

AGREGANDO VALOR GESTIÓN INTEGRADA DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS , ENERGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO

Autor: Ariel Dublo
ERM Argentina S.A.

Sinopsis

La gestión conjunta de Energía y Emisiones Atmosféricas brinda la oportunidad de reducir costos operativos, mejorar la eficiencia energética y el posicionamiento estratégico de la compañía.

Existe una estrecha relación entre la matriz global de consumo energético y los cambios que esta sufriendo el clima en el mundo, esta evolución permite realizar previsiones a partir de las cuales se crean distintos mecanismos, incluidos en el acuerdo multinacional firmado en la Convención Marco sobre el Cambio Climático en el año 1997 en la ciudad de Kyoto y ratificado finalmente en Diciembre de 2004 . Estos mecanismos intentan incentivar el uso de tecnologías de generación de energía con menores tasas de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), como así también modificar las actuales matrices de consumo energético global. De esta forma se desea reducir el impacto negativo que el desarrollo humano esta provocando sobre las condiciones climáticas globales.

Las compañías productoras de Petróleo y Gas no han estado ajenas a este desafío global, prueba de lo cual resulta el interés demostrado en los últimos años en la gestión integral de la Energía y las Emisiones de GEI.

Un caso práctico aplicado en la Industria de Petróleo y Gas en Argentina, específicamente en el área de Exploración y Producción, donde se está implementando la gestión integrada de las Emisiones Atmosféricas y de la Energía, nos muestra el valor agregado que se puede obtener:

- El cumplimiento de las regulaciones vigentes,
- La identificación de oportunidades de reducción de emisiones de GEI y proyectos MDL,
- Identificar oportunidades de mejoras en la Eficiencia Energética,
- La posibilidad de aportar y cuantificar un nuevo criterio para la evaluación de proyectos.

Introducción

Presentar Porqué y Como gestionar sistemáticamente las emisiones de GEI y la Energía son los objetivos principales de éste trabajo.

Como información introductoria, se exponen los conceptos generales de uno de los desafíos de mayor envergadura de la historia de la humanidad, el Cambio Climático Global.

A partir de aquí las compañías productoras de petróleo y gas, es que comienzan a adoptar distintas estrategias para atender esta problemática, que a su vez representa también una oportunidad de mejora en la gestión ambiental de las compañías del sector.

El incremento progresivo de la temperatura de la tierra a llevado a los científicos a estudiar sus causas y efectos y a evaluar los escenarios futuros posibles a partir de las tendencias actuales.

El aumento de la temperatura provoca una mayor evaporación del agua y un aumento en el derretimiento de los hielos eternos, lo cual a su vez implica un aumento en los niveles de los océanos y el agravamiento de condiciones climáticas extremas (inundaciones, sequías, etc.).

Por otra parte, las zonas costeras se verían erosionadas por el aumento del nivel de los océanos y en algunos casos inundadas.

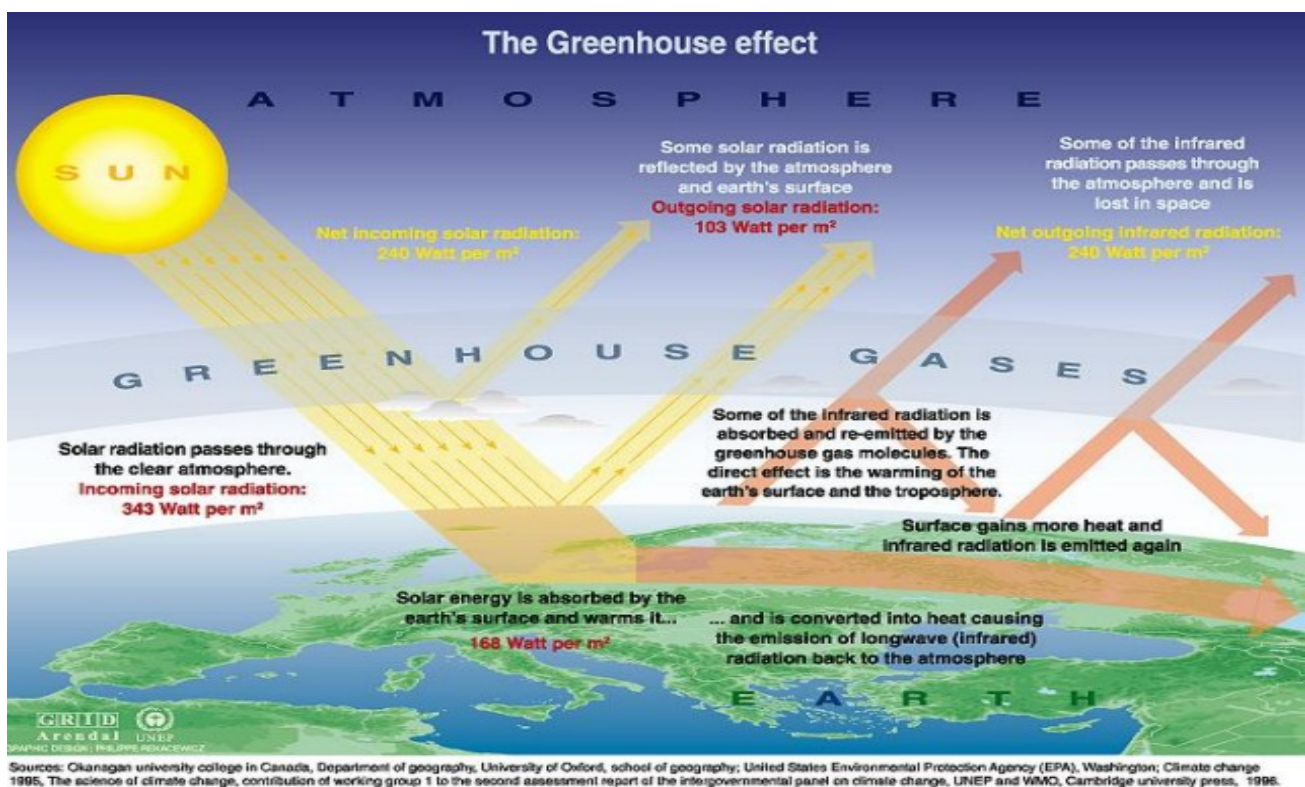
Se cree que estas condiciones del clima provocarían la extinción de especies animales y vegetales, ya sea por el aumento de la temperatura ambiente en su hábitat, debido a los cambios de las condiciones de los hábitat naturales o bien a la interrupción de la cadena alimenticia.

También el ser humano esta siendo afectado en forma directa por este aumento progresivo y constante de la temperatura terrestre. En los últimos años se han vivido temperaturas extremas, las que han provocado numerosas muertes y pérdidas económicas millonarias, como en el verano europeo del año 2003 cuando se registraron temperaturas extremas que costaron aproximadamente 13.5 Billones de Libras en pérdidas económicas y más de 30.000 vidas humanas.

Como se genera este aumento de la temperatura de la tierra?

La figura 1 muestra como se está produciendo el aumento de la temperatura.

Figura 1: Efecto Invernadero



Se estima que la energía entregada por el sol determinada sobre la corteza terrestre es de 343 Watt por m², esta energía es absorbida por la tierra elevando su temperatura. Esta transformación energética provoca que la tierra irradie aproximadamente un 30% de la energía en forma de ondas infrarrojas hacia la estratosfera nuevamente.

Las ondas infrarrojas que deben atravesar la atmósfera terrestre son absorbidas por los gases que la componen provocando a su vez el aumento de su temperatura y una nueva irradiación infrarroja hacia la tierra, este fenómeno natural es imprescindible para la vida en el planeta, ya que sin él se estima que la temperatura media de la tierra sería aproximadamente 30 grados centígrados menor.

Los principales compuestos que forman parte de la composición química de la atmósfera, con mayor propiedad de absorción de energía infrarroja son:

- Dióxido de Carbono, CO₂
- Óxido Nitroso, N₂O
- Metano, CH₄
- Hidrofluorcarbonados, HFC`s
- Perfluorcarbonados, PFC`s
- Hexafluoruro de azufre, SF₆

El efecto no deseado del aumento de las concentraciones de estos compuestos en la atmósfera, está provocando que se modifique ese balance energético debido a la mayor absorción de energía infrarroja en la atmósfera, la que anteriormente era irradiada a la estratosfera.

Los resultados de los estudios realizados hasta el momento han arrojado la conclusión que los aumentos de las concentraciones de los Gases de Efecto Invernadero (GEI), han sido provocados a partir de la revolución industrial, con el aumento del consumo de combustibles fósiles.

El dilema se plantea en el punto en el que se prevé un aumento de los estándares de vida de las poblaciones más pobres del planeta, lo cual supone mayores niveles de consumo, con el consecuente aumento de la demanda energética.

A partir de estos supuestos se plantean dos desafíos, ambos con el firme objetivo de mantener en niveles aceptables las concentraciones de GEI en la atmósfera.

- Generación de Energía con menores emisiones de GEI.
- Modificación en la matriz de consumo energético y mejora de la eficiencia energética.

Ambos objetivos resultan imprescindibles para cumplir con el desafío global de reducir o mantener acotado el efecto invernadero que la atmósfera produce sobre la tierra.

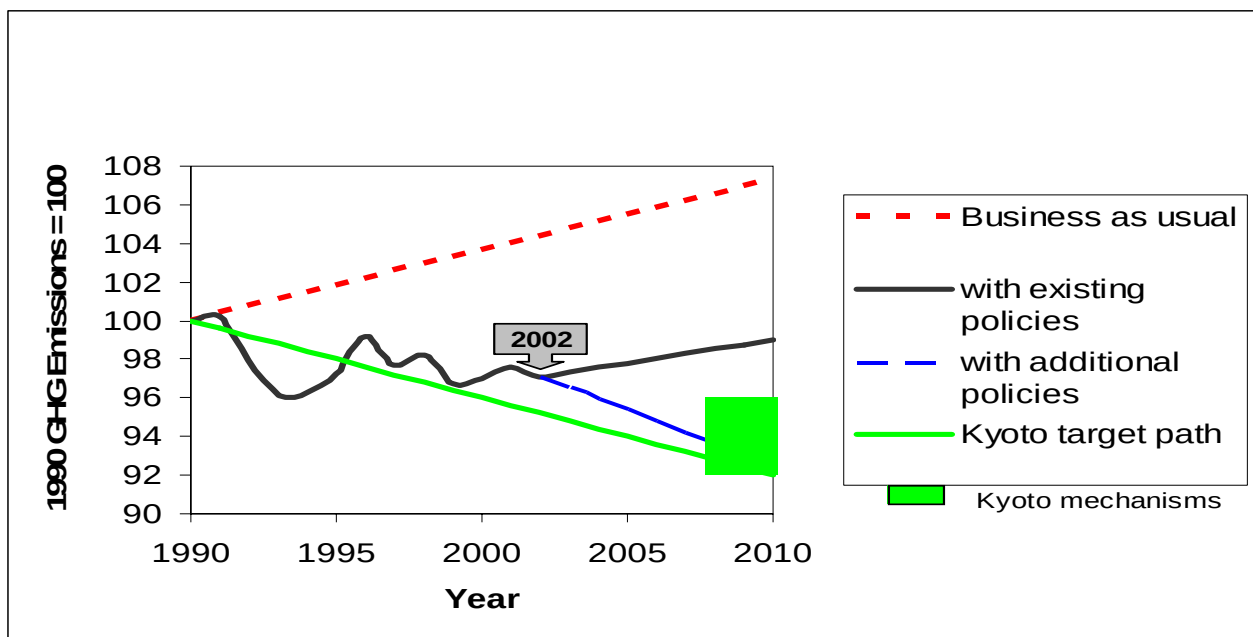
La mayor parte de la energía generada está basada en la oxidación de combustibles fósiles y, según se desarrolla en el presente trabajo, esta transformación de energía es una importante fuente de emisión de GEI.

El desafío planteado por la ciencia ha llevado a los gobernantes a asumir que el Cambio Climático escapa a las posibles acciones unilaterales que realice cada uno de ellos separadamente, por éste motivo en la primera Conferencia de Partes (COP 1) se decidió dar fuerza a la acción global para reducir los impactos del Cambio Climático. Luego de más de dos años de esta primera conferencia, 84 países firmaron el documento que formaliza las acciones concretas, como así también los compromisos que cada nación desarrollada asume, para lograr alcanzar el objetivo global. Este documento es el llamado Protocolo de Kyoto, tomando ese nombre ya que el mismo fue acordado durante la COP 3 en la ciudad de Kyoto, Japón el 11 de diciembre del año 1997.

El protocolo en si mismo sistematiza una metodología para flexibilizar la obtención de las metas de reducción acordadas, por tal motivo existen los llamados Mecanismos Flexibles de Kyoto que, en forma genérica buscan la forma mas efectiva de aplicar tecnologías limpias y con el menor costo posible.

En la Figura II, se muestra cuales son las expectativas de éxito planteadas luego de la entrada en vigencia del protocolo de Kyoto, expresadas en % de las emisiones de GEI respecto de las registradas en el año 1990.

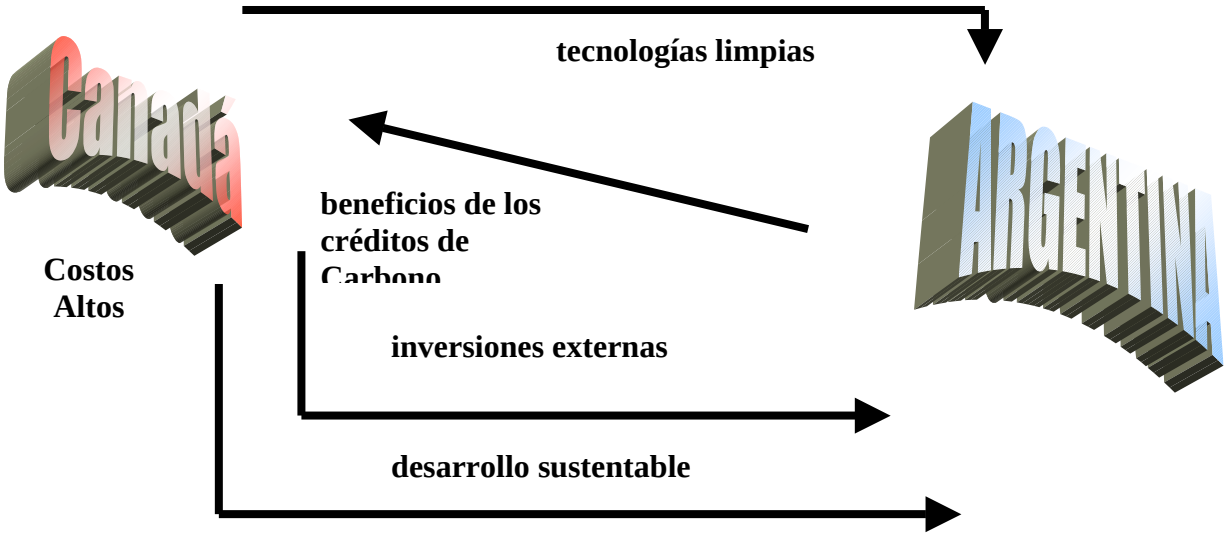
Figura II: Expectativas Kyoto



Las herramientas que el Protocolo de Kyoto considera, serán las claves del éxito son:

- Se ha creado un Mercado Internacional de Emisiones de Carbono, gracias al cual se abre un importante incentivo financiero para la reducción de emisiones. (International Emissions Trading)
- Se ha contemplado un sistema de intercambio de certificados de reducción para países con metas concretas, llámese países del Anexo I del protocolo de Kyoto. (Joint Implementation, JI).
- También se ha creado un sistema de intercambio de certificados de reducción de emisiones de GEI entre países del Anexo I y aquellos sin compromisos de reducción hasta el momento. (Clean Development Mechanism, CDM) El CDM, o Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL), intenta sistematizar una metodología para el intercambio de tecnologías limpias entre países desarrollados y aquellos en vías de desarrollo. Paralelamente logrará también que se identifiquen las oportunidades de reducción de emisiones de GEI con menor costo, y que el desarrollo económico de países como el nuestro sea alcanzado de forma sustentable.

En la figura III, se toma como ejemplo un país desarrollado del Anexo 1 y graficamos cuales serían los beneficios del desarrollo de Proyectos MDL en Argentina, como ejemplo de un país no Anexo 1.



Desarrollo

Como es de esperar las compañías productoras de Petróleo y Gas, no están ajenas a éste desafío global, el grado de gestión que ellas están desarrollando ha ido evolucionando notablemente en los últimos tres años, llegando al punto que en el día de hoy ya son casi nulas las compañías que aún no hayan implementado algún tipo de gestión, aunque más no sea cualitativa, de las emisiones de GEI.

¿Cuál es el enfoque actual que las compañías argentinas del sector le dan al tema de las emisiones atmosféricas?

En la general, las compañías petroleras tienen una política que apunta a que el cumplimiento de la legislación vigente quede bajo la responsabilidad de las Unidades Económicas u Operativas, las que mediante monitoreos periódicos, determinan las emisiones de compuestos regulados en las fuentes estacionarias de emisión y en algunos casos controlan la calidad del aire en la atmósfera circundante a sus plantas.

Paralelamente las corporaciones tienen por objetivo estratégico el desarrollar distintos niveles de gestión de las emisiones de GEI, para lo cual en ciertos casos tienen desarrolladas herramientas de cálculo de emisiones, dejando que la calidad de los datos ingresados al sistema queden a cargo de las Unidades Operativas, sin aportar ningún valor para quiénes realizan la carga de esos datos. En otros casos la gestión se ha limitado a la determinación de la Línea de Base de Emisiones de GEI, durante un período limitado, sin la continuidad que pueda permitir identificar oportunidades de mejora, implementar acciones correctivas y evaluar la eficiencia de las mismas.

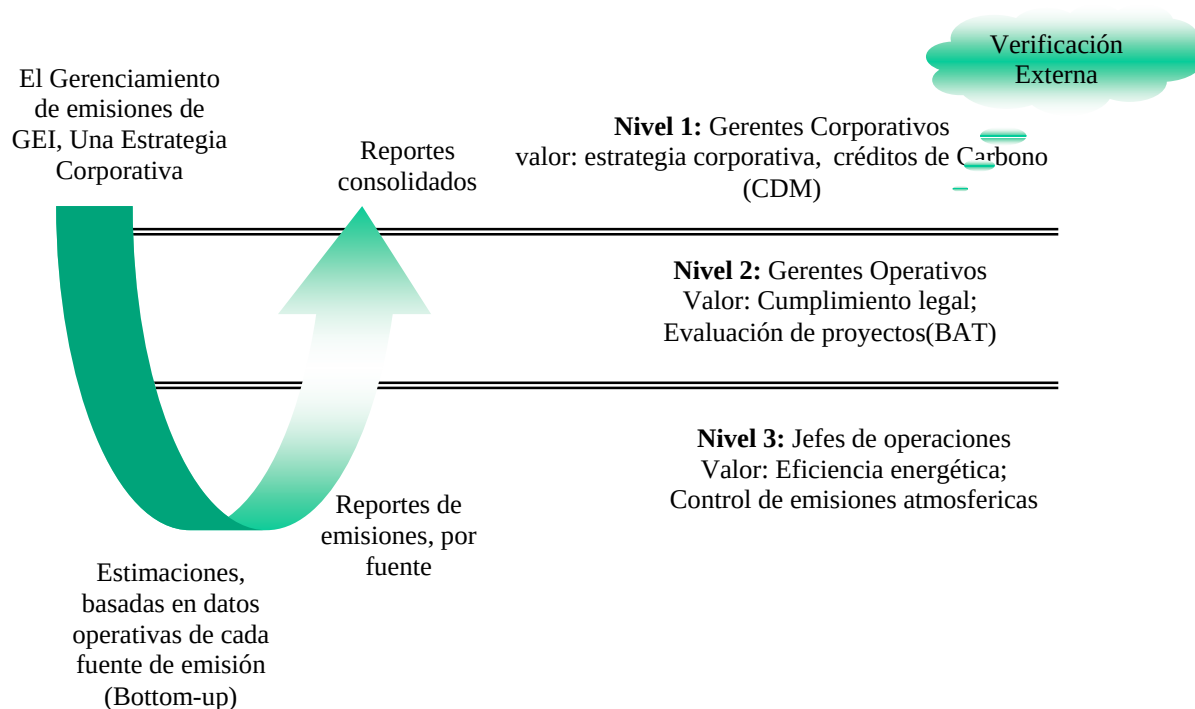
Ninguno de estos enfoques puede ser considerado erróneo, todos ellos tienen un objetivo específico a cumplir, la pregunta es si se puede darse un enfoque diferente y que agregue un mayor valor a esta gestión.

La respuesta es SI, el *Gerenciamiento Integrado de las Emisiones Atmosféricas* permite gestionar conjuntamente los siguientes aspectos :

- Cumplimiento Legal.
- Cuantificación de las emisiones de GEI y compuestos regulados.
- Diseño efectivo de planes de monitoreo de fuentes y de calidad de aire.
- Evaluación de oportunidades de reducción de emisiones de GEI y compuestos regulados.
- Evaluación de oportunidades de mejora de eficiencia energética.
- Aportar un nuevo criterio para la evaluación de proyectos. Las emisiones Atmosféricas y Créditos de Carbono.

Los primeros dos objetivos son los que generalmente están planteados dentro del actual enfoque, los siguientes es donde pueden encontrarse oportunidades para dar valor a los distintos niveles de la organización.

La siguiente imagen muestra el Valor que puede obtener cada nivel de la organización, de la gestión de las emisiones atmosféricas.



El Nivel de Jefaturas Operativas el objetivo fundamental es que la obtención de resultados confiables se fundamenta en la confiabilidad y trazabilidad de los datos generados a éste nivel, por este motivo es imprescindible que también estos reciban ciertos beneficios. Los usuarios operativos pueden obtener datos útiles para evaluar las pérdidas de energía en los gases emitidos a la atmósfera, con lo cual se pueden implementar acciones correctivas.

La Gerencia Operativa obtendrá datos necesarios para presentar la gestión de emisiones ante los entes reguladores locales, y además se podrán aportar datos para la evaluación de proyectos de ingeniería. Este ultimo es un punto importante ya que el mercado de carbono aporta un nuevo criterio para la evaluación de proyectos, que en muchos de los casos puede modificar la toma de decisiones.

La corporación recibirá información de calidad para la preparación de reportes de gestión ambiental o sustentabilidad, y gracias a dicha calidad estarán en condiciones de someterse a validaciones externas que podrán ser utilizadas con fines de posicionamiento estratégico, para el ingreso al mercado de carbono, o bien para mejorar su calificación ante entidades financieras.

La metodología a seguir para implementar la Gestión de Emisiones Atmosféricas y Energía, consiste en los siguientes pasos:

- El primer paso a seguir es la identificación de cuál es la posición actual, cuáles son las fuentes que generan emisiones, qué emiten, y cuánto emiten, llamaremos a esta etapa “Determinación de la Línea de Base de Emisiones Atmosféricas”.
- Según los datos obtenidos a partir de los resultados de la Línea de Base, se podrán identificar las oportunidades de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.
- A partir de haber identificado una oportunidad dada estaremos en condiciones de evaluar la factibilidad técnico-económica del proyecto de reducción de emisiones y si el mismo podría cumplir con los requisitos necesarios para calificar como proyecto MDL, a partir de lo cual se preparará el Documento de Proyecto (PIN) para ser presentado ante el Comité de Cambio Climático de Naciones Unidas para su evaluación.

En la determinación de la Línea de Base de Emisiones es donde debe profundizarse el análisis ya que es la base de identificación de oportunidades, y depende de la calidad de éste trabajo, el valor que podrá obtenerse de sus resultados.

Se han clasificado dos métodos generales para el abordaje de la determinación de la línea de base, el llamado *Top Down*, que representa una determinación cualitativa donde resultara difícil identificar oportunidades de reducción de emisiones, ya que la cuantificación de las emisiones se realiza en forma general y sin identificar las fuentes particulares que las generan.

En cambio, la metodología *Bottom Up*, que resulta mucho más complicada de desarrollar, tiene el beneficio de obtener resultados individuales de las emisiones que cada fuente individual genera, pudiendo, de éste modo, identificar claramente las oportunidades de reducción de emisiones.

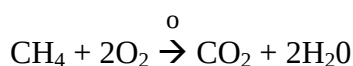
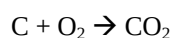
El primer paso a seguir para determinar la línea de base de emisiones con un abordaje *Bottom Up* es la identificación de las fuentes que generan las emisiones, la siguiente tabla presenta en forma descriptiva la clasificación que propone el American Petroleum Institute (API), para el desarrollo de Inventarios en la industria petrolera, donde se detallan algunas de las fuentes que se pueden encontrar relacionadas con el procesamiento del petróleo y gas.

TIPO	Sub-Tipo	Descripción	Que GEI emiten
Combustión	Fijas	Motocompresores Motogeneradores Turbinas Hornos Antorchas Calderas Motobombas	CO ₂ CH ₄ N ₂ O
	Móviles	Barcos, vehículos pesados, grúas	CO ₂ CH ₄
Puntuales	Venteo de Proceso	Deshidratación, Endulzamiento Tratamiento catalítico Flash de Metano Carga de camiones y barcos Venteos de gas sin quema	CO ₂ CH ₄ N ₂ O
	Tanques	Tanques de almacenamiento o proceso	CH ₄
Indirectas		Compra o venta de energía eléctrica y vapor	CO ₂ CH ₄ N ₂ O
Fugitivas		Perdidas en accesorios de líneas de conducción de gas o petróleo, o bien en sistemas de bombeo y compresión	CH ₄ CO ₂

Cada tipo de fuente enunciada anteriormente posee una metodología de calculo específica para la estimación de sus emisiones, donde intervienen diferentes variables. A continuación se enuncia la metodología de cálculo y las variables que intervienen para las fuentes más importantes.

Estimación de emisiones de CO₂ en fuentes de combustión

Principalmente el cálculo se basa en el balance de Carbono entre el combustible y el aire necesario para su oxidación, tomando como premisa una combustión completa, el balance responde a la siguiente ecuación básica estequiométrica.



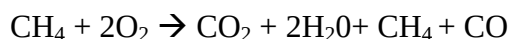
Las variables principales que intervienen en este cálculo son:

- Composición del combustible, análisis cromatográfico para el caso de los combustibles gaseosos y análisis elemental para el caso de los líquidos.
- El valor de exceso de aire utilizado para la combustión, expresado como % de O₂ en los gases emitidos por la fuente.

Cálculo de emisiones de CH₄ en fuentes de combustión

Para la estimación de emisiones de CH₄ en fuentes de combustión, la variable que se suma al balance estequiométrico enunciado anteriormente es la eficiencia de quema del combustible; ahora

bien, dado que resulta de una gran incertidumbre la determinación de la eficiencia de cada fuente de combustión, optamos por sobre-estimar el balance de carbono, tal que continuamos partiendo de una combustión completa a la que se suma la emisión de Metano y Monóxido de Carbono:



Por tal motivo se utilizan factores de emisión de Metano para fuentes de combustión, los que preferimos sean variables mejorando la calidad del resultado, las variables que incluimos para modificar estos coeficientes son:

- Tipo de quemador
- Temperatura del aire de combustión
- Ciclos de motores de combustión interna

Cálculo de emisiones de N₂O

Al igual que las estimaciones de emisión de metano, para el caso del óxido nitroso se utilizan factores de emisión específicos para cada tipo de fuente.

Cálculo de emisiones de CH₄ y CO₂ en fuentes de emisión Puntuales

Flash de Metano

Este tipo de fuente lleva el nombre de flash ya que son aquellas en las cuales el petróleo extraído del subsuelo al despresurizarse a presión atmosférica, produce una evaporación tipo Flash de una porción del metano contenido en la masa de petróleo líquido.

Para la estimación de emisión de metano en este tipo de fuentes, se utilizan factores de emisión los cuales dependerán de las siguientes variables:

- GOR, Gas-Oil Rate, proporción de gas contenido en el petróleo.
- Presión del petróleo en la extracción.
- Presión del separador o tanque flash.
- Volumen producido de petróleo.

Tanques

Para las estimaciones de emisión de CH₄ en tanques, se deberá determinar el porcentual másico de metano contenido en el producto almacenado, la curva de presión de vapor del producto, los datos físicos de los tanques, y parámetros meteorológicos del área de emplazamiento. Con estos datos se utiliza el software de calculo Tanks 4.0, que es un desarrollo conjunto de la Agencia Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) y el American Petroleum Institute (API).

Venteos de Proceso

Dentro de este subtipo de fuente se puede considerar que en la gran mayoría de ellas, el cálculo de emisiones de metano y dióxido de carbono, esta basado en el balance de masas del proceso que las genera.

Según la Guía para el Reporte de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero para la industria del petróleo, desarrollada en forma conjunta entre, la Internacional Petroleum Industry Environmental Conservation Association (IPIECA), la Oil and Gas Producers Association (OGP) y API, donde se publica una categorización de calidad de inventarios en función de la certidumbre específica de los resultados obtenidos.

Esta clasificación ha sido realizada evaluando particularmente la metodología de calculo para cada tipo de fuente de emisión y estimando la certidumbre de cada caso:

- Clase A: una incertidumbre entre el 10-30%.
- Clase B: una incertidumbre de entre el 20-40 %.
- Clase C: una incertidumbre de entre el 30-60 %.

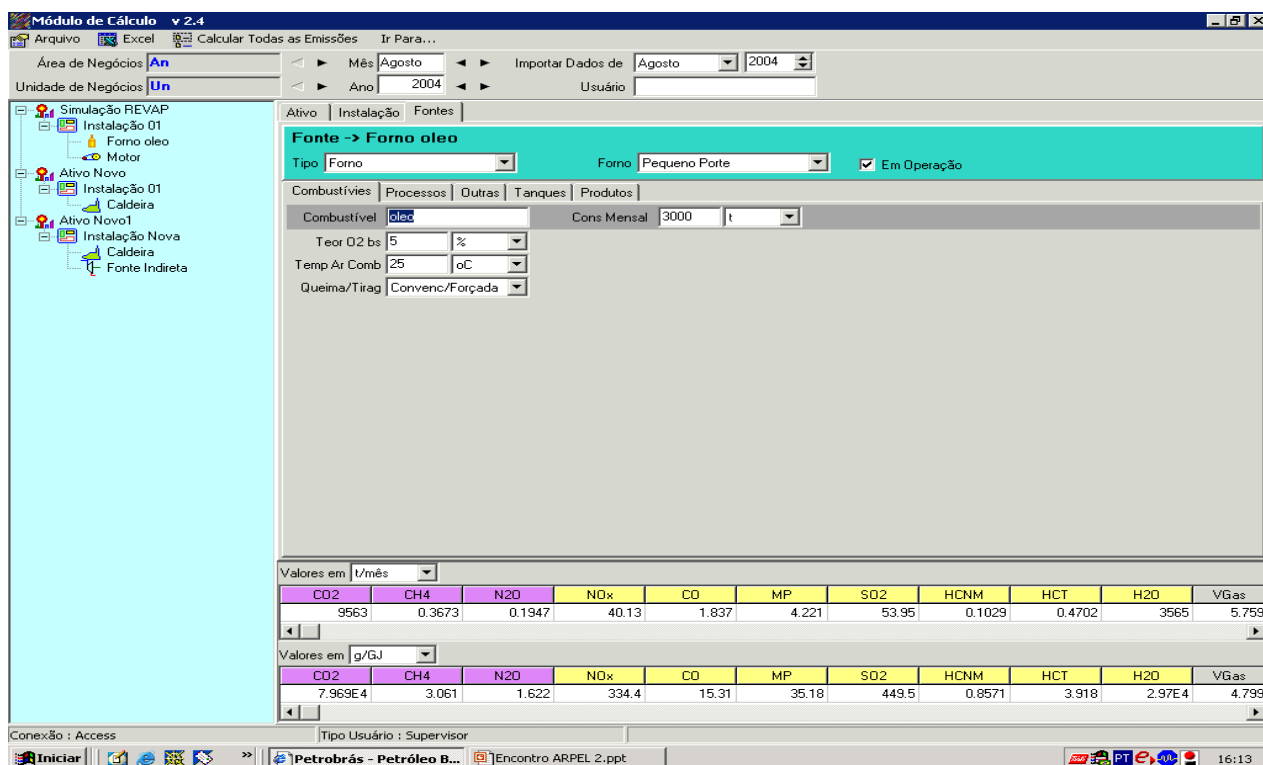
El objetivo es producir Líneas de Base de emisiones de GEI con una clasificación Clase A, no por el mero hecho de la calidad que en si misma es un Valor, sino porque a partir de esta estimación podremos obtener Valor Agregado Adicional para cada uno de los niveles operativos y estratégicos de la compañía.

Existen ciertas diferencias entre la determinación de la Línea de Base de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, y el Gerenciamiento de Emisiones Atmosféricas.

La determinación de la Línea de Base, puede ser un trabajo de excelente calidad como se ha descrito anteriormente, pero que normalmente se realiza para un período limitado y sin continuidad. Al desarrollar un trabajo de este tipo, también estarán limitados los beneficios que se puedan obtener del mismo, y es en este punto donde radica la mayor diferencia con el Gerenciamiento de Emisiones Atmosféricas, ya que lo que se propone es trabajar en forma sistemática dentro de un sistema de mejoramiento continuo de la calidad y con mayor amplitud en el alcance, no solo hablando de GEI sino que también existen otros compuestos que pueden ser incluidos en las evaluaciones.

Con el objetivo de sistematizar la gestión de emisiones de GEI, además de seleccionar la metodología de calculo correcta, se debe obtener también en forma segura y sistemática los datos necesarios para los cálculos, determinar los puntos de control para crear un sistema de gestión auditable y trabajar con un soporte tecnológico que asegure, tanto la veracidad de la información, como así también en la metodología de cálculo.

La siguiente imagen es un ejemplo de un sistema informático desarrollado para el cálculo de emisiones de Gases de Efecto Invernadero y de Compuestos Regulados. Este sistema es muy amigable al usuario y puede utilizar diversas bases de datos.



Este tipo de herramientas utilizan normalmente tres bases de datos:

- Fuentes de emisión
- Combustibles
- Productos

De por si ya resulta de utilidad tener una base de datos de la totalidad de combustibles utilizados, aportando una excelente herramienta de gestión de energía.

Esta herramienta de autogestión permite operar en forma segura, permite crear un sistema de gerenciamiento auditable, y formatear los reportes en función de las necesidades.

También aporta datos extra que pueden ser utilizados para evaluaciones de energía como, la masa total de gases emitida, la masa de agua, el aire estequiométrico necesario para la oxidación de la masa de gas, etc.

Creemos útil presentar un caso específico de la Industria de Petróleo, donde se esta llevando adelante el gerenciamiento de Emisiones Atmosféricas, ya que veremos en forma práctica cuales son los beneficios que se están obteniendo de esta gestión.

Gracias a la visión de la Dirección y la Gerencia de Medio Ambiente de una Unidad Económico-Operativa del área de Exploración y Producción, fuimos convocados para preparar un plan de Gestión de Emisiones Atmosféricas de la Unidad, el cual abarcaría las siguientes actividades operativas:

- Exploración
- Perforación y Mantenimiento de pozos
- Tratamiento de Gas, compresoras, plantas de gas licuado.
- Tratamiento de Petróleo, baterías, plantas de tratamiento de crudo, bombeo.
- Generación de Energía termoeléctrica.

Este plan contempló dos grandes etapas:

Etapas 1: Determinación de la Línea de Base de Emisiones Atmosféricas.

Se plantearon dos objetivos para esta etapa, el primero fue desarrollar un plan de monitoreo de largo plazo, tanto de emisiones como de Calidad de Aire, el cual debería estar sustentado técnicamente para lograr una real eficiencia de gestión ambiental, mas allá del cumplimiento legal.

Para ello se realizó un relevamiento exhaustivo de las fuentes de emisión puntuales, con el fin de determinar los parámetros a ser monitoreados en cada una de ellas, como así también relevar las condiciones en las que se encontraban los conductos para aplicar normativas de monitoreo estándares. A raíz de este relevamiento se realizó un plan de adecuación de los orificios toma muestras.

Fueron realizadas tres campañas de monitoreo de emisiones y calidad de aire a partir de las cuales se obtuvieron datos suficientes para determinar los puntos críticos y diseñar el plan de monitoreo de largo plazo.

Actualmente el plan de monitoreo de la unidad se encuentra incluido en el sistema de gestión de la calidad y medio ambiente, donde se especifican todos los aspectos técnicos necesarios para el desarrollo del plan de largo plazo, frecuencias de monitoreo, parámetros a determinar en cada fuente y estación de calidad de aire, como así también la metodología a ser aplicada.

El segundo objetivo de esta primer etapa fue el de desarrollar un sistema de gerenciamiento de emisiones de GEI, siguiendo los lineamientos de las guías de IPIECA, ARPEL, OGP, EPA, API.

El método acordado para este trabajo fue el Bottom Up con el objetivo de alcanzar al mayor nivel de calidad posible para las estimaciones de emisión de gases de efecto invernadero y compuestos regulados.

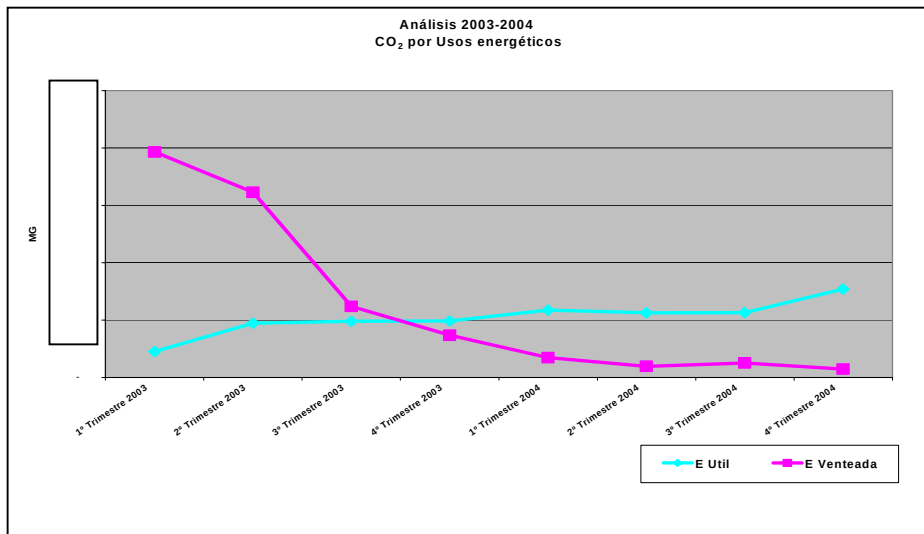
Las siguientes acciones fueron realizadas para alcanzar los objetivos:

- Identificación de las fuentes de emisión.
- Identificación de los productos, combustibles y procesos relacionados a cada fuente de emisión
- Identificación de las fuentes de datos, creación del Flujograma de información.
- Identificación de los puntos de control de los datos.
- Realización de workshops con los funcionarios involucrados, responsables de proveer la información para las estimaciones de emisiones
- Creación de un sistema de colecta de datos para cada fuente de emisión, este procedimiento se encuentra en el sistema de gestión de la calidad y medio ambiente de la Unidad.
- Cálculos de emisiones mensuales de cada fuente que las genera, consolidación trimestral y anual.

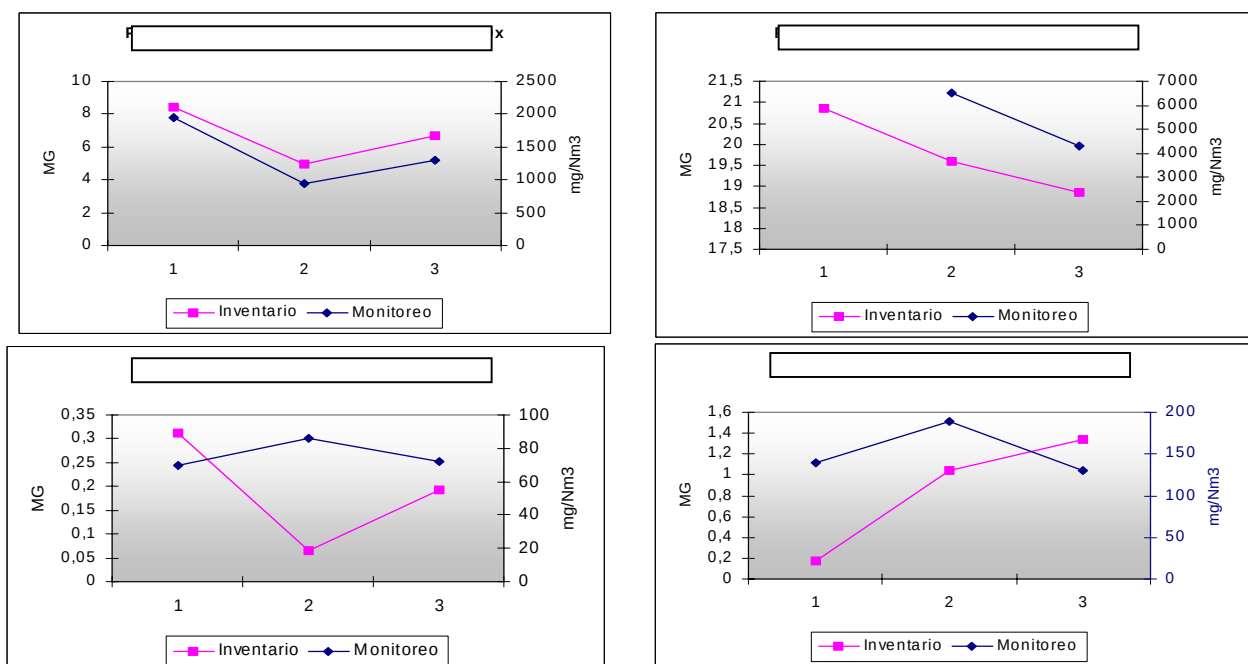
El principal logro en esta etapa ha sido, que el personal operativo de la unidad se comprometa con el proyecto, ya que sin el aporte de ellos no se podrían obtener resultados de calidad en un inventario de emisiones atmosféricas.

Luego de haber obtenido resultados de dos años, se ha podido llegar a conclusiones muy interesantes dentro de esta primer etapa, algunas de ellas son las siguientes:

- Se ha podido cuantificar la reducción de emisiones de CO₂ en función de los usos energéticos, resultado de lo cual se obtuvo una real dimensión de la diferencia de escenario con o sin captación de gas.



- Se ha podido determinar que las tendencias de emisiones en maquinas de combustión interna acopladas a compresores, según la comparativa entre resultados de monitoreo y resultados de cálculos de emisiones son similares, lo cual implica que el rendimiento de estas maquinas es prácticamente lineal. En cambio, se ha realizado la misma comparativa para hornos de calentamiento, en los que se verificó que las tendencias de emisión según los resultados de monitoreos no son constantes, lo cual resulta lógico ya que son equipos que dependen de variables operativas y ambientales. Los dos primeros gráficos de la siguiente figura, comparan las tendencias de emisión de motocompresores, y los dos segundos de Hornos.



Etapas 2: Gerenciamiento de Emisiones Atmosféricas

Una vez obtenidos los resultados de las líneas de base en la primer etapa del proyecto, se estuvo en condiciones de desarrollar las oportunidades de gestión identificadas

Monitoreo de Emisiones y Calidad de Aire.

Se ha diseñado un plan de monitoreo de Emisiones y Calidad de aire, con el cual se logra obtener mayor eficiencia en la gestión ya que es una planificación técnicamente sólida. Se determinaron los puntos y parámetros críticos para diseñarlo, como así también se evaluó la mejor tecnología disponible para que sea aplicada en cada parámetro a determinar, tanto en calidad de aire como en emisiones.

Se han obtenido datos de monitoreo de emisiones que resultan útiles para las evaluaciones de energía a ser realizadas en esta etapa, como así también para llegar a conclusiones y comparativas entre resultado de monitoreos e inventario de emisiones.

Se ha trabajado en la identificación de oportunidades de reducción de emisiones atmosféricas y de eficiencia energética, basándose siempre en los resultados obtenidos de las estimaciones de emisión y de los monitoreos de fuentes fijas.

Evaluación Energética

Se realizaron estimaciones cuantitativas de la energía emitida a la atmósfera con los gases de combustión en la totalidad de los equipos de combustión de la Unidad.

Para ello se utilizaron los siguientes datos de cada equipo:

- De los resultados de monitoreo de las emisiones de cada fuente se utilizó el % de O₂, la concentración de CO, de óxidos de Nitrógeno, la temperatura de los gases y la temperatura ambiente.
- De los resultados de los cálculos de emisiones de cada equipo se utilizó, la masa de gas consumido, el poder calorífico de ese gas, la masa de H₂O emitida, la masa total de gases emitidos, la masa de CO₂ emitida, la masa de CH₄ emitida, y la masa de Hidrocarburos no metano emitida.

Con estos datos se obtiene la composición completa del gas emitido por el equipo, que permite calcular el Cp (Calor específico de ese gas), resultante de la sumatoria de los Cp de cada compuesto.

Una vez obtenido el Cp gas, y teniendo los datos de la Masa total de gases emitidos y el diferencial de temperatura entre la Tgas- Tamb (Temperatura de gas – Temperatura ambiente, °K), se puede aplicar la siguiente ecuación:

$$Q = m \cdot Cp \cdot DT$$

Donde, Q es la energía expresada en KJ (Kilo Joule), del gas emitido a la atmósfera por cada equipo

Obtenido este dato, se esta en condiciones de aplicar un simple balance energético que se presenta en la siguiente ecuación:

$$E_{en} - E_{gas} = E_{útil}$$

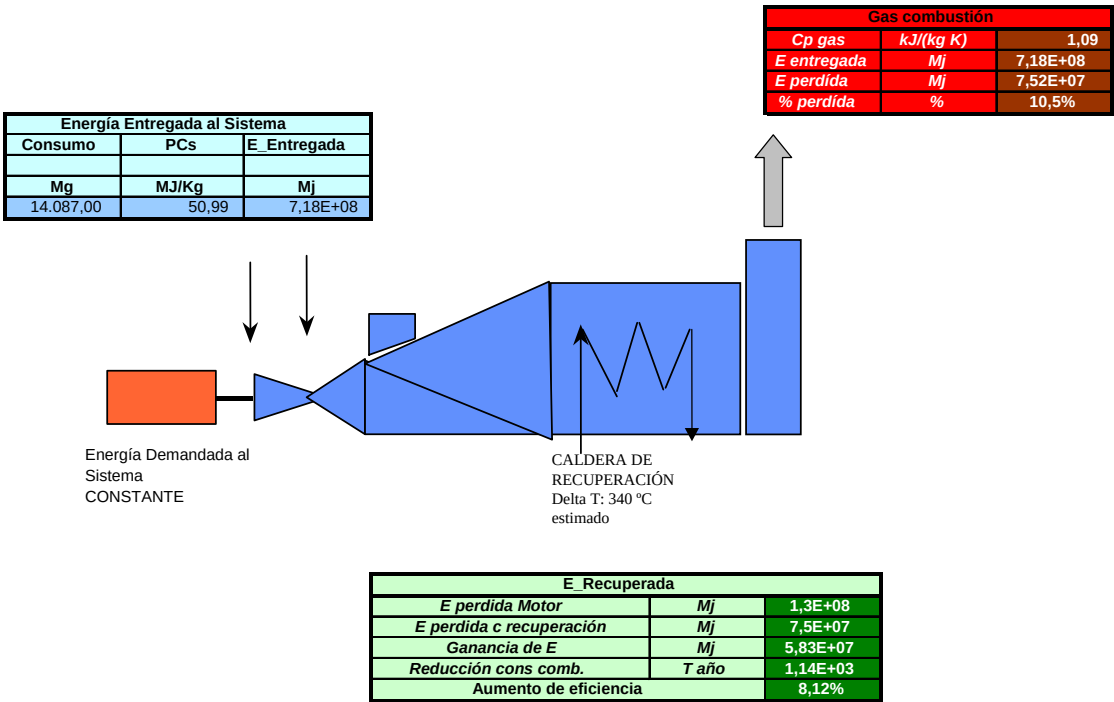
Donde E_{en} , es la energía entregada al sistema, o sea, $E_{en} = PCs\ comb . m$

Los resultado arrojados de estas estimaciones permitieron identificar la oportunidad que representa la recuperación de parte de la energía que estaba siendo emitida a la atmósfera.

Esta energía puede ser utilizada para: calentar petróleo, o fluido térmico, o para la regeneración del glicol en las plantas de Dew Point.

Resultados de las Evaluaciones Energéticas

Según los cálculos realizados, siguiendo la metodología expresada anteriormente, se obtuvieron resultados como el que se expone en la siguiente figura:



Los resultados obtenidos de la evaluación de las pérdidas de energía sin recuperación de calor fueron que, el 18% de la energía entregada al sistema por el combustible es emitida a la atmósfera con los gases, mientras que a partir de las estimaciones realizadas aplicando una recuperación de calor, el aumento de eficiencia energética sería de un 8%.

Si adoptamos el supuesto que la energía demandada al sistema es constante, ese 8% de energía recuperada se trasladaría a una reducción equivalente en consumo de combustible, motivo por el cual también se reducirían las emisiones de GEI a la atmósfera en un 8% aproximadamente.

Como se puede apreciar, este proceso ha involucrado los resultados del monitoreo de fuentes, de estimación de emisiones, de la gestión energética y se han obtenido resultados cuantitativos para evaluar la oportunidad de reducción de emisiones y aumento de eficiencia energética.

Criterio para la Evaluación de Proyectos

En la unidad operativa donde se está desarrollando la gestión integral de energía y de emisiones atmosféricas, se prevén importantes incrementos de producción, con el lógico aumento de la capacidad operativa, por este motivo también se ha realizado el modelado del nuevo escenario tecnológico, tanto de emisiones como de energía.

Con el objetivo de aportar datos para la selección de la mejor tecnología se utilizó la metodología de estimación de emisiones para modelar el nuevo escenario utilizando Motores vs Turbinas de ciclo combinado.

Para esto se adoptó el supuesto que se utilizaría el mismo combustible y que la demanda de energía para cada escenario sería la misma.

De los resultados de estas modelaciones se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- La eficiencia energética aumentaría un 8% con la utilización de turbinas de ciclo combinado
- Las emisiones de gases de efecto invernadero GEI, se reducirían un 23% con la utilización de turbinas de ciclo combinado, debido a la mayor eficiencia en la destrucción de CH₄ principalmente.
- Las emisiones de Óxidos de Nitrógeno (NOx), se reducirían un 93 %, con el uso de turbinas de ciclo combinado.

Estos resultados aportan datos cuantitativos para evaluar la mejor tecnología a ser aplicada en los nuevos proyectos.

Conclusiones

En la introducción del presente documento se ha planteado el objetivo de exponer los *como* y los *porque* de la **Gestión Integrada de Emisiones Atmosféricas, Energía y Cambio Climático**, durante el desarrollo se han descrito ambos puntos, de lo cual solo resaltaremos lo siguiente:

- La clave del éxito para las estimaciones de emisiones atmosféricas es la calidad de los datos, y por consiguiente lograr el compromiso del personal que los genera.
- Se puede lograr una gestión con mayor eficiencia de la emisiones atmosféricas y agregarle valor mas allá del cumplimiento legal.
- Gestionando en forma integral las Emisiones Atmosféricas y la Energía, logramos obtener mucho mas valor de nuestra gestión para nuestras compañías, que haciéndolo individualmente.

Bibliografía

IPIECA, OGP, API, Petroleum Industry Guidelines for reporting Greenhouse Gas Emissions

ARPEL, Asociación regional del Petróleo de Latinoamérica y Caribe

USEPA, Environmental Protection Agency of United States of America

WDCGG, world data Center for the Greenhouse Gases

UNFCCC, United Nations Framework Convention on Climate Change

Ariel Ricardo Dublo

- Gerente de Proyecto

Ariel tiene más de 10 años de experiencia en el campo ambiental, ha participado en Proyectos de Investigación de Sitios y remediación para: SC Johnson & Son, REPSOL-YPF, Pfizer, Aeropuertos Argentina 2000, Productos de Maíz, Monsanto, entre otros.

Consultoría en el tratamiento de efluentes gaseosos industriales: Johnson & Johnson, Grupo Quilmes, Monsanto, Repsol, PECOM, Chevron, Productos de Maíz, Atanor, Shell, entre otros.

Últimamente se ha focalizado en trabajos de monitoreo, de auditorías y medición de efluentes gaseosos y calidad de aire atmosférica, como en el *Diseño de Programa de Monitoreo de efluentes gaseosos en instalaciones de refinación y distribución de petróleo y gas* (2002). , Coordinando el trabajo realizado en conjunto con laboratorios nacionales e internacionales.

Actualmente se desempeña como Gerente de Proyecto en ERM Argentina S.A. donde coordina técnicamente el proyecto de Sistema de Inventario de Emisiones Atmosféricas para todas las actividades de Petrobras Energía S.A. en Argentina, Venezuela, Bolivia y Perú

Áreas de desempeño

- Auditorías de efluentes gaseosos
- Evaluaciones de Impacto Ambiental.
- Muestreos de aire atmosférico y efluentes.
- Manejo y tratamiento de Efluentes y Residuos Sólidos.
- Gestión Ambiental.
- Inventarios de Emisiones Atmosféricas
- Energía y Cambio Climático

Educación

- Maestría en Estudios Ambientales en Universidad UCES.
- Estudios de Ingeniería Mecánica Naval.
- Estudio Superior en máquinas navales Marina Mercante Argentina

Idiomas

- Español
- Inglés
- Portugués

Industrias Claves

- Química/Petroquímica.
- Gas y Petróleo.
- Naval.

Principales Proyectos

2003/2005 Principales Proyectos con ERM Argentina

Gerente de Proyecto

- Inventario de Fuentes y Emisiones Atmosféricas. PetroTech Perú S.A, compañía de petróleo multinacional con actividad de Producción y Exploración de Petróleo y Gas Off Shore en el Litoral Peruano.
- Proyecto de Control de Emisiones Atmosféricas de UE El Portón: Línea de Base y Monitoreo de Emisiones Atmosféricas y Calidad de Aire. Inventario de Emisiones (2003-2005), Eficiencia Energética y Reducción de Emisiones. Cliente: YPF S.A.
- Implementación de un Sistema de Gerenciamiento de Emisiones Atmosféricas para Petrobras Energía S.A. (2003-2005). PESA tiene operaciones en Perú, Bolivia, Venezuela, Ecuador y Argentina. Se han incluido en el sistema las emisiones atmosféricas originadas en las instalaciones de E&P (gas y crudo), Refinerías, Plantas Petroquímicas, Sistemas de conducción y transporte de gas, crudo y combustibles, Plantas Termoeléctricas, etc. Cliente: Petrobras Internacional.
- Estudio de emisiones en proceso de remediación de agua subterránea para Shell Aviación. Estimación de emisión anual de Volátiles mediante la aplicación específica al área del software Tanks 4.0

1998/2002 Principales Estudios con Mercotec Argentina.

Consultor ambiental

- Monitoreo de emisiones gaseosas, red freaticométrica y suelos en Planta Zárate (2002). Cliente: Monsanto Argentina S.A.I.C.
- Auditoría de emisiones gaseosas de contratistas Proyecto Gas de Camisea (Upstream) (2002). Auditoría de: SADE-SKANSKA (instalación gasoducto pozo SM1-Malvinas) y GyM S.A. (construcción Planta de gas Malvinas, aeropista, etc.).

- Evaluación de emisiones gaseosas para el EIA Planta de gas de Pisco y muelle en la Bahía de Paracas, Perú (2002). Cliente: Pluspetrol Perú Co.
- Muestreo y análisis de efluentes gaseosos en la Evaluación de afectación ambiental (2002). Se estudiaron potenciales fuentes de emisión de material particulado en el predio de una industria de alimentos. Cliente: confidencial.
- Auditoría Ambiental y análisis de efluentes de Obras Sanitarias de Buenos Aires (Contratada por Azurix), empresa provincial de suministro de agua potable y tratadora de efluentes cloacales (2002).
- Monitoreo en remediación de laguna de evaporación de efluentes industriales en una planta farmacéutica. Tratamiento del agua y retiro de barros de fondo para su deshidratación y disposición en relleno de seguridad (2001). Cliente: confidencial.
- Monitoreo de emisiones a la atmósfera y de la red freaticométrica en Planta Zárate (2001). Cliente: Monsanto Argentina S.A.I.C.
- Análisis de Biorremediación por biopilas de suelos contaminados con hidrocarburos en yacimientos de Pcia. de Mendoza y Neuquén (2001). Cliente: REPSOL-YPF.
- Auditoría Ambiental – Contingencia del Pozo Madrejones X-1001, Bloque Yacuiba, Bolivia (2000-2001), solicitada por la Autoridad Ambiental nacional. Incluyó: Muestreo y análisis de calidad de aire y emisiones y de medidas de control de “blow out”, Plan de Compensación, Restauración Ambiental del sitio (100 has) y Plan de Monitoreo. Coordinación de más de 25 profesionales de Argentina, Bolivia y USA. Cliente: Pluspetrol Bolivia Corporation.
- Instalación de pozos de monitoreo y caracterización del agua subterránea en Planta Chacabuco (2001). Cliente: Productos de Maíz S.A.
- Auditoría de ensayos piloto del tratamiento de agua y barros de fondo de una laguna de evaporación para el cierre de una planta farmacéutica. Cliente: Confidencial.
- Muestreo y análisis en la Revisión del Proyecto de ampliación de la planta de tratamiento de efluentes

industriales – Planta Fátima. Cliente: Johnson & Johnson de Argentina.

- Muestreo y monitoreo de efluentes gaseosos y calidad de aire en la Evaluación de Impacto Ambiental complementaria con motivo de corrección de la traza original del Poliducto Loma de la Lata/Bahía Blanca”. Cliente: Compañía MEGA S.A.
- Auditorías Fase I y II / Due Dilligence (incluyendo revisión completa del sistema de tratamiento de efluentes) Planta Industrias de Maíz S.A. (IMASA) ”. Cliente: Productos de Maíz S.A.
- Monitoreo de aire en sector Planta de Tratamiento de Efluentes – Cuantificación y recomendaciones para minimizar generación de malos olores.” Cliente: Confidencial (Argentina).
- Auditoría Fase II y Línea de Base Ambiental - Auditoría de instalaciones y caracterización de ambiente biológico en 57 aeropuertos del Sistema Nacional Aeroportuario”. Cliente: INAA.
- Auditoría Fase II y alternativas de remediación de un predio contaminado con hidrocarburos perteneciente a una compañía de generación de electricidad. Cliente: confidencial.
- Evaluación de Impacto Ambiental de Plan Maestro 1er. Etapa Aeropuerto de Ezeiza. Cliente: Aeropuertos Argentina 2000.
- Seton Argentina, Brandsen, Prov. de Bs. As. Diseño del Muestreo y análisis de efluentes gaseosos , en el predio industrial de Brandsen.
- Empresa Multinacional Líder productora de Baterías, Prov. de Buenos Aires. Desarrollo de análisis de Caracterización en estrategia de cierre de planta basada en análisis de riesgo a la salud humana. En este trabajo también se desarrollo el muestreo y análisis de efluentes gaseosos.
- Grupo DRAGADOS, para su empresa Transportes OLIVOS, tratadora de residuos urbanos de la provincia de Buenos Aires. Hemos desarrollado monitoreos de emisiones en venteo de rellenos sanitarios, modelado atmosférico y control de la

calidad del aire atmosférico. Caracterización de residuos urbanos sin tratamiento, según normas ASTM en dos municipios con aproximadamente 800000 habitantes

- Planta petroquímica en Córdoba Argentina. Desarrollo de análisis de Caracterización en estrategia de tratamiento de incineración de solventes orgánicos . En este trabajo se desarrollo el muestreo y análisis de efluentes gaseosos para la medición de Dioxinas y Furanos.