenta el informe técnico generado de la aplicación del instrumento y la evaluación ambiental de la instalación 370-A (Producción de ácido fosfórico), dicho informe se realizó basado en el formato M-FE-SA-EG-R-021 (registro veintiuno de evaluación de gestión de seguridad y ambiente de fertilizantes Morón) perteneciente al sistema integrado de calidad del Complejo Petroquímico Morón (ISO-9001), el cual al contar con el instrumento de autoevaluación ambiental como subproceso de gestión, sistematiza el proceso de evaluaciones ambientales enmarcado en la visión de la auditoría ambiental presentada por ISO-14000 (evaluación sistemática, documentada y periódica y objetiva de los procesos y prácticas medioambientales).

RECOMENDACIONES

1. Implementación del instrumento de autoevaluación ambiental, para sistematizar las evaluaciones ambientales.
2. Implantación planes ambientales por cada una de las instalaciones, que contemplen metas alcanzables a corto plazo, con el propósito de mejorar la situación ambiental del Complejo.
3. La adecuación de un área (infraestructura) o la construcción de un depósito de almacenamiento temporal de materiales y desechos peligrosos, esto permitirá tener control de este tipo de material y minimizar el riesgo ambiental que conlleva la situación en la cual se encuentran en la actualidad.
4. Incorporar en el presupuesto de los mantenimientos mayores de las instalaciones 180A (amoníaco) y 215/218 (ácido sulfúrico) el manejo y disposición final de los catalizadores, siempre que se realice el o los cambios de estos.
5. Definición de un cronograma de manejo y disposición final de material peligroso (catalizadores), para sanear el área del Complejo.
6. Aplicación de convenios internacionales para la disposición final de catalizadores que no cuenten con la tecnología adecuada en el país para su reciclaje o destrucción.
7. Implantación de un sistema integral de reciclajes, lo cual aumentaría la vida útil del relleno sanitario.
8. Conformar con los trabajadores informales de la basura (garimpeiros) del relleno sanitario cooperativas de reciclaje, esto mejoraría la vida de estas personas y sería un primer paso para implantar luego un sistema integral de desechos en el Complejo.

9. Reactivar el laboratorio de análisis ambientales y definir los procedimientos y análisis fisicoquímicos que permitan ser realizados por los equipos y materiales que formen parte de su inventario, con el propósito de monitorear los canales de descarga en plazos mas cortos y estos a su vez permitan realizar las acciones correctivas para mitigar el impacto ambiental.

CONCLUSIONES

1. La situación ambiental del Complejo Petroquímico Morón, presenta mayor problemática en las emisiones de monóxido de carbono y almacenamiento inadecuado de materiales peligrosos.
2. El correcto funcionamiento de los sistemas de control de emisiones de gases y neutralización de efluentes garantiza una disminución del impacto ambiental.
3. El instrumento de autoevaluación ambiental es un proceso de apoyo a la gestión ambiental de la Superintendencia de Higiene y Ambiente (AHO).
4. El instrumento desarrollado consta de cinco partes, gestión y control de aguas, evaluación de efluentes, evaluación de emisiones atmosféricas, gestión y control de desechos y gestión y control de ruido ambiental.
5. Los instrumentos de autoevaluaciones ambientales están constituidos por dos secciones: datos generales de la instalación y gestión y control del aspecto evaluado.
6. La elaboración del instructivo del instrumento de autoevaluación ambiental define criterios y normas para su uso de parte del asesor ambiental.
7. La aplicación del instrumento ambiental disminuye el tiempo de evaluación de la instalación en aproximadamente noventa (90) minutos.
8. De la aplicación del instrumento se concluye que la instalación de ácido fosfórico (I-370A), presenta fallas en las secciones 200, 700 y 800 y no presenta plan ambiental.

Apéndice A. Evaluación Ambiental de la instalación 370A.

En esta sección se presenta el informe de la instalación 370A (ácido fosfórico) generado de la aplicación del instrumento de autoevaluación ambiental.

	GERENCIA DE SEGURIDAD, HIENE Y AMBIENTE COMPLEJO PETROQUÍMICO MORÓN	Ingeniería Riesgos			
		Asuntos Ambientales	X		
		RCEYC			
RECOMENDACIONES DE LA GERENCIA SHA					
PARA: Jesús Ceballos		FECHA: 19/07/2010			
DE: Jenifer Smith / Isaac Urbina					
ASUNTO: Evaluación Ambiental de la instalación 370-A					
OBJETIVOS					
<ul style="list-style-type: none"> • Verificación del cumplimiento de las normas técnicas y legislativas en materia ambiental que apliquen a la instalación, según los aspectos que se puedan original producto de las actividades propias. • Cotejar los entandares obtenidos productos de las caracterizaciones y gestiones realizadas contra lo establecido en normas, a fin de evitar desviaciones de índole ambiental que originen eventos y posibles sanciones al Complejo Petroquímico Morón CPM. • Contactar y analizar los cambios de las diferentes secciones de esta unidad operacionales, a fin de establecer y proponer las oportunidades de mejoras que fortalezcan la cultura ambiental a los trabajadores (as) que hacen vida laboral en esta instalación y toda la organización en general del CPM. 					
INTRODUCCIÓN					
<p>Evaluar los aspectos ambientales que inciden durante las operaciones inherentes al proceso productivo de la instalación 370-A, considerando las especialidades de gestión y control de emisiones atmosféricas, evaluación de las aguas residuales, gestión y control de los residuos.</p>					
RESUMEN					
<p>Durante la actividad operacional de la instalación 370-A, existen varias fuentes de generación de agentes los cuales van desde gases, líquidos, sólidos y mezclas lo cual contribuyen a crear eventos ambientales dentro y fuera de esta unidad operacional. Para el caso de material sólido en partículas o polvos es evidente que este impacta tanto el ambiente interno como el externo siendo el aire el medio de transporte y en exceso sobre el suelo como es la acumulación es arrastrado por el agua y llevado a los canales pluviales generando efluentes con material sólido, al no ser considerado para reprocesar es un desecho de índole con contenido de sólido que habrá que buscarle disposición. Por lo cual se requiere de una supervisión y seguimiento estricto a los equipos que presenta desviaciones por parte de ingeniería de proceso para el control de los parámetros operacionales así como una rutina de mantenimiento de calidad a fin de no permitir que hayan fuentes generadoras de, emisiones, efluentes y material sólidos en las diferentes secciones de la instalación 370-A, ya que todos estos ocasionan aspectos ambientales en la misma unidad.</p>					
ANTECEDENTES					
<ul style="list-style-type: none"> • Informes emitidos en fecha 27/07/2007, 14/03/2008, 17/11/2009 por esta Superintendencia • Caracterización de emisiones atmosféricas efectuadas en fecha 04/05/06/14/15 de noviembre 2008 por Hidrolab Toro Consultores. 					
NORMATIVA DE REFERENCIA					
<ul style="list-style-type: none"> • Ley de Sustancias, Materiales y Desechos Peligrosos. • Norma Técnica 883: Norma para la clasificación y el control de la calidad de cuerpos de 					
REALIZADO POR:		REVISADO POR		APROBADO POR:	
Jenifer Smith Ing. Asesor Amb.		Amado Palacios Spte AA		Otilio Conde	
Nombre	Cargo	Nombre	Cargo	Gerente SHA	Firma
	Firma		Firma		
ESTE DOCUMENTO ES SOLO PARA USO INTERNO DE PEQUIVEN					

Fuente: Superintendencia AHO, Complejo Petroquímico Morón, 2010.

Figura A.1. Evaluación ambiental de la instalación 370-A.

 Pequiven Petroquímica de Venezuela, S.A.	GERENCIA DE SEGURIDAD, HIENE Y AMBIENTE COMPLEJO PETROQUÍMICO MORÓN	Ingeniería Riesgos	
		Asuntos Ambientales	X
		RCEYC	
RECOMENDACIONES DE LA GERENCIA SHA			
PARA: Jesús Ceballos		FECHA: 19/07/2010	
DE: Jenifer Smith / Isaac Urbina			
ASUNTO: Evaluación Ambiental de la instalación 370-A			

agua y vertidos o efluentes líquidos.

- Norma Técnica 2.635: Normas para el control de la recuperación de materiales peligrosos y el manejo de los desechos peligrosos.
- Normas Técnica 2.216: Normas para el manejo de los desechos sólidos de origen doméstico, comercial, industrial, o de cualquier otra naturaleza que no sean peligrosos.

CONDICIÓN ACTUAL

Durante la evaluación ambiental realizada a la instalación 370-A, se detecto lo siguiente:

Evaluación de las emisiones:

En la Instalación es emanado constantemente material particulado (polvos de roca fosfática) a la atmósfera y al ambiente de trabajo (medición cualitativa, mediante la apreciación visual), debido a las fuentes fijas que se encuentran en la instalación, y a múltiples fugas de producto en la sección 200 de secado de roca por obstrucción de bajantes que provienen del sistema de captación de polvos, ya que el sistema de aire comprimido que inyecta directamente a los polvos recuperados a los SR-301/302 esta fuera de servicio; todos estos polvos son enviados a los silos SR-202 A/B/C, y al ser descargados alcanza fácilmente el aire, se fluidizan y al precipitar depositándose en la calle E, lo cuales hace una capa de sedimento de roca fosfática.

Las concentraciones de material particulado que descarga la fuente fija de la sección de secado se encuentran muy cercanas a los límites establecidos por la legislación ambiental (ver tabla N° 1). A continuación se presentan los resultados de monitoreo de la fuente fija de la instalación efectuado en noviembre del 2008.

Tabla N° 1. Monitoreo de las fuentes de emisiones atmosféricas evaluadas en la planta de ácido fosfórico del Complejo Petroquímico Morón.

CHIMENEA	Fechas del muestreo	Cs (mg/ m ³)	F (mg/m ³)
Secado C-201		146,17	0,161
Molienda C-301	15/11/2008	158,39	
Reacción C-455	06/11/2008		0,067
Valor Limite según Norma 638	--	150	0,05

Fuente: Laboratorio Externo (Hidrolab Toro Consultores, C.A)

Evaluación de los efluentes:

Durante la evaluación se observo en la sección de recepción de roca (Sección 100), fuga de agua potable en tubería de 4", que se dirige al edificio administrativo, alcanzando la sección 100 y la calle E, contribuyendo a la mezcla de material sólido y liquido creando condiciones de riesgo. En la instalación se genera constantemente efluentes de procesos (aguas ácidas), siendo canalizadas por los canales internos que se encuentran colapsados, y en algunas ocasiones las mismas sobrepasan el nivel de los mismos por las fallas en las bombas PC-803 A/B, esto por la obstrucción de sólidos en su interior (recámara),

REALIZADO POR:			REVISADO POR			APROBADO POR:		
Jenifer Smith Ing. Asesor Amb.			Amado Palacios Spte. AA			Otilio Conde		
Nombre	Cargo	Firma	Nombre	Cargo	Firma	Gerente SHA	Firma	

ESTE DOCUMENTO ES SOLO PARA USO INTERNO DE PEQUIVEN

Fuente: Superintendencia AHO, Complejo Petroquímico Morón, 2010.

Figura A.1. Evaluación ambiental de la instalación 370-A. (continuación)

	GERENCIA DE SEGURIDAD, HIENE Y AMBIENTE COMPLEJO PETROQUÍMICO MORÓN	Ingeniería Riesgos	
		Asuntos Ambientales	X
		RCEYC	
RECOMENDACIONES DE LA GERENCIA SHA			
PARA: Jesús Ceballos		FECHA: 19/07/2010	
DE: Jenifer Smith / Isaac Urbina			
ASUNTO: Evaluación Ambiental de la instalación 370-A			

ocasionando que disminuya la capacidad de bombeo. Los tanques SR-701 y 702, carecen de sistema de recolección de ácidos, y por lo que fallas (ruptura de sellos de tuberías y bombas, perforaciones del tanque) eventuales en el envío de ácido por la PC-701/702, ocasiona que el mismo afecte al suelo y pérdida de producción.

En la laguna de enfriamiento se observa en el lado sur-este, presencia de yeso sólido, en el lado sur-oeste, paralelo a la vialidad que da acceso al vertedero de desechos, pérdida del manto PEAD, de la cara interna del talud de contención, originando erosión, derrumbe e inestabilidad de los diques que son de tierra, esta situación se ocasiona por el permanentemente oleaje del agua producido por la brisas, ocasionando, filtraciones al subsuelo y daños a la vegetación del entorno adyacente. En e lado nor-oeste de la laguna, cercano a los patios de chatarra se observa bajo nivel de los diques de contención, ocasionando derrames de agua ácida hacia la vegetación cercana y cauce del Caño Alpagatón.

Evaluación de los desechos sólidos:

Como resultado del proceso de producción de ácido fosfórico, se generan material de rechazo de roca fosfática, sea los casos de obstrucción del bajante que alimenta la ET-202, proveniente del sistema de captación de polvo, derrames en las cintas transportadoras ET-201 A/B que alimenta el secador TR-201 y ET-206 en la zona de descarga de los SR-202 A/B/C, fugas en la alimentación del molino MF-301, fugas en el equipo ED-302 entre otros, los cuales al llegar a los canales pluviales de las calles H y S -17 se obstruyen, producto de exceso de material sólido, requiriéndose el almacenamiento de este material en la misma instalación para la transferencia o transporte en el vertedero o su ingreso como materia prima al proceso. De igual forma la instalación se tiene dispuesto un gran volumen de material ferroso (bolas del molino, chatarra, entre otros) y desecho común (basura), requiriéndose la segregación, almacenamiento y disposición temporal y/o final adecuadamente de los desechos.

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN:

Evaluación de las emisiones:

Se requiere efectuar los mantenimientos y mejoras respectivas a la sección 100, 200 y 300 de la instalación 370-A, ya que las concentraciones de las emisiones de material particulado necesitan ser disminuidas, específicamente se requiere el control de variables (Granulometría sección 100, humedad y temperatura en el equipo MF-201) para luego reactivar el Fuller y trabaje eficientemente, al igual que las emisiones de flúosilicatos que son emitidos a la atmósfera, según decreto 638, para así evitar la afectación de la calidad del aire del ambiente de trabajo, como las que puedan llegar a las comunidades vecinas. Y así dar cumplimiento a lo establecido en la normativa. De igual forma se requiere efectuar los correctivos a los equipos de la sección 200 y 300, debido a que se dispersa en el ambiente producto debido a las fugas en la instalación.

Evaluación de los efluentes:

REALIZADO POR:		REVISADO POR		APROBADO POR:	
Jenifer Smith Ing. Asesor Amb.		Amado Palacios Spte. AA		Otilio Conde	
Nombre	Cargo	Nombre	Cargo	Gerente SHA	Firma
	Firma		Firma		

ESTE DOCUMENTO ES SOLO PARA USO INTERNO DE PEQUIVEN

Fuente: Superintendencia AHO, Complejo Petroquímico Morón, 2010.

Figura A.1. Evaluación ambiental de la instalación 370-A. (continuación)

 Pequiven Petroquímica de Venezuela, S.A.	GERENCIA DE SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE COMPLEJO PETROQUÍMICO MORÓN	Ingeniería Riesgos	
		Asuntos Ambientales	X
		RCEYC	
RECOMENDACIONES DE LA GERENCIA SHA			
PARA: Jesús Ceballos		FECHA: 19/07/2010	
DE: Jenifer Smith / Isaac Urbina			
ASUNTO: Evaluación Ambiental de la instalación 370-A			

Los efluentes industriales generados en la instalación deben ser direccionados en canales pluviales empotrados, para así evitar su alcance a las calles. De igual forma se deberán diseñar los sistemas de recolección de ácidos de los tanques SR-701 y 702, de acuerdo con las normativas técnicas y legales.

En la laguna de enfriamiento se requiere efectuar mantenimiento general, para así evitar posteriores eventos ambientales por afectación con aguas ácidas al ambiente.

En la instalación es necesario efectuar los correctivos en algunos equipos y tuberías para evitar las fugas de agua potable y ácida.

Control de desechos peligrosos y no peligrosos:

Se requiere efectuar un adecuado almacenamiento de los aceites en la instalación y emplear mejores prácticas de trabajo para los mantenimientos de los equipos rotativos. La materia prima que se almacena en la instalación, a causa de fugas y fallas de equipos, puede ser reprocesada en el sistema o dispuesta al vertedero hay que evitar almacenarlo en los alrededores de la instalación, ya que se encuentra a la intemperie, lo cual por efecto de la brisas el material es dispersos sometiendo al exposición de partículas al personal y de haber fluidos líquidos se dirige a los canales pluviales (Ver anexos fotográficos).

En la instalación debe programarse actividades semanales de limpieza para la recolección de la basura común y material de chatarra, y trasladarlos a sus sitios de almacenamiento temporales.

CONCLUSIONES:

De acuerdo con los resultados obtenidos producto de la evaluación ambiental practicada en la instalación 370-A, se puede concluir lo siguiente:

- Se han de efectuar los mantenimientos y prácticas operacionales que mejoren el proceso así como la supervisión constante en la sección 200, 300, 400 y 500 para disminuir las emanaciones de gases (fluoruros) y pérdida de producto (Ácido fosforico) en la instalación. También se requiere efectuar la limpieza de los canales pluviales alrededor de esta unidad operativa ya que se encuentran obstruidos y mantenerlo limpio en el tiempo.
- Mejorar las prácticas de trabajo de mantenimiento en los equipos rotativos para eliminar las fugas y vertidos de aceites en la instalación, así como emplear un adecuado almacenamiento de los aceites de acuerdo a lo exigido en la normativa ambiental.
- Establecer un plan de limpieza en la instalación para evitar acumulación de materia prima, chatarra y desechos común.
- Establecer un plan de mantenimiento a la laguna de enfriamiento.

REALIZADO POR:			REVISADO POR			APROBADO POR:	
Jenifer Smith	Ing. Asesor Amb.		Amado Palacios	Spte. AA		Otilio Conde	
Nombre	Cargo	Firma	Nombre	Cargo	Firma	Gerente SHA	Firma

ESTE DOCUMENTO ES SOLO PARA USO INTERNO DE PEQUIVEN

Fuente: Superintendencia AHO, Complejo Petroquímico Morón, 2010. **Figura A.1. Evaluación ambiental de la instalación 370-A. (continuación)**

 Pequiven Petroquímica de Venezuela, S.A.	GERENCIA DE SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE COMPLEJO PETROQUÍMICO MORÓN	Ingeniería Riesgos	
		Asuntos Ambientales	X
		RCEYC	
RECOMENDACIONES DE LA GERENCIA SHA			
PARA: Jesús Ceballos		FECHA: 19/07/2010	
DE: Jenifer Smith / Isaac Urbina			
ASUNTO: Evaluación Ambiental de la instalación 370-A			

RECOMENDACIONES:

RECOMENDACIONES EMITIDAS POR LA GERENCIA SHA				
N°	Instalación	Área/Sección	Condición Detectada	Acciones a Tomar
1	370-A	Sección 400, 500 y 600	Deterioro de los canales internos en la instalación para direccionar los efluentes industriales.	Efectuar reunión con el equipo natural de trabajo para proponer alternativas de canalizar los efluentes industriales.
2	370-A	Todas la Secciones	Inexistencia de un plan de gestión de desechos.	Coadyuvar esfuerzos para establecer planes de la limpieza del área. Colocar contenedores recolectores de basura. Impartir charla referente al manejo adecuado de desechos comunes.
3	370-A	Sección 300	Almacenamiento inadecuado de material peligroso (aceites)	Almacenar en pipotes sobre paletas en un área adecuada, protegido de los elementos. Identificar según Norma COVENIN 3060 Impartir charla referente al manejo adecuado de desechos peligrosos.
4	370-A	Laguna de enfriamiento	Presencia de sólidos (yeso). Fuga de agua ácida a la vegetación cercana de la laguna.	Efectuar un plan de trabajo con el personal de producción, mantenimiento y técnico para realizar batimetría a la laguna, dragado, entre otras actividades que se requieran.
5	370-A	Almacenamiento	Ausencia de sistema de contención o recuperación de ácido fosfórico.	Construcción de muros de contención y/o sistema de recuperación de ácido.
6	370-A	Todas las secciones	Fugas de fluidos tanto sólidos como líquido en la instalación	Verificar la integridad mecánica de los equipos en toda la instalación. Efectuar mantenimiento preventivo y correctivo en el caso que aplique.

REALIZADO POR:		REVISADO POR		APROBADO POR:	
Jenifer Smith Ing. Asesor Amb.		Amado Palacios Spte. AA		Otilio Conde	
Nombre	Cargo	Nombre	Cargo	Nombre	Cargo
	Firma		Firma	Firma	Firma

ESTE DOCUMENTO ES SOLO PARA USO INTERNO DE PEQUIVEN

Fuente: Superintendencia AHO, Complejo Petroquímico Morón, 2010.

Figura A.1. Evaluación ambiental de la instalación 370-A. (continuación)

Pequiven Petroquímica de Venezuela, S.A.	GERENCIA DE SEGURIDAD, HIENE Y AMBIENTE COMPLEJO PETROQUÍMICO MORÓN	Ingeniería Riesgos	
		Asuntos Ambientales	X
		RCEYC	
RECOMENDACIONES DE LA GERENCIA SHA			
PARA: Jesús Ceballos		FECHA: 19/07/2010	
DE: Jenifer Smith / Isaac Urbina			
ASUNTO: Evaluación Ambiental de la instalación 370-A			

ANEXOS FOTOGRÁFICOS:



Sistema de drenajes

REALIZADO POR:			REVISADO POR			APROBADO POR:		
Jenifer Smith Ing. Asesor Amb.			Amado Palacios Spte. AA			Otilio Conde		
Nombre	Cargo	Firma	Nombre	Cargo	Firma	Gerente SHA	Firma	
ESTE DOCUMENTO ES SOLO PARA USO INTERNO DE PEQUIVEN								

Fuente: Superintendencia AHO, Complejo Petroquímico Morón, 2010.

Figura A.1. Evaluación ambiental de la instalación 370-A. (continuación)

Pequiven Petroquímica de Venezuela, S.A.	GERENCIA DE SEGURIDAD, HIENE Y AMBIENTE COMPLEJO PETROQUÍMICO MORÓN	Ingeniería Riesgos	
		Asuntos Ambientales	X
		RCEYC	
RECOMENDACIONES DE LA GERENCIA SHA			
PARA: Jesús Ceballos		FECHA: 19/07/2010	
DE: Jenifer Smith / Isaac Urbina			
ASUNTO: Evaluación Ambiental de la instalación 370-A			



Polvo en el ambiente



Almacenamiento inadecuado
Material peligroso

REALIZADO POR:			REVISADO POR			APROBADO POR:	
Jenifer Smith Ing. Asesor Amb.			Amado Palacios Spte. AA			Otilio Conde	
Nombre	Cargo	Firma	Nombre	Cargo	Firma	Gerente SHA	Firma
ESTE DOCUMENTO ES SOLO PARA USO INTERNO DE PEQUIVEN							

Fuente: Superintendencia AHO, Complejo Petroquímico Morón, 2010.

Figura A.1. Evaluación ambiental de la instalación 370-A. (continuación)

Pequiven Petroquímica de Venezuela, S.A.		EVALUACIÓN AMBIENTAL DE INSTALACIONES INDUSTRIALES EVALUACIÓN DE DESECHOS		SEGURIDAD HIGIENE Y AMBIENTE																																											
INSTALACIÓN: 1-270A		ACTIVIDAD: PRODUCCION ACIDOS FOSFORICOS		FECHA DE EVALUACION: 19 OCT 2010																																											
CARGA ACTUAL DEL SISTEMA (%):		CONSUMO DE ENERGIA (kw/h):		CONSUMO DE AGUA (m ³ /h):																																											
FUENTE PRIMARIA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA: <input checked="" type="checkbox"/> EMBALSE <input type="checkbox"/> POZO <input type="checkbox"/> RED PUBLICA <input type="checkbox"/> OTRO IDENTIFIQUE:																																															
PRINCIPALES MATERIAS PRIMAS REQUERIDAS EN EL PROCESO O ELABORACION DEL PRODUCTO:																																															
MATERIA PRIMA	UNIDAD	CANTIDAD	DESTINACION																																												
ROCA FOSFATICA	TM/DTA	200	SECCION 100/1500/400																																												
AGUA SULFATADA	TM/DTA	200	SECCION 200																																												
AGUA POTABLE	M³/D	60,0	SECCION 400/500																																												
I. GESTION Y CONTROL DE RESIDUOS CONVENCIONALES 1. ESPECIFIQUE LA(S) NORMA(S) DE REGULACION DE DESECHOS COMUNES, VIGENTE PARA LA ZONA OPERACIONAL: DECRETO N° 2.216. NORMAS PARA EL MANEJO DE DESECHOS SOLIDOS DE ORIGEN DOMESTICO, COMERCIAL, O DE CUALQUIER OTRO NATURALEZA QUE NO SEAN PELIGROSOS																																															
2. IDENTIFIQUE EL TIPO DE RESIDUOS SOLIDOS QUE SE GENERAN EN LA INSTALACION: <input checked="" type="checkbox"/> PLASTICOS <input type="checkbox"/> MADERA <input type="checkbox"/> PAPEL <input type="checkbox"/> RESIDUOS DE ALIMENTOS <input type="checkbox"/> MATERIAL FERROSO <input type="checkbox"/> GOMAS <input type="checkbox"/> OTROS ESPECIFIQUE: Fibras Textiles																																															
3. ¿SE CLASIFICAN LOS DESECHOS? SI NO OBSERVACIONES Los Guantes y TRAJOS IMPREGNADOS CON GRASAS SE DEPOSITAN JUNTO A LOS DESECHOS COMUNES																																															
4. ¿SE TIENE ESTABLECIDO ALGUN PROGRAMA DE GESTION DE RESIDUOS CONVENCIONALES? Plásticos, PAPEL, y Textiles Residuos alimenticios se arrojan junto a los contenedores																																															
6. ¿EXISTEN FUGAS DE MATERIAL SOLIDOS? FOCO AREA O SECCION SOLIDO ET-201 A/B 200 Roca Fosfatada ID-201 200 Agua Potable ET-206 200 Agua Fosfatada ME-301 300 Roca Fosfatada ED-302 300 Roca Fosfatada																																															
6. LLENE EL SIGUIENTE CUADRO: <table border="1"> <thead> <tr> <th>RESIDUO</th> <th>VOLUMEN (m³/año)</th> <th>PESO (kg/año)</th> <th>MANEJO</th> <th>TRANSPORTE</th> <th>DISPOSICION FINAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PLASTICOS</td> <td>---</td> <td>---</td> <td>INTERNO</td> <td>INTERNO</td> <td>DETIENEN SANITARIO, INTERNO</td> </tr> <tr> <td>PAPEL</td> <td>---</td> <td>---</td> <td>INTERNO</td> <td>INTERNO</td> <td>DETIENEN SANITARIO, INTERNO</td> </tr> <tr> <td>RESIDUOS ALIM.</td> <td>---</td> <td>---</td> <td>INTERNO</td> <td>INTERNO</td> <td>DETIENEN SANITARIO, INTERNO</td> </tr> <tr> <td>GOMAS</td> <td>---</td> <td>---</td> <td>INTERNO</td> <td>INTERNO</td> <td>PATIO CIELO SODA, INTERNO</td> </tr> <tr> <td>MATERIAL FERROSO</td> <td>---</td> <td>---</td> <td>INTERNO</td> <td>INTERNO</td> <td>PATIO CHATARRA CIELO SODA, INTERNO</td> </tr> <tr> <td>AGUA POTABLE</td> <td>---</td> <td>---</td> <td>INTERNO</td> <td>INTERNO</td> <td>SECCION 100</td> </tr> </tbody> </table>						RESIDUO	VOLUMEN (m ³ /año)	PESO (kg/año)	MANEJO	TRANSPORTE	DISPOSICION FINAL	PLASTICOS	---	---	INTERNO	INTERNO	DETIENEN SANITARIO, INTERNO	PAPEL	---	---	INTERNO	INTERNO	DETIENEN SANITARIO, INTERNO	RESIDUOS ALIM.	---	---	INTERNO	INTERNO	DETIENEN SANITARIO, INTERNO	GOMAS	---	---	INTERNO	INTERNO	PATIO CIELO SODA, INTERNO	MATERIAL FERROSO	---	---	INTERNO	INTERNO	PATIO CHATARRA CIELO SODA, INTERNO	AGUA POTABLE	---	---	INTERNO	INTERNO	SECCION 100
RESIDUO	VOLUMEN (m ³ /año)	PESO (kg/año)	MANEJO	TRANSPORTE	DISPOSICION FINAL																																										
PLASTICOS	---	---	INTERNO	INTERNO	DETIENEN SANITARIO, INTERNO																																										
PAPEL	---	---	INTERNO	INTERNO	DETIENEN SANITARIO, INTERNO																																										
RESIDUOS ALIM.	---	---	INTERNO	INTERNO	DETIENEN SANITARIO, INTERNO																																										
GOMAS	---	---	INTERNO	INTERNO	PATIO CIELO SODA, INTERNO																																										
MATERIAL FERROSO	---	---	INTERNO	INTERNO	PATIO CHATARRA CIELO SODA, INTERNO																																										
AGUA POTABLE	---	---	INTERNO	INTERNO	SECCION 100																																										
II. GESTION Y CONTROL DE RESIDUOS SOLIDOS Y SUSTANCIAS PELIGROSAS 1. ESPECIFIQUE LA(S) NORMA(S) DE REGULACION DE DESECHOS PELIGROSOS, VIGENTE PARA LA ZONA OPERACIONAL: DECRETO N° 2.635. NORMAS PARA EL CONTROL DE LA RECUPERACION DE MATERIALES PELIGROSOS Y EL MANEJO DE LOS DESECHOS PELIGROSOS																																															
2. IDENTIFIQUE EL TIPO DE RESIDUOS SOLIDOS Y SUSTANCIAS PELIGROSAS QUE SE GENERAN EN LA INSTALACION: <input checked="" type="checkbox"/> ACEITES Y GRASA <input type="checkbox"/> TRAJOS Y GUANTES IMPREGNADOS CON GRASAS <input type="checkbox"/> CATALIZADORES <input type="checkbox"/> LAMPARAS FLUORESCENTES <input type="checkbox"/> OTROS ESPECIFIQUE:																																															
3. ¿LOS ACEITES Y GRASAS SE ALMACENAN ADECUADAMENTE? SI NO OBSERVACIONES NO ESTAN DISPOSTOS EN PATELLO O DISPOSITIVOS. EL AREA NO SE ENCUENTRA IDENTIFICADA, LA POSICION ES MANUA																																															
4. ¿LOS MATERIALES, DESECHOS Y SUSTANCIAS PELIGROSAS SE ALMACENAN ADECUADAMENTE? SE ENCUENTRAN SIN RES GUARDO DE LOS ELEMENTOS CASO ACEITES USADOS Y MATERIAL CONTAMINADO CON ACEITE																																															
6. ¿EXISTEN FUGAS DE ACEITES U OTRAS SUSTANCIAS PELIGROSAS? FOCO AREA O SECCION SUSTANCIA PELIGROSA ME-301 300 ACEITE																																															
6. ¿SE TIENE ESTABLECIDO UN PROGRAMA DE GESTION DE RESIDUOS PELIGROSOS? Los materiales peligrosos son productos de los MANTEQUILLAS DE EQUIPOS (GUANTES, TEXTILES, CON CASOS)																																															
7. LLENE EL SIGUIENTE CUADRO: <table border="1"> <thead> <tr> <th>DESECHO O MATERIAL PELIGROSO</th> <th>DISPOSICION TEMPORAL Y DISPOSICION FINAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>MATERIAL IMPREGNADO CON GRASAS</td> <td>EXTERNA</td> </tr> </tbody> </table>						DESECHO O MATERIAL PELIGROSO	DISPOSICION TEMPORAL Y DISPOSICION FINAL	MATERIAL IMPREGNADO CON GRASAS	EXTERNA																																						
DESECHO O MATERIAL PELIGROSO	DISPOSICION TEMPORAL Y DISPOSICION FINAL																																														
MATERIAL IMPREGNADO CON GRASAS	EXTERNA																																														
AUDITOR: CARGO: FIRMA:		AUDITADO: CARGO: FIRMA:		REVIZADO POR: CARGO: FIRMA:																																											
				APROBADO POR: CARGO: FIRMA:																																											

Fuente: Superintendencia AHO, Complejo Petroquímico Morón, 2010.

Figura A.2. Aplicación del instrumento de Evaluación de Desechos

Pequiven Petroquímica de Venezuela, S.A.		EVALUACIÓN AMBIENTAL DE INSTALACIONES INDUSTRIALES EVALUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES		SEGURIDAD HIGIENE Y AMBIENTE	
INSTALACION: <i>I-370 A</i>		ACTIVIDAD: <i>Producción de ácido fólico</i>		FECHA DE EVALUACIÓN: <i>17/07/2010</i>	
CARGA ACTUAL DEL SISTEMA (%):		CONSUMO DE ENERGIA (kwh):		CONSUMO DE AGUA (m ³ /h):	
FUENTE PRIMARIA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA: <input checked="" type="checkbox"/> EMBALSE <input type="checkbox"/> POZO <input type="checkbox"/> RED PUBLICA <input type="checkbox"/> OTRO IDENTIFIQUE:					
PRINCIPALES MATERIAS PRIMAS REQUERIDAS EN EL PROCESO O ELABORACIÓN DEL PRODUCTO:					
MATERIA PRIMA	UNIDAD	CANTIDAD	DESTINACIÓN		
<i>AGUA IONEXTRICA</i>	<i>TM/DIA</i>	<i>900</i>	<i>Sección 100/200/300/400</i>		
<i>ACIDO SULFURICO</i>	<i>TM/DIA</i>	<i>600</i>	<i>Sección 100</i>		
GESTION Y CONTROL DE AGUAS RESIDUALES					
1. ESPECIFIQUE LA(S) NORMA(S) DE REGULACION DE EFLUENTES Y VERTIDOS INDUSTRIALES, VIGENTE PARA LA ZONA OPERACIONAL: DECRETO N° 883. NORMAS PARA LA CLASIFICACION Y CONTROL DE LA CALIDAD DE LOS CUERPOS DE AGUA Y VERTIDOS O EFLUENTES LIQUIDOS					
2. IDENTIFIQUE LAS FUENTES DE AGUAS RESIDUALES: <input checked="" type="checkbox"/> DEL PROCESO <input checked="" type="checkbox"/> DEL MANTENIMIENTO <input type="checkbox"/> DEL TRATAMIENTO <input checked="" type="checkbox"/> AGUAS RESIDUALES TRATADAS <input type="checkbox"/> AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS					
3. ESPECIFIQUE DONDE SON DESCARGADAS LAS AGUAS RESIDUALES PRODUCIDAS EN LA INSTALACION <input type="checkbox"/> LAGO <input type="checkbox"/> RIO <input checked="" type="checkbox"/> MEDIO MARINO COSTERO <input type="checkbox"/> OTRO IDENTIFIQUE: <i>FINA</i>					
4. ¿LAS AGUAS RESIDUALES SON TRATADAS EN LA INSTALACION O EN ALGUNA OTRA INSTALACION DE LA UNIDAD DE PRODUCCION?		SI	NO	OBSERVACIONES	
		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Planta Tratamiento Aguas Residuas</i>	
5. ¿SE TIENE ESTABLECIDO UN PROGRAMA DE MONITOREO O CONTROL DE LOS EFLUENTES DESCARGADOS?		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<i>En teoría los efluentes o aguas de proceso no deberían alcanzar los cuerpos de aguas</i>	
6. ¿EXISTEN FUGAS DE MATERIAS PRIMAS, INSUMOS O PRODUCTOS QUE PUEDAN ALCANZAR LA RED DE ALCANTARRILLADO O CANALES DE LA INSTALACION?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	FOCO	AREA O SECCION
				<i>BT-201 A/B</i>	<i>200</i>
				<i>TR-201</i>	<i>200</i>
				<i>ET-206</i>	<i>200</i>
				<i>MF-301</i>	<i>300</i>
				<i>ED-302</i>	<i>300</i>
				<i>Sección 800</i>	
7. ¿SE REALIZA MANTENIMIENTO A LA RED INTERNA DE ALCANTARRILLADO O CANALES DE LA INSTALACION?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Los canales se encuentran colapsados y en mal estado</i>	
8. ¿EL PERSONAL QUE LABORA EN LA INSTALACION POSEE CONOCIMIENTOS EN MATERIA AMBIENTAL?		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Perdó necesitan capacitación</i>	
9. SI LA RESPUESTA NUMERO CINCO (5) ES AFIRMATIVA LLENE EL SIGUIENTE CUADRO (ANEXE LA CARACTERIZACION DE LOS EFLUENTES DESCARGADOS A LOS CUERPOS DE AGUAS):					
PARAMETRO ANALIZADO	FECHA DE ANALISIS	FRECUENCIA DE ANALISIS	RESULTADO DEL ANALISIS	LIMITE O RANGO ESTABLECIDO SEGUN DECRETO	CONDICION SEGUN DECRETO
10. SI LA RESPUESTA NUMERO CINCO ES NEGATIVA, INDIQUE LOS ANALISIS ESPECIALES QUE DEBIERON REALIZARSE DE IMPLEMENTARSE UN PROGRAMA DE MONITOREO O CONTROL DE LOS EFLUENTES: <input type="checkbox"/> FOSFORO TOTAL <input type="checkbox"/> NITROGENO TOTAL <input type="checkbox"/> ACIDEZ (pH) <input type="checkbox"/> DEMANDA BIOLÓGICA DE OXIGENO <input type="checkbox"/> DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO OTROS ESPECIFIQUE:					
AUDITOR: CARGO: FIRMA:	AUDITADO: CARGO: FIRMA:	REVIZADO POR: CARGO: FIRMA:	APROBADO POR: CARGO: FIRMA:		

Fuente: Superintendencia AHO, Complejo Petroquímico Morón, 2010.

Figura A.2. Aplicación del instrumento de Evaluación de Aguas Residuales

Pequiven Petroquímica de Venezuela, S.A.		EVALUACIÓN AMBIENTAL DE INSTALACIONES INDUSTRIALES EVALUACIÓN DE EMISIONES ATMOSFERICAS		SEGURIDAD HIGIENE Y AMBIENTE				
INSTALACIÓN: 1-370A		ACTIVIDAD: Producción 4C100 Fosfolina		FECHA DE EVALUACIÓN: 19.02.2010				
CARGA ACTUAL DEL SISTEMA (%):		CONSUMO DE ENERGIA (kwh): 4470		CONSUMO DE AGUA (m ³): 68,3				
FUENTE PRIMARIA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA: <input checked="" type="checkbox"/> EMBALSE <input type="checkbox"/> POZO <input type="checkbox"/> RED PUBLICA <input type="checkbox"/> OTRO IDENTIFIQUE:								
PRINCIPALES MATERIAS PRIMAS REQUERIDAS EN EL PROCESO O ELABORACION DEL PRODUCTO:								
MATERIA PRIMA	UNIDAD	CANTIDAD	DESTINACIÓN					
Agua Fosfatada	TM/DIA	910	SECCION 100/200/300/400					
Agua Potable	TM/DIA	600	SECCION 400					
		68,3	SECCION 400/500					
GESTIÓN Y CONTROL DE EMISIONES ATMOSFERICAS								
1. ESPECIFIQUE LA(S) NORMA(S) DE REGULACION DE CALIDAD DE AIRE APLICABLE A LA INSTALACION INDUSTRIAL Y SUS OPERACIONES: DECRETO N° 638. "NORMAS SOBRE LA CALIDAD DEL AIRE Y CONTROL DE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA"								
2. DE ACUERDO A LA NORMA ESPECIFIQUE LAS CONCENTRACIONES MAXIMAS PERMISIBLES PARA LOS PARAMETROS REGULADOS SEGUN LA ACTIVIDAD:								
PARAMETRO REGULADO	LIMITE DE EMISION (mg/m ³)		OBSERVACIONES					
Particulas	150							
Fluoruros	0,05							
3. NUMERO DE FUENTES FIJAS QUE POSEEA LA INSTALACION: <input type="checkbox"/> UNA (1) <input type="checkbox"/> DOS (2) <input checked="" type="checkbox"/> TRES (3) <input type="checkbox"/> CUATRO (4) <input type="checkbox"/> CINCO (5) <input type="checkbox"/> SEIS (6) <input type="checkbox"/> MAYOR A SEIS (6) INDIQUE:								
4. IDENTIFICACION DE LAS FUENTES FIJAS DE EMISIONES								
FUENTE FIJA	REGIMEN DE FUNCIONAMIENTO	FORMA	DIAMETRO INTERNO (m)	ALTURA (m)	CONTROL DE INGENIERIA	EFICIENCIA TEORICA (%)	AREA O SECCION	
C-201	24 HORAS	CILINDRO	2,13	20,7	Ciclos Altos	95	200	
C-301	24 HORAS	CILINDRO	1,2	30,0	Ciclos Bajos	90	300	
C-455	24 HORAS	CILINDRO	0,69	30,0	LAVADO GASES	95	400	
				SI	NO	OBSERVACIONES		
5. ¿SE HA REALIZADO, RECIENTEMENTE, ALGÚN CAMBIO DE PROCESO O ACTIVIDAD, O ADOPTADO ALGÚN SISTEMA PARA REDUCIR LAS EMISIONES ATMOSFERICAS?					<input checked="" type="checkbox"/>	El FOLKER ESTÁ FUERA DE SERVICIO		
6. ¿SE TIENE ESTABLECIDO UN PROGRAMA DE MONITOREO O CONTROL EMISIONES ATMOSFERICAS?					<input checked="" type="checkbox"/>	LA EMISION DE GASES NO REPRESENTAN PROBLEMAS EN LA PRODUCCION		
6. SI LA RESPUESTA ANTERIOR ES AFIRMATIVA LLENE EL SIGUIENTE CUADRO:								
PARAMETRO ANALIZADO	FECHA DE ANALISIS	FRECUENCIA DE ANALISIS		RESULTADO DEL ANALISIS	LIMITE EMISION	CONDICION		
7. ELABORE UN INVENTARIO Y CARACTERISTICAS DE LAS EMISIONES ATMOSFERICAS ASOCIADA A LA(S) FUENTE(S) FIJA(S) DE LA INSTALACION, REPORTADAS A LA AUTORIDAD AMBIENTAL:								
FUENTE FIJA	FECHA	PARAMETROS FISICOS DE LA EMISION			CONTAMINANTE ATMOSFERICO EMITIDO			CONDICION
		CAUDAL (m ³ /h)	VELOCIDAD (m/s)	TEMPERATURA (°C)	CONTAMINANTE	CONCENTRACION (mg/m ³)	EMISION MASICA (t/año)	LIMITE DE EMISION
C-201	09/10/10	5524	5,34	61,69	Particulas	73,32	4,35	150
C-201	09/10/10	"	"	"	Fluoruro	0,7	0,05	0,05
C-301	09/10/10	6128	12,75	39,23	Particulas	83,86	31,63	150
C-455	09/10/10	9020	8,53	53,0	Fluoruros	0,22	0,024	0,05
				SI	NO	FOCO	AREA O SECCION	
8. ¿EXISTEN EMISIONES FUGITIVAS EN LA INSTALACION?					<input checked="" type="checkbox"/>	ET 201 A/B	200	
						TR-201	200	
						ET-206	200	
						MF-301	300	
						ED-302	300	
AUDITOR: CARGO: FIRMA:	AUDITADO: CARGO: FIRMA:	REVIZADO POR: CARGO: FIRMA:		APROBADO POR: CARGO: FIRMA:				

Fuente: Superintendencia AHO, Complejo Petroquímico Morón, 2010.

Figura A.2. Aplicación del instrumento de Evaluación de Emisiones Atmosféricas

Apéndice B. Caracterizaciones atmosféricas de las fuentes fijas de la instalación 370A.

En esta sección se presentan los resultados obtenidos de la caracterización de las fuentes fijas de la instalación 370-A (Ácido Fosfórico).

Tabla B.1. Contaminantes evaluados en las fuentes fijas del Complejo Petroquímico Morón.

PLANTA	FUENTES FIJAS	PARAMETROS
Acido Fosfórico	C-201	- Partículas en Corriente Gaseosa - Gases de Combustión: CO , NO _x y SO ₂ - Fluoruro
	C-301	- Partículas en Corriente Gaseosa
	C-455	- CO ₂ - Fluoruro
NPK	C-300	- Partículas en Corriente Gaseosa - Gases de Combustión: CO , NO _x y SO ₂ - Amoníaco
Acido Sulfúrico	CH - 01	- Gases de Combustión: CO , CO ₂ y SO ₂
	CH - 02	- Gases de Combustión: CO , CO ₂ y SO ₂
DAP	C-301	Partículas en Corriente Gaseosa - Amoníaco
Sulfato de Amonio	A - 1	- Amoníaco
	A - 2	- Amoníaco
	A - 3	- Amoníaco
Amoniaco	H - 707	- Gases de Combustión: CO , CO ₂ y SO ₂
	H - 100	- Gases de Combustión: CO , CO ₂ y SO ₂
	H - 801	- Amoníaco - CH ₄
	PS - A	- Amoníaco - CH ₄
Urea	Blow Down	- Gases de Combustión: CO y CO ₂ Aminíaco
Servicios Industriales	H - 1	Gases de Combustión: CO, NO _x y SO ₂
	H - 2	Gases de Combustión: CO, NO _x y SO ₂
	H - 3	Gases de Combustión: CO, NO _x y SO ₂
	H - 4	Gases de Combustión: CO, NO _x y SO ₂

Fuente: Superintendencia AHO, Complejo Petroquímico Morón, 2010.

Tabla B.2. Caracterización físico-química de la fuente fija C-201 de la instalación 370A (Acido Fosfórico).

ANALISIS EN FUENTE FIJA		PLANTA FOSFORICO (UNIDAD C-201)	
CLIENTE: PEQUIVEN		UBICACIÓN: COMPLEJO PETROQUIMICO MORON	
EQUIPO: UNIDAD C-201 ACTIVIDAD ASOCIADA: PRODUCCION DE ACIDO FOSFORICO		FECHA DEL MONITOREO: 09/07/2010 FECHA DEL ANALISIS: 15/07/2010	
Parámetros Evaluados	Resultados Obtenidos		Limite Permissible (Decreto 638 ART. 10)
	Corrida I	Corrida II	
Concentración de Partículas Sólidas (mg/m ³)	12.60	14.05	150 mg/m ³
Monóxido de Carbono (ppm)	< 1	< 1	400 ppm
Óxidos de Nitrógeno como NO ₂ (ppm)	< 1	< 1	300 ppm
Dióxido de Azufre (mg/m ³)	< 2.85	< 2.85	4500 mg/m ³
Fluoruro (mg/m ³)	0.08	0.12	0.5 mg/m ³
Emisión de Partículas (Kg/Hora)	0.0044	0.0065	NR*
Diferencial de Presión (mmH ₂ O)	2.49	2.14	NR*
Velocidad Gases (m/s)	5.24	5.45	NR*
Oxígeno (%)	20.2		NR*
Dióxido de Carbono (%)	< 0.1		NR*
Caudal Corregido (m ³ Std/h)	55.724		NR*
% de Humedad	6.87		NR*
Peso Molecular Húmedo	28.07		NR*
Temperatura Gases (°C)	64.69		NR*

Fuente: Superintendencia AHO, Complejo Petroquímico Morón, 2010.

Tabla B.3. Caracterización físico-química de la fuente fija C-301 de la instalación 370A (Acido Fosfórico).

ANALISIS EN FUENTE FIJA		PLANTA FOSFORICO (UNIDAD C-301)	
CLIENTE: PEQUIVEN		UBICACIÓN: COMPLEJO PETROQUIMICO MORON	
EQUIPO: UNIDAD C-301 ACTIVIDAD ASOCIADA: PRODUCCION DE ACIDO FOSFORICO		FECHA DEL MONITOREO: 09/07/2010 FECHA DEL ANALISIS: 15/07/2010	
Parámetros Evaluados	Resultados Obtenidos		Limite Permissible (Decreto 638 ART. 10)
	Corrida I	Corrida II	
Concentración de Partículas Sólidas (mg/m ³)	75.51	89.82	150 mg/m ³
Emisión de Partículas (Kg/Hora)	3.29	3.92	NR*
Diferencial de Presión (mmH ₂ O)	21.75	17.35	NR*
Velocidad Gases (m/s)	16.94	17.35	NR*
Oxigeno (%)	20.9		NR*
Dióxido de Carbono (%)	< 0.1		NR*
Caudal Corregido (m ³ Std/h)	61.128		NR*
% de Humedad	7.31		NR*
Peso Molecular Húmedo	28.40		NR*
Temperatura Gases (°C)	39.23		NR*

Fuente: Superintendencia AHO, Complejo Petroquímico Morón, 2010.

Tabla B.3. Caracterización físico-química de la fuente fija C-455 de la instalación 370A (Acido Fosfórico).

ANALISIS EN FUENTE FIJA		PLANTA FOSFORICO (UNIDAD C-455)	
CLIENTE: PEQUIVEN		UBICACIÓN: COMPLEJO PETROQUIMICO MORON	
EQUIPO: UNIDAD C-455 ACTIVIDAD ASOCIADA: PRODUCCION DE ACIDO FOSFORICO		FECHA DEL MONITOREO: 09/07/2010 FECHA DEL ANALISIS: 15/07/2010	
Parámetros Evaluados	Resultados Obtenidos		Limite Permissible (Decreto 638 ART. 10)
	Corrida I	Corrida II	
Fluoruro (mg/m ³)	0.31	0.33	0.5 mg/m ³
Monóxido de Carbono (ppm)	9	8	400 ppm
Óxidos de Nitrógeno como NO ₂ (ppm)	5	5	300 ppm
Dióxido de Azufre (mg/m ³)	< 2.85	< 2.85	4500 mg/m ³
Emisión de Fluoruro (Kg/Hora)	0.0027	0.0029	NR*
Diferencial de Presión (mmH ₂ O)	2.49	2.14	NR*
Velocidad Gases (m/s)	5.24	5.45	NR*
Oxigeno (%)	20.0		NR*
Dióxido de Carbono (%)	< 0.1		NR*
Temperatura Gases (°C)	53		NR*

Fuente: Superintendencia AHO, Complejo Petroquímico Morón, 2010.

Apéndice C. Caracterización de Efluentes de los Canales de descarga de fosfatado.

En esta sección se presentan los resultados obtenidos de la caracterización de los efluentes de los canales de fosfatados, donde impacta la instalación 370-A (Ácido Fosfórico).

Tabla C.1. Caracterización físico-química de los efluentes descargados del canal 2-3 de Fosfatados.

PARÁMETROS	UNIDAD	Muestra N° 4	LÍMITES ESTABLECIDOS	CONSECUENCIA
RANGO DE pH	Adim.	7,72	6,0 - 9,0	INCUMPLE
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/L	18	N.R.	--
SÓLIDOS SUSPENDIDOS FIJOS	mg/L	4	N.R.	--
SÓLIDOS SUSPENDIDOS VOLÁTILES	mg/L	14	N.R.	--
NITRÓGENO ORGÁNICO	mg/L	8,34	N.R.	--
NITRÓGENO AMONIACAL	mg/L	37,66	N.R.	--
NITRÓGENO TOTAL KJELDAHL	mg/L	46	40	INCUMPLE
NITRITOS	mg/L	1,15	N.R.	--
NITRATOS	mg/L	75,00	N.R.	--
FÓSFORO TOTAL	mg/L	12,99	10	INCUMPLE
FÓSFORO DISUELTO	mg/L	9,87	N.R.	--
ACEITES Y GRASAS	mg/L	2	20	CUMPLE
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/L	27	60	INCUMPLE
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	mg/L	100	350	CUMPLE
COLIFORMES TOTALES	NMP/100 mL	900	<1000	CUMPLE
COLIFORMES FECALES	NMP/100 mL	<200	N.R.	--
SALINIDAD	mg/L	0,30	N.R.	--
MERCURIO TOTAL	mg/L	<0,001	0,01	CUMPLE
PLOMO TOTAL	mg/L	0,003	0,5	CUMPLE
CADMIO TOTAL	mg/L	0,001	0,2	CUMPLE
CROMO TOTAL	mg/L	0,005	2,0	CUMPLE
ZINC TOTAL	mg/L	0,114	10	CUMPLE
SÍLICE REACTIVO	mg/L	8,728	N.R.	--
ALUMINIO TOTAL	mg/L	0,457	5,0	CUMPLE
COBRE TOTAL	mg/L	<0,001	1,0	CUMPLE
FLUORURO	mg/L	<0,10	5,0	CUMPLE

Fuente: Superintendencia AHO, Complejo Petroquímico Morón, 2010.

Apéndice D. Formularios de la Gerencia de Seguridad, Higiene y Ambiente (SHA).

En esta sección se presentan algunos modelos de instrumentos que sirven al apoyo de la gestión de la Gerencia de Seguridad, Higiene y Ambiente.

 Pequiven Petroquímica de Venezuela, S.A.		PERMISO PARA REALIZAR TRABAJO EN FRIO <input type="checkbox"/> CALIENTE <input type="checkbox"/>				SEGURIDAD Y AMBIENTE																																												
FECHA DE EMISIÓN: _____		DEVUELVASE AL TERMINAR EL TRABAJO O EXPIRAR A: _____		NÚMERO DEL PERMISO: _____																																														
VALIDEZ DEL PERMISO: DESDE LAS: _____ AM / _____ PM HASTA LAS: _____ AM / _____ PM		HORA DE EMISIÓN: _____ AM / _____ PM		PLANTA O ÁREA: _____																																														
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO A EJECUTAR: _____																																																		
LUGAR Y/O EQUIPO EXACTO DE EJECUCIÓN: _____																																																		
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS A UTILIZAR: _____																																																		
ACTIVIDADES Y TRABAJOS ESPECIALES RELACIONADOS: <input type="checkbox"/> TRABAJOS NOCTURNOS <input type="checkbox"/> ZAMIENTOS <input type="checkbox"/> BLOQUEO/ETIQUETADO DE EQUIPOS <input type="checkbox"/> ESPACIOS CONFINADOS <input type="checkbox"/> EXCAVACION <input type="checkbox"/> RADIOGRAFÍAS <input type="checkbox"/> AISLAMIENTO/DESENERGIZACION DE EQUIPOS <input type="checkbox"/> N/A																																																		
EN EL ÁREA Y EN EL TRABAJO EXISTEN PELIGROS ASOCIADOS A: <input type="checkbox"/> TRABAJOS SIMULTÁNEOS <input type="checkbox"/> RUIDO <input type="checkbox"/> EMPONZONAMIENTOS <input type="checkbox"/> POLVO <input type="checkbox"/> GOLPES <input type="checkbox"/> EFICIENCIA DE OXÍGENO <input type="checkbox"/> ATRAPAMIENTOS <input type="checkbox"/> RADIACIONES IONIZANTES <input type="checkbox"/> PRESIÓN <input type="checkbox"/> MÁQUINAS EN MOVIMIENTO <input type="checkbox"/> GASES INFLAMABLES <input type="checkbox"/> ANTICIAS <input type="checkbox"/> TEMPERATURA <input type="checkbox"/> SUSTANCIAS QUÍMICAS NOCIVAS <input type="checkbox"/> CAÍDAS <input type="checkbox"/> ILUMINACIÓN DEFICIENTE <input type="checkbox"/> GASES TÓXICOS <input type="checkbox"/> ELECTRICIDAD <input type="checkbox"/> OTROS: _____																																																		
PROTECCIÓN PERSONAL REQUERIDA: OJOS, CARA Y AUDICIÓN: <input type="checkbox"/> LENTES C/ IMPACTO <input type="checkbox"/> ESCAFANDRA <input type="checkbox"/> MONOLENTE ANTIACIDO <input type="checkbox"/> PANTALLA FACIAL <input type="checkbox"/> PROTECTORES AUDITIVOS EQUIPO DE RESPIRACION: <input type="checkbox"/> RESPIRADOR CARTUCHO QUÍMICO <input type="checkbox"/> RESPIRADOR ANTIPOLVO <input type="checkbox"/> AIRE SUPLENDO <input type="checkbox"/> AIRE AUTOCONTENIDO GUANTES: <input type="checkbox"/> ANTIACIDO <input type="checkbox"/> CARNAZA <input type="checkbox"/> DIELECTRICO <input type="checkbox"/> OTROS: _____ CALZADO DE SEGURIDAD: <input type="checkbox"/> BOTAS NORMALES <input type="checkbox"/> ANTIACIAS <input type="checkbox"/> OTROS: _____ CABEZA Y CUERPO: <input type="checkbox"/> TRAJE ANTIACIDO <input type="checkbox"/> LARIES INTEGRAL Y CABO DE VIDA <input type="checkbox"/> CASCO <input type="checkbox"/> OTROS: _____																																																		
SEGURIDAD REQUERIDA EN EL SITIO DE TRABAJO: <input type="checkbox"/> ACCORDONAR EL ÁREA <input type="checkbox"/> ILUMINACIÓN ARTIFICIAL <input type="checkbox"/> GUARDIA PREVENTIVA DE BOMBEROS <input type="checkbox"/> ORDEN Y LIMPIEZA																																																		
EQUIPO DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE INCENDIOS REQUERIDO: MANGUERAS: <input type="checkbox"/> AGUA <input type="checkbox"/> VAPOR <input type="checkbox"/> EXTINTORES: <input type="checkbox"/> POLVO QUÍMICO SECO <input type="checkbox"/> CO ₂ <input type="checkbox"/> ESPUMA CONFINAMIENTO: <input type="checkbox"/> LONA HÚMEDA <input type="checkbox"/> CORTINA DE AGUA <input type="checkbox"/> OTROS: _____																																																		
MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE CONTROL ACORDADAS ENTRE EL EMISOR, EL RECEPTOR, EL EJECUTOR Y EL OPERADOR:																																																		
1. SE CERTIFICA QUE EL EQUIPO HA SIDO: <input type="checkbox"/> DESENERGIZADO <input type="checkbox"/> PUESTO A TIERRA <input type="checkbox"/> BLOQUEADO CON CANDADO Y TARJETA <input type="checkbox"/> DESPRESURIZADO <input type="checkbox"/> ENFRIADO <input type="checkbox"/> VENTILADO <input type="checkbox"/> VENTILADO <input type="checkbox"/> ABIERTAS BOCAS DE INSPECCIÓN <input type="checkbox"/> DESCONECTADO <input type="checkbox"/> DRENADO <input type="checkbox"/> CLAVADO <input type="checkbox"/> CERRADO <input type="checkbox"/> AISLADO <input type="checkbox"/> CERRADO <input type="checkbox"/> N/A																																																		
2. ¿LAS FOSAS, ZANJAS, ALCANTARILLAS, DRENAJES Y OTROS EQUIPOS DE LOS ALREDEDORES ESTAN CONTROLADAS Y SELLADAS?																																																		
3. ¿EL EQUIPO REQUIERE VENTILACION FORZADA (INYECCION O EXTRACCION DE AIRE)?																																																		
4. ¿DEBEN COLOCARSE AVISOS DE PREVENCIÓN / SEGURIDAD?																																																		
5. ¿REQUIERE TOMARSE PREVISIONES PARA TRABAJAR CON RADIACIONES IONIZANTES?																																																		
6. ¿EL ARBETE ES ACORDE AL TRABAJO A EJECUTAR Y SE ESTABLECIERON LAS ACTIVIDADES Y TRABAJOS ESPECIALES RELACIONADOS?																																																		
7. ¿LAS PRUEBAS DE GASES REQUERIDAS INDICAN EXISTENCIA DE CONDICIONES ACEPTABLES PARA PERMITIR LA EJECUCIÓN DEL TRABAJO? ANOTE LOS RESULTADOS OBTENIDOS																																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>GASES</th> <th>MEDICIÓN</th> <th>HORA</th> <th>MEDICIÓN</th> <th>HORA</th> <th>MEDICIÓN</th> <th>HORA</th> <th>MEDICIÓN</th> <th>HORA</th> <th>MEDICIÓN</th> <th>HORA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>INFLAMABLES</td> <td></td> </tr> <tr> <td>TÓXICOS</td> <td></td> </tr> <tr> <td>OXÍGENO</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>							GASES	MEDICIÓN	HORA	MEDICIÓN	HORA	MEDICIÓN	HORA	MEDICIÓN	HORA	MEDICIÓN	HORA	INFLAMABLES											TÓXICOS											OXÍGENO										
GASES	MEDICIÓN	HORA	MEDICIÓN	HORA	MEDICIÓN	HORA	MEDICIÓN	HORA	MEDICIÓN	HORA																																								
INFLAMABLES																																																		
TÓXICOS																																																		
OXÍGENO																																																		
8. ¿SE REQUIERE MONITOREO DE GASES? <input type="checkbox"/> CONTINUO <input type="checkbox"/> EN INTERVALOS DE _____ HORA (8)																																																		
9. ¿LOS FACTORES CLIMÁTICOS PERMITEN QUE EL TRABAJO SE REALICE CON SEGURIDAD?																																																		
10. ¿LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA SON ADECUADOS A LA CLASIFICACION ELECTRICA DEL SITIO OBJETO DEL PERMISO?																																																		
11. ¿SI ES UN TRABAJO DE IZAMIENTO SE HA OBTENIDO LA AUTORIZACION RESPECTIVA?																																																		
12. ¿AL REVISAR LOS ANDAMIOS (BARANDAS, TABLONES Y ESCALERAS), SE ENCONTRARON SEGUROS PARA TRABAJAR?																																																		
13. ¿SI ES UN TRABAJO DE EXCAVACION SE HA TRAMITADO LA AUTORIZACION RESPECTIVA?																																																		
14. ¿SI ES UN TRABAJO EN ESPACIO CONFINADO SE HA OBTENIDO LA CERTIFICACION DEL MISMO?																																																		
15. ¿LOS TRABAJADORES HAN SIDO INSTRUIDOS ACERCA DE LOS PELIGROS QUE PUEDAN PRESENTARSE AL EJECUTAR EL TRABAJO Y LA MANERA DE ACTUAR EN CASO DE EMERGENCIAS?																																																		
OBSERVACIONES: _____																																																		
LOS ABAJO FIRMANTES HACEMOS CONSTAR QUE EL SITIO HA SIDO INSPECCIONADO POR NOSOTROS Y CERTIFICAMOS QUE EL MISMO REUNE LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD NECESARIAS PARA EJECUTAR EL TRABAJO ARRIBA INDICADO																																																		
EMISOR N° CARNET _____		RECEPTOR N° CARNET _____		ENTERADO: SUP. CONTRATISTA _____		OPERADOR DEL AREA _____																																												
NOMBRE: _____		NOMBRE: _____		NOMBRE: _____		NOMBRE: _____																																												
FIRMA: _____		FIRMA: _____		FIRMA: _____		FIRMA: _____																																												
AUTORIZACION DE PRÓRROGA POR _____ HRS. (MAXIMO DOS HORAS)				EMISOR: _____																																														
TERMINACIÓN DE VALIDEZ O CIERRE DEL PERMISO																																																		
CAUSA: _____																																																		
SE VERIFICO QUE EL EQUIPO SE ENCUENTRA EN CONDICIONES PARA OPERAR ADECUADAMENTE Y/O EL SITIO DE TRABAJO SE HA DEJADO EN CONDICIONES DE ORDEN Y LIMPIEZA.																																																		
FECHA: _____		HORA: _____		ENTREGADO: _____		ACEPTADO: _____																																												
				FIRMA DEL RECEPTOR		FIRMA DEL EMISOR																																												
NIVEL REVISIÓN: 1																																																		
M-FE-SA-EG-R-001																																																		

Fuente: Superintendencia SHA, Complejo Petroquímico Morón, 2010.

Figura D.1. Formulario de permiso de trabajo en frío o caliente.

**INSTRUCTIVO PARA EL LLENADO DEL FORMULARIO M-FE-SA-EG-R-001
"PERMISO PARA REALIZAR TRABAJO EN FRÍO / CALIENTE"**

Esta Autorización será emitida cuando se vaya a efectuar un trabajo no rutinario de cualquier tipo en una instalación específica, previo acuerdo entre el Custodio de la Instalación o Emisor y el Supervisor de Ejecución o Receptor con la participación eventual del Supervisor de la Contratista encargado de la ejecución y/o el Operador del Área, con base a los análisis de riesgos respecto al tipo de trabajo y especificaciones, condiciones de la instalación, condiciones del sitio/equipo donde se efectuará el trabajo, condiciones ambientales reinantes y/o análisis de riesgos especiales.

Se llenará en letra clara y legible por parte del Emisor. No debe presentar tachaduras o enmiendas. El primer paso es el de establecer si el permiso de trabajo es en frío o en caliente, en ese caso se selecciona la casilla correspondiente en el título del formato de permiso de trabajo. Luego se procede a llenar el resto de las secciones de acuerdo a la siguiente guía:

1. Escribir la fecha de emisión del permiso.
2. Escribir el nombre de la persona a la cual le será devuelto el permiso en caso de la culminación del trabajo o por haber expirado la validez.
3. Número correlativo del permiso de trabajo.
4. Establecer el lapso de tiempo en el cual tendrá validez el permiso de trabajo.
5. Escribir la hora exacta de la emisión del permiso de trabajo.
6. Escribir el nombre de la planta, taller, edificación o instalación donde se ejecutará el trabajo.
7. Describir de manera breve pero precisa, el trabajo o características de la actividad a ejecutar.
8. Describir el lugar exacto o equipo en el cual se efectuará el trabajo.
9. Describir los principales equipos y/o herramientas a ser utilizados en las labores de trabajo. Puede utilizar como soporte el ARETE.
10. Con base a la información del Receptor/Ejecutor del trabajo y del ARETE establecer el o los tipos de actividad o trabajos especiales relacionados al trabajo a realizar. El objetivo es tomar las acciones en cuanto a las actividades y procedimientos aplicables así como el establecimiento de análisis de riesgos específicos.
11. Indicar los peligros identificados en la actividad, los cuales son producto del análisis de riesgos realizado al confrontar los riesgos operacionales y del área con los correspondientes a la tarea a ejecutar.
12. Para los diferentes riesgos y peligros identificados seleccionar, en las diferentes opciones, el equipo de protección personal adecuado.
13. Seleccionar los aspectos de seguridad requeridos en el sitio de trabajo.
14. Según los riesgos identificados seleccionar el equipo de prevención y control de incendios requerido.
15. Los renglones de esta sección, numerados del 1 al 15, corresponden a la lista de chequeo para visualizar las medidas preventivas y de control acordadas entre el emisor, el receptor, el ejecutor y el operador. Deben atacarse en su totalidad respondiendo a un análisis honesto y sincero de la situación, de manera que las medidas seleccionadas correspondan a la realidad permitiendo minimizar los eventos indeseables.
16. Seleccionar las acciones tomadas que certifican la condición del equipo a intervenir. La certificación debe estar sujeta a la aplicación de los procedimientos de aislamiento, bloqueo y etiquetado mecánico y/o eléctrico.
17. Verificar que las fosas, zanjas, alcantarillas, drenajes y otros equipos de los alrededores no constituyen fuente de riesgos o mecanismos de propagación de incendios o derrames.
18. Verificar si el equipo requiere ventilación forzada por ser un espacio confinado.
19. Verificar si deben colocarse avisos de prevención /seguridad.
20. Verificar si se requiere tomar previsiones por ser un trabajo que involucra radiaciones ionizantes.
21. Verificar si el ARETE preparado es acorde al trabajo a ejecutar y si se establecieron las actividades y trabajos especiales relacionados.
22. Verificar que la atmósfera no presenta condiciones riesgosas (inflamabilidad, toxicidad o deficiencia de oxígeno) mediante pruebas de gases. Indique los resultados de las pruebas realizadas.
23. Verifique si se requiere monitoreo de gases. Establezca la modalidad: continuo o a intervalos.
24. Verifique las condiciones de velocidad/dirección del viento y de lluvia respecto al trabajo.
25. Verifique que la condición de adecuación de los motores de combustión interna a utilizar en el trabajo son acordes a la clasificación eléctrica del área.
26. Verificar si el trabajo involucra izamiento de cargas críticas en cuyo caso se requiere una autorización producto de aplicar el procedimiento específico.
27. Verificar que los andamios y los elementos constituyentes del mismo son seguros para trabajar.
28. Verificar si el trabajo involucra excavaciones en cuyo caso se requiere una autorización específica
29. Verifique si el trabajo involucra un espacio confinado en cuyo caso se requiere aplicar el procedimiento específico que lleva a una certificación del mismo.
30. Verificar que con base a los análisis de riesgos realizados, los trabajadores han sido instruidos acerca de los peligros y riesgos que puedan presentarse al ejecutar el trabajo y la manera de actuar en caso de emergencias.
31. Escribir cualquier observación que se considere pertinente sobre la realización del trabajo, su desenvolvimiento, resultado o cualquier aspecto de interés o de especial atención.
32. Cada una de las personas involucradas debe firmar en la casilla correspondiente certificando que existen condiciones de seguridad para ejecutar el trabajo.
33. En caso de darse por satisfecho lo establecido en el procedimiento y se requiera una prórroga, el emisor la autoriza estableciendo el lapso de prórroga y corroborando con la firma.
34. Establecer la causa, bien normal o anormal, para la terminación de validez o cierre del permiso. Se requiere la firma de los involucrados, ello significa verificar las condiciones tanto del equipo como del sitio del trabajo.

Fuente: Superintendencia SHA, Complejo Petroquímico Morón, 2010.

Figura D.1. Formulario de permiso de trabajo en frío o caliente. (Continuación)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Claret V. Arnoldo (2010). **Cómo Hacer y Defender una Tesis**. Biblioteca del Complejo Petroquímico Morón. Carabobo-Venezuela.

CEPIS (1991). **Informe técnico sobre minimización de residuos en una curtiembre**. Disponible: <http://cdma.minam.gob>. [Consulta: 2010, Agosto, 25].

Ciry, Harris (1977). **Manual para el control del ruido**. II Tomo. Instituto de Estudios de Administración Local. Madrid-España. Páginas 980-986.

Cortiñas (1994). **Aspectos prácticos de una auditoría medioambiental**. Revista Ingeniería Química. Biblioteca Complejo Petroquímico Morón. Carabobo-Venezuela. Páginas

Chávez (2004). **Auditoría ambiental**. Revista Ingeniería Química. Biblioteca Complejo Petroquímico Morón. Carabobo-Venezuela. Páginas 13-15.

Da silva (1993). **Auditorias del medio ambiente**. Revista Protección y Seguridad. Biblioteca Complejo Petroquímico Morón. Carabobo-Venezuela. Páginas 12-17.

Laboratorio Envirotec. C.A. (2010). **Evaluación de las emisiones atmosféricas por las fuentes fijas del Complejo Petroquímico Morón**. Superintendencia de Ambiente e Higiene Ocupacional. Complejo petroquímico Morón.

Gruber (2010). **Ciclones de alta eficiencia**. Gruber Hermanos, S.A. Disponible: <http://gruberhermanos.com> [Consulta: 2010, agosto, 12]

Hernández R., Fernández C., Baptista P. (1994). **Metodología de la Investigación**. Editorial McGraw Hill. México.

Helbert, F. (1971). **Manual para el control de la contaminación industrial**. Instituto de Estudios de Administración Local. Biblioteca Complejo Petroquímico Morón. Pág. 95-130.

Monterroso, E. (2010). **Sistemas de gestión integrado**. Disponible: <http://unlu.edu.org>. [Consulta: 2010, julio, 01]

Moreno, María (2004). **Desarrollo de un plan de gestión ambiental para el tratamiento de desechos generados en el laboratorio de aseguramiento de calidad de una empresa de alimentos**. Trabajo de grado no publicado. Universidad de Carabobo. Facultad Experimental de Ciencia y Tecnología. Departamento de Química.

Mújica V. (2002). **Implantación de un sistema de Gestión Ambiental bajo la Normativa ISO-14000 en el laboratorio de Ingeniería Química**. Trabajo de maestría. Universidad de Carabobo. Área de Post-grado de la Facultad de Ingeniería.

Pequiven (2009). **Manual de ingeniería de procesos del Complejo Petroquímico Morón**. Biblioteca del Complejo Petroquímico Morón.

Serrano, J. (2005). **Análisis teórico de la combustión en quemadores de gas natural**. Revista Scientia et Technica. Disponible: <http://utp.edu.co>. [Consulta: 2010, agosto, 01]

Torres de F. Liana (2005). **Guía para la elaboración del plan de trabajo especial de grado**. Facultad de Ingeniería-Escuela de Ingeniería Química-Universidad de Carabobo. Carabobo-Venezuela.

Zorrilla, Arena (1993). **Introducción a la metodología de la investigación**. Aguilar y León, Cal Editores. Biblioteca Complejo Petroquímico Morón. Carabobo-Venezuela. Pág. 43.

Gaceta Oficial de la Republica Bolivariana de Venezuela:

Ley Orgánica del Ambiente. Gaceta Oficial Extraordinaria N° 5.833.

Ley Penal del Ambiente. Gaceta Oficial Extraordinaria N° 4.358.

Ley 55 “Manejo de sustancias, materiales y desechos peligrosos”. Gaceta Oficial Extraordinaria N° 5.554.

Ley de residuos y desechos sólidos. Gaceta Oficial N° 38.068.

Ley de aguas. Gaceta Oficial N° 38.595.

Decreto N° 638. Normas sobre calidad de aire y control de contaminación atmosférica. Gaceta Oficial Extraordinaria N° 4.418.

Decreto N° 883. Normas para la clasificación y control de la calidad de los cuerpos de agua y vertidos o efluentes líquidos. Gaceta Oficial Extraordinaria N° 4.438.

Decreto N° 2.216. Normas para el manejo de los desechos sólidos de origen doméstico, comercial, industrial, o de cualquier otra naturaleza que no sean peligrosos. Gaceta Oficial Extraordinaria N° 4.418.

Decreto N° 2.635. Normas para el control de la recuperación de materiales peligrosos y manejo de los desechos peligrosos. Gaceta oficial Extraordinaria N° 5.245.

Decreto N° 2.217. Normas sobre el control de la contaminación generada por el ruido. Gaceta Oficial Extraordinaria N° 4.418.