

**INSITUTO TECNOLOGICO Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE MONTERREY
ESCUELA DE GOBIERNO Y TRANSFORMACIÓN PÚBLICA**



**EVALUACIÓN DE ROBUSTEZ DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA PARA
EL CUMPLIMIENTO DE METAS CLIMÁTICAS 2030
METODOLOGÍA DE ANÁLISIS ROBUST DECISION MAKING. (RDM)
PARA LA TOMA DE DECISIONES.**

**TESINA
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO
ACADEMICO DE:**

MAESTRÍA EN PROSPECTIVA ESTRATÉGICA

**POR:
JESÚS DE LOS REYES HERNÁNDEZ CABALLERO**

MONTERREY, N.L.

NOVIEMBRE, 2017

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY

ESCUELA DE GOBIERNO Y TRANSFORMACIÓN PÚBLICA

Los miembros del comité de tesina recomendamos que el presente proyecto de tesina presentado por el Ing. Jesús de los Reyes Hernández Caballero, sea aceptado como requisito parcial para obtener el grado académico de:

Maestro en Prospectiva Estratégica

Comité de Tesina:

Dr. Edmundo Molina Pérez
Asesor

Dr. Armando Rafael
Llamas Terrés
Sinodal

Dr. Luis Alberto Serra
Barragán
Sinodal

Dedicatoria

A Dios, por los dones de ciencia y entendimiento plasmados en este trabajo.

A mi esposa Lizeth, mi cómplice en el proyecto de vida.

A mis hijos Daniel y Andrés, las dos preguntas que me hizo el destino.

En memoria de Noel Abraham, a un año de su partida.

A Juan José Martínez Segovia, mi amigo y hermano.

Agradecimientos

A mis maestros de vida,

Victor Manuel Morales Bacca, Ramón de la Peña Manrique,

Ezequiel Castillo Prieto, Severo Gerardo Flores Lira (+),

Alejandro Salgado Reyna, Erardo Mario Elizondo Villarreal;

que formaron mis bases profesionales.

Alberto Rebolledo, José Marroquín Leal, José Saturnino Coronado, Jorge Tello Peón

Que me inculcaron los dones de la disciplina y el orden.

A mis compañeros de trabajo,

Por el diario discernimiento de las ideas y las acciones.

A mis amigos,

Por su leal y fiel congruencia de vida.

A la vida misma,

Por coincidir en tiempo y espacio con la prospectiva estratégica.

“La Prospectiva Estratégica es el manual del hombre para cumplir plenamente con la

Divina Providencia...”

Resumen

Los sistemas de gestión en las organizaciones ayudan sustancialmente en el proceso de mejora continua dentro del negocio, su estructura basada en el círculo de Deming: Planear-Hacer-Verificar-Actuar permite de manera particular en las operaciones de manufactura asegurar de forma práctica y local la continuidad de negocio por una constante toma de decisiones de manera inmediata y ejecutiva. En todas las áreas soporte de la actividad productiva (Calidad, Seguridad, Higiene, Medio Ambiente, Infraestructura, Finanzas, cadena de Suministro, etc.) ya existen probados estándares de clase mundial que aseguran los resultados de manera eficaz y eficiente. Pero al momento de validar una estructura de gestión con una visión holística, dentro del mediano y largo plazo ya tomando en cuenta la incertidumbre dificulta la toma de decisiones ejecutivas al momento de decidir el implementar o no un sistema de gestión. De manera particular este trabajo aborda la conveniencia o no de adoptar un sistema de gestión de la energía para asegurar el cumplimiento pleno de objetivos de negocio en materia de cambio climático y emisiones de gases efecto invernadero vinculadas al consumo de energía en operaciones de manufactura mediante la metodología RDM (Robust Decision Making) evaluando la vulnerabilidad de estrategias a escoger, la fortaleza de un sistema de gestión ante alta incertidumbre del mercado energético regional, la robustez de un sistema de gestión energética ante factores exógenos y las condiciones en que un sistema de gestión contribuye al cumplimiento de los compromisos corporativos en materia de mitigación del cambio climático. Se espera que la metodología sea un ejemplo de herramienta crucial para la toma de decisiones con alta incertidumbre.

Palabras clave: RDM, Incertidumbre, Gestión de la energía.

Introducción

La continuidad de negocio en las operaciones de manufactura, se han convertido en la prioridad de los sistemas de gestión de riesgos vinculados principalmente a las disciplinas relacionadas a la Seguridad, Higiene y Medio Ambiente. Recientemente ha tomado importancia el enfoque holístico en la administración de riesgos: el tomar en cuenta sistemas complejos multidimensionales que apuntan a dos indicadores de desempeño claves de la operación: Desempeño Ambiental y Desempeño Energético.

La confiabilidad energética actualmente se ha posicionado como uno de los principales aspectos de riesgo para la operación. En América del Norte de acuerdo a la Comisión de Cooperación Ambiental (CCA) en su Plan Estratégico 2015-2020 anunciado y ratificado en Boston Mass. USA en Julio de 2015 (Secretariado de la Comisión para la Cooperación Ambiental, 2015), se debe abordar la relación entre cambio climático y otros asuntos relevantes, entre los que se incluyen cantidad y calidad de los recursos hídricos, energía renovable, eficiencia energética y cuestiones relativas a los océanos.

En América del Norte se tienen marcadas diferencias en los mercados energéticos de Estados Unidos, Canadá y México. En el caso particular de México, la reforma energética inició con la Reforma Constitucional en el año 2013 y posteriormente la reglamentación que sucedió en el año 2014, que para el 2015 creó gran incertidumbre en el sector industrial ante el nuevo escenario del mercado energético a la posibilidad de generación, mientras que los sectores de transmisión y distribución fueron mantenidos bajo control del Estado por ser ambos estratégicos reservándose él mismo la posibilidad de celebrar contratos con la iniciativa privada para licitación de proyectos de infraestructura, pero permitió a particulares diferentes a Comisión Federal de Electricidad (CFE) que durante más de 70 años que había tenido el monopolio del mercado del sector eléctrico mexicano. Esta apertura inició de manera exploratoria para la distribución de Gas Natural y posteriormente fueron desarrollados los mecanismos y reglamentaciones para el mercado eléctrico. Ante este contexto nuevo e inédito para todos los actores del nuevo mercado eléctrico, durante el mes de mayo de 2017, la Secretaria de Energía presentó en su documento titulado “La prospectiva del sector energético 2015-2029” (Alexandri Rionda, Guerrero Gutiérrez, Rodríguez Bolaños, Ubaldo Higuera, & Ramos

Bautista, 2017) con el cual se buscó dar una visión de futuro del sector eléctrico. Este documento es una importante referencia para este trabajo ya que es uno (sino es que el único) donde una Secretaria de Estado busca abatir la incertidumbre creada por la Reforma iniciada en este importante sector, reforma conocida como coyuntural para la Nación en el sexenio, siendo una importante referencia para el entendimiento de los posibles caminos que a mediano y largo plazo seguirá el sector. En este ejercicio prospectivo fueron llevados tres ejercicios de sensibilidad que muestran los posibles escenarios buscando clarificar y dar un mejor entendimiento de todos los grupos de interés del comportamiento del sector eléctrico en los próximos 15 años. Este aspecto se discutirá con mayor detalle más adelante.

Para la CCA la gestión energética buscando la eficiencia energética en las empresas, lanza a finales del 2015 un Programa Piloto de Gestión de la Energía para las empresas a lo largo de los tres países. Este programa consiste en generar las competencias necesarias en las empresas de América del Norte para implementar sistemas de gestión energética acorde a los estándares ISO 50001 y Superior Energy Performance (SEP) del Departamento de Energía de los Estados Unidos (DoE).

Este programa tiene también una arista de incertidumbre ante los escépticos de la hipótesis que los sistemas de gestión energética son una opción sólida para las empresas de reducir los efectos del cambio climático mediante la reducción de emisiones de gases efecto invernadero (GEI) por los ahorros significativos en el consumo de energía. (Hernandez, 2017)

Durante el transcurso de este programa piloto, se llevan a cabo elecciones presidenciales en los Estados Unidos resultando en el 2016 como candidato ganador, el Republicano Donald Trump. Su postura antagónica ante el cambio climático (New York Times, 2017) y el mercado energético (TRUMP, 2017) agregan otro factor de incertidumbre en las empresas de manufactura por sus políticas en materia energética y la designación de Rick Perry como Secretario de Energía de los Estados Unidos, exgobernador de Texas y no simpatizante tanto de las acciones de mitigación del cambio climático como el uso de energías alternas.

Muchas de las empresas globales por más de 20 años han realizado inversiones y esfuerzos por mitigar los efectos de sus operaciones en el cambio climático, incluyendo Compromisos Climáticos que involucran reducción en el consumo de energía en sus operaciones, inversiones millonarias en nuevas tecnologías ecoeficientes y reducción de GEI para el 2020 y 2030. Esto agrega un factor de presión sobre los tomadores de decisiones en seguir prácticas y directrices que aseguren tanto un desempeño ambiental como un desempeño energético que no afecte la continuidad del negocio.

Este trabajo busca aplicar el marco de referencia RDM al contexto de una compañía global líder en soluciones de confort y productos sustentables para responder las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Cuáles son las vulnerabilidades de la estrategia 1 y la estrategia 2 considerando el espacio de incertidumbre descrito en la tabla XLRM?
2. Ante la incertidumbre en los mercados energéticos regionales, ¿un sistema de gestión energética fortalece y/o blinda la continuidad de operación e incrementa la resiliencia de la organización?
3. ¿Qué tan robusto es un sistema de gestión energética ante los factores exógenos como mercados energéticos, políticas energéticas, precios de combustibles para asegurar una mejora en el desempeño energético?
4. ¿Bajo qué condiciones un sistema de gestión energético contribuye al cumplimiento de compromisos corporativos en materia de cambio climático?

Para esto, se busca ampliar el contexto desde dos perspectivas: el desempeño ambiental y el desempeño energético, vinculados por las emisiones de GEI.

Cláusula de Confidencialidad

El presente trabajo fue realizado en el contexto de una empresa global con operaciones de manufactura de México; por lo que solo se muestra de manera parcial la información en algunos puntos específicos y que no compromete los términos de cumplimiento legal, privacidad y propiedad intelectual vigentes al momento de la evaluación de este trabajo. Para su respectiva divulgación se deberá solicitar autorización expresa del departamento legal de la organización.

INDICE

Dedicatoria	iii
Agradecimientos	iii
Resumen	iv
Introducción	v
Cláusula de Confidencialidad	vii
Capítulo 1 Antecedentes	1
Los sistemas de gestión en las operaciones de manufactura.	1
Sistemas de Gestión Energética.....	2
Ley General de Cambio Climático.	5
La Reforma Energética.....	16
Capítulo 2 Marco de referencia del Análisis	25
Incertidumbres.....	25
Opciones de Política.....	45
Métricos de Desempeño.....	52
Modelo del Sistema	56
Relaciones Sistémicas.....	59
Capítulo 3 Análisis bajo condiciones de incertidumbre.	61
Análisis de resultados.....	65
Capítulo 4 Hallazgos y recomendaciones.	69
Bibliografía	75
Apéndice	78
Vita.....	80

Lista de tablas

Tabla 1.Principales proyectos de inversión de proyectos verdes.....	14
Tabla 2. Impuestos al carbono vigentes en México y su recaudación.	15
Tabla 3. Factores clave de afectan la continuidad de negocio Análisis XLRM.....	27
Tabla 4 Escenarios de producción de unidades.....	63
Tabla 5 Interacción SG & vulnerabilidad para cumplir meta.....	68

Lista de imágenes

Imagen 1. Torre de 115,000 voltios caída sobre autopista hacia el aeropuerto durante tormenta del 3 de Agosto de 2017 por la tarde.	34
Imagen 2.Zonas de precipitación intensa en área noroeste de zona metropolitana de Monterrey,	35
Imagen 3. Zonas de precipitación intensa Satélite GOES septiembre 28 de 2017	35
Imagen 4. Autopista Mty-Laredo inundada por lluvias del 28 de septiembre de 2017 I	36
Imagen 5. Autopista Mty-Laredo inundada por lluvias del 28 de septiembre de 2017 II	36
Imagen 6. Accesos al parque Industria STIVA en Apodaca NL 28 de septiembre de 2017-I	37
Imagen 7. Accesos al parque Industria STIVA en Apodaca NL 28 de septiembre de 2017-II	37

Lista de figuras

Figura 1 Modelo del sistema de gestión de la energía para Norma ISO 50001 versión 2011	4
Figura 2 Slogan del 5 de junio de 2012 del Día Mundial del Medio Ambiente	5
Figura 3. Instrumentos de Política previstos en la Ley General de Cambio Climático. ...	7
Figura 4. Bases de la Estrategia Nacional de Cambio Climático.	9
Figura 5. Estructura institucional del Sistema Nacional de Cambio Climático.....	11
Figura 6. La nueva industria eléctrica, sus leyes y reglamentos.	17
Figura 7. Facultades de la Secretaria de Energía.	18
Figura 8. Participación de tecnologías en la generación de electricidad año 2014	19
Figura 9. Pronósticos de precios del gas, 2015-2040	21
Figura 10. Precio del Gas Natural. Escenarios medio y alto. (USD/mmBTU)	23
Figura 11. Comportamiento del precio del Gas Natural en el Noreste.	28
Figura 12. Distribución espacial de zonas susceptibles a inundaciones.	31
Figura 13. Impacto económico por ciclones Tropicales 2000-2012.	32
Figura 14. Infraestructura Estratégica de PEMEX y CFE susceptible a inundaciones ..	34
Figura 15. Precio medio de la energía eléctrica por tipo de usuario 2004-2014 (pesos/kilowatt-hora).....	38
Figura 16. Balance Scorecard para área de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente.....	47
Figura 17. Grafica de Métrico de desempeño energético I.....	52
Figura 18. Grafica de Métrico de desempeño energético II.....	53
Figura 19. Grafica de Métrico de producción de unidades.....	54
Figura 20. Grafica de Emisiones GEI Alcance 1	55
Figura 21. Grafica de Emisiones GEI Alcance 2	55
Figura 22. Grafica del modelo estadístico de datos de consumo contra el total del consumo	57
Figura 23. Grafica de la mejora acumulada en el indicador de desempeño energético superior (SEnPI) entre 2012-2016	58

Figura 24. Grafica de comportamiento de consumo energético vs el modelo estadístico de datos de consumo	59
Figura 25 Mapa causal de Continuidad de negocio	60
Figura 26 Grafico de escenarios de variación de la producción de unidades.	63
Figura 27 Escenarios de desempeño energético con incertidumbre de SGEN	64
Figura 28 Gráficos escenarios de consumo eléctrico sin Sistema de Gestión de la Energía y	66
Figura 29 Gráficos escenarios de emisiones GEI sin Sistema de Gestión de la Energía y	67
Figura 30 Grafico % de Vulnerabilidad vs \$ de Sistema de Gestión de la Energía.....	70
Figura 31 Ejemplo de Redes de Aprendizaje para Sistemas de Gestión de la Energía	72

Capítulo 1

Antecedentes

Los sistemas de gestión en las operaciones de manufactura.

Para las organizaciones de manufactura tanto locales, regionales como globales, la productividad es el principal indicador de desempeño de sus procesos; a su vez esta variable está en función de la continuidad de la operación. Cada una de las áreas soporte responsables de asegurar esto (Calidad, Seguridad, Medio Ambiente, Salud, Cadena de Suministro, Finanzas, etc.) han implantado sistemas de gestión que proveen de la información necesaria que una vez analizada, permite el desarrollo de indicadores tanto de salida (lagging) como preventivos (leading) los cuales dan las directrices para el desarrollo de políticas y estratégicas generales y particulares que aseguren lograr indicadores de clase mundial. Los indicadores reactivos y preventivos han sido las referencias clásicas para definir acciones de contención, corrección y prevención de situaciones de riesgo, pero para llegar a un desempeño premier en la materia, se deben desarrollar e implementar indicadores predictivos que fortalezcan la gestión de incidentes que afecten directa o indirectamente la productividad.

Durante años recientes, las afectaciones a la manufactura de productos y la proveeduría de servicios han tomado importancia significativa dentro de la toma de decisiones relativa a la productividad y continuidad de negocio. Si bien es cierto que ya existen sistemas de gestión para el manejo de peligros y riesgos de seguridad laboral en la manufactura (OHSAS 18001) aspectos e impactos ambientales (ISO 14001) y riesgos relacionados a la operación (ISO 31000) siendo este último un marco de referencia para el tratamiento y monitoreo del riesgo; los aspectos cualitativos recientes debidos al cambio climático, calidad integral de vida y aspectos socioeconómicos del entorno hacen necesario desarrollar de manera prospectiva con una visión estratégica indicadores predictivos que aseguren las operaciones de manera continua y productiva en su desempeño. Para la

generación de estos indicadores, se deben desarrollar, implantar y sostener sistemas de gestión que permitan mantener a la organización la mejora continua.

En particular durante la primera década de este siglo XXI la gestión de la energía ha tomado un papel preponderante tanto en la productividad como en materia ambiental: en la primera por ser el insumo de primera necesidad en las operaciones productivas y en la segunda por su relación directamente con la generación de emisiones de gases efecto invernadero debido a la producción de la misma.

La implementación de sistemas de gestión en diversas áreas ya ha sido probada durante las décadas de los 80's y 90's en la industria bajo el esquema de la mejora continua. En particular la gestión de la energía ha tomado auge a partir de este siglo 21 por la crisis energética mundial y acentuada con el Cambio Climático. Los precios de los hidrocarburos y las nuevas políticas económicas en materia de energía (oferta y demanda) hacen difícil asegurar la gestión del recurso de manera que no afecte a mediano y largo plazo las operaciones y la productividad empresarial. El entorno global crea una marcada incertidumbre en desarrollar, implantar y sostener un sistema de gestión de la energía; ya que al igual que los demás (calidad, Seguridad, medioambiente, logística, etc.) demanda recursos financieros, humanos y de infraestructura que suman una arista más a los procesos de planeación estratégica que año con año son llevados a cabo en las organizaciones que buscan la clase mundial.

Sistemas de Gestión Energética.

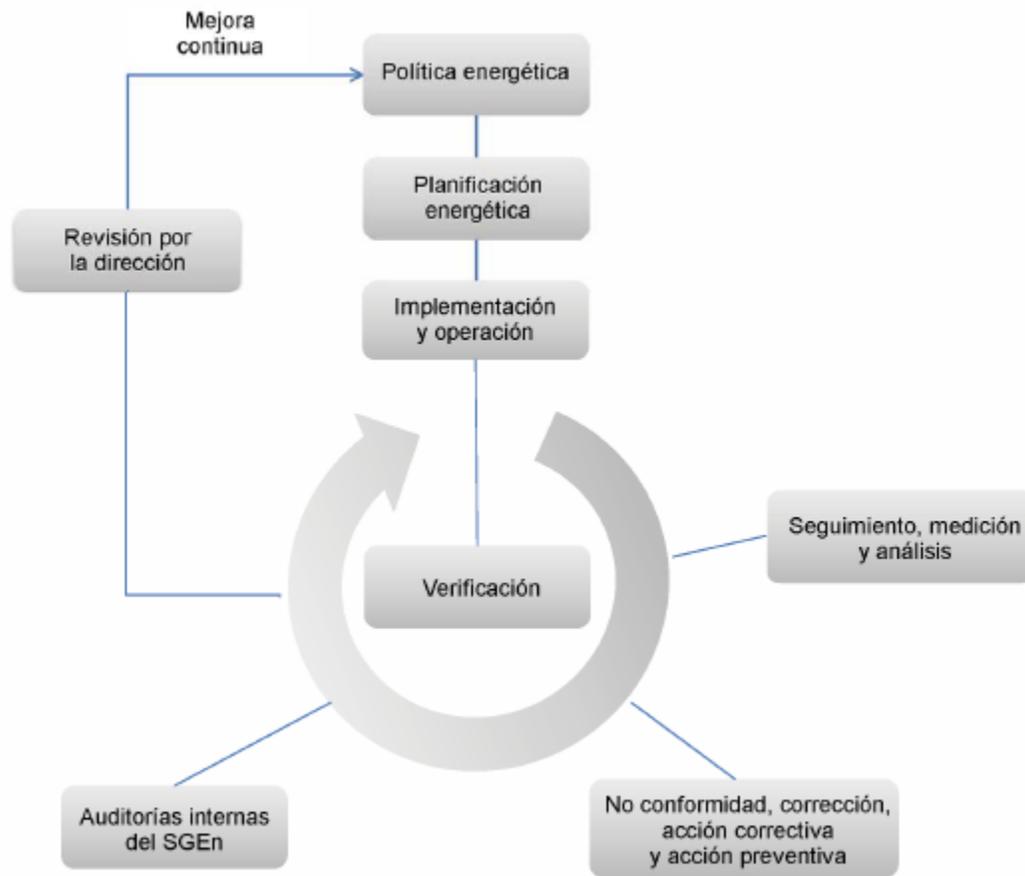
Desde los años 80's iniciaron los primeros esfuerzos formales en medir y controlar los aspectos industriales y comerciales en materia energética. En el sector residencial o uso doméstico, ha sido más enfocado hacia una política social en apoyo de la economía familiar, por encima del interés energético y por consiguiente muy por encima del interés ambiental. A pesar que la energía ha sido uno de los aspectos globales más importantes en el contexto mundial a lo largo de la historia posterior a la primera revolución industrial que se vivió entre 1760 y 1860 y que ha marcado el desarrollo económico de los países y hasta ha sido motivo de

conflictos regionales y mundiales, no fue hasta finales del siglo XX que cobró importancia el consumo de la energía y la medición de su desempeño. Iniciaba el concepto de eficiencia energética.

Fue a raíz del informe Brundtland, presentado el 4 de agosto de 1987 ante la Asamblea General de las Naciones Unidas, en donde el concepto de energía muestra su más amplio aspecto holístico: “La energía no es tanto un producto aislado como una combinación de productos y servicios, combinación de la que dependen el bienestar de los individuos, el desarrollo de los países sobre bases sólidas y la capacidad de apoyo a la vida del ecosistema mundial” (Brundtland, 1987). Es aquí donde se empiezan a manejar dentro de una declaración diplomática de carácter mundial los aspectos de eficiencia energética, energías alternativas, utilización de la energía, futuro de la energía, planificación de la energía, conservación de la energía y políticas energéticas entre otros muchos conceptos que nos hablaban ya de la necesidad de desarrollar sistemas de gestión de la energía. Aquí se dio la bienvenida a la relación causal entre el consumo energético y el cambio climático; estas y otras relaciones multifuncionales entre todos los factores de la actividad humana y su interrelación con el entorno fue el inicio del llamado desarrollo sustentable.

Fue así como la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial solicitó la creación del estándar ISO 50001 reconociendo con ello que la creciente estandarización de las operaciones de manufactura debería incluir la gestión de la energía como una medida eficaz por parte del sector industrial contra los efectos del cambio climático. El estándar fue desarrollado por el Comité Técnico ISO/PC 242, responsable de la Gestión de la energía y en él participaron representantes de los organismos nacionales de normalización y representantes del sector empresarial de Argentina, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, España, México, Perú y Uruguay, fue publicado oficialmente el 17 de junio del 2011. A igual forma que los demás sistemas de gestión sigue la metodología de Deming del ciclo de la mejora continua: Planificar – Hacer – Verificar – Actuar

(PHVA) (Comité Técnico ISO/PC 242, 2011) e incorpora la gestión de la energía a las actividades de las organizaciones tal como se ilustra en la siguiente figura:



*Figura 1 Modelo del sistema de gestión de la energía para Norma ISO 50001 versión 2011
Fuente: Estándar Internacional ISO 50001:2011*

Una de las características de este estándar en comparación con su homólogo ISO 14001 es la demostración y documentación de la mejora del sistema de gestión de la energía y su desempeño energético resultante de las acciones llevadas a cabo para lograrlo. Este atributo particular del estándar ISO 50001 hace de la demostración del desempeño una forma objetiva y real de demostrar la mejora mediante elementos cuantitativos que robustecen en sí al mismo sistema y sus partes. Una de las bondades a resaltar en este trabajo y como elemento de robustez del sistema de gestión es la demostración objetiva y de manera particular

como la alta dirección debe demostrar su compromiso con la mejora de su desempeño energético, considerando éste en una planificación a largo plazo, entre otros aspectos. (Comité Técnico ISO/PC 242, 2011)

Ley General de Cambio Climático.

Poco antes del inicio del sexenio del Presidente Enrique Peña Nieto, en el marco del día mundial del medio ambiente, el 6 de Junio de 2012 fué publicado en el Diario Oficial de la Federación el decreto por el cual se da a conocer a la nación la Ley General de Cambio Climático (LGCC). En el contexto particular del año de su publicación, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) había declarado en ese año a la mencionada celebración bajo el slogan: “Economía Verde: ¿Te incluye a ti?”, haciendo particular énfasis a incluir en la economía los aspectos ambientales significativos donde la industria tenía impactos importantes en los ecosistemas. Teniendo como sede Rio de Janeiro, Brasil, 20 años después de la Cumbre de la Tierra, también se busca de qué manera la economía sustentable puede ser un recurso para el desarrollo social, económico y medioambiental de los habitantes que hay en el planeta. (Organización de las Naciones Unidas, 2012)



Figura 2 Slogan del 5 de junio de 2012 del Día Mundial del Medio Ambiente

Bajo este preámbulo México se convirtió en el primer país en desarrollo en publicar una Ley sobre cambio climático y el segundo país a nivel mundial, (siendo el primero Gran Bretaña) en buscar desarrollar un marco legal que integrara los

esfuerzos por mitigación de los efectos de las actividades del hombre equilibrando al desarrollo económico global.

Esta ley fue recibida con gran escepticismo por los sectores involucrados y los grupos de interés, en particular los ambientalistas quienes veían lejana, remota y particularmente difícil para una nación como México, el transitar hacia una economía verde como en aquel año se declaraba a nivel global. Para ello había sectores de la población que aún carecían tanto de infraestructura, como de competencias necesarias para entender de manera holística lo que significaba “reglamentar al cambio climático”, la misma autoridad en sus diferentes niveles, tanto federal, estatal y local adolecía de los instrumentos suficientes en materia de políticas públicas, infraestructura, conocimiento y cultura ambiental como para desarrollar de manera inmediata acciones, estrategias y disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. Por lo que respecta al aspecto social, se tenía, y aún en nuestros días se tiene, un desinterés en el tema de cambio climático, frente a una realidad de pobreza y rezago en diversos sectores de la población y algunas regiones del país. El reto en aquel momento se tuvo una percepción de esta iniciativa como una “Ley de marco”, es decir, aquella que marcaba un inicio, pero que no decía el cómo llegar a cumplir los objetivos que se perseguían ni en tiempo ni en forma; el naciente ímpetu por marcar liderazgos en materia climática buscaba a toda costa cumplir con lo previsto por el artículo 2o. de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, regular las acciones de mitigación y adaptación, reducir la vulnerabilidad de la población ante él, fomentar el desarrollo, investigación, innovación, transferencia de tecnología para su combate, así como la transición hacia una economía sustentable y de bajas emisiones de gases de efecto invernadero. (Presidente Felipe de Jesús Calderon Hinojosa, 2012).

LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO



Figura 3. Instrumentos de Política previstos en la Ley General de Cambio Climático.
Fuente: SEMARNAT

Los tres principales objetivos de la Ley General de Cambio Climático que siguen en vigor hasta este trabajo son:

1. Emigrar hacia una economía sustentable, de bajas emisiones de carbono sin perder la competitividad de la misma.
2. Reducir la vulnerabilidad de la población y de los ecosistemas frente al cambio climático.
3. Facultar entre los tres órdenes de gobierno en materia de cambio climático, las responsabilidades y autoridades de cada uno de ellos.

En este trabajo nos enfocaremos hacia el primer objetivo: el tránsito hacia lo que se conoce de manera coloquial en materia ambiental como una economía verde, la cual busca un equilibrio dinámico entre los aspectos sociales, económicos y ambientales de las actividades humanas que afectan y/o alteran el entorno donde realiza sus actividades de supervivencia.

La Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) fue desarrollada a partir de 6 aspectos fundamentales para el cumplimiento de México con los acuerdos internacionales a los que se ha suscrito en materia climática:

- Diagnóstico: El cual revelará el estatus quo de los aspectos a evaluar y será clave para conocer las variables que posteriormente definirán los indicadores de desempeño.
- Línea Base: La referencia de la cual partirán las mediciones de reducción de emisiones GEI y poder medir la efectividad de las acciones, sus avances o retrasos según sea el caso.
- Escenarios Climáticos: Los cuales darán idea manifiesta de lo esperado conforme a las acciones realizadas u omisiones, desviaciones y adecuaciones que se realicen de manera operativa.
- Trayectoria Objetivo: La cual marcará el avance en la hoja de ruta de las estrategias de mitigación implementadas en todos los niveles y a través de todos los sectores.
- Acciones y Metas de Adaptación y Mitigación: serán el producto operativo de toda la estrategia nacional e irán midiendo la resiliencia ganada por las comunidades vulnerables.
- Requerimientos de Investigación y Transferencia Tecnológica: Serán los indicadores de salida para la planeación en la adquisición de recursos exógenos.



Figura 4. Bases de la Estrategia Nacional de Cambio Climático.

Fuente: SEMARNAT Presentación "Avances y retos de la política nacional de cambio climático" febrero 2015

Uno de los organismos clave para el funcionamiento de la ENNC es la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático. Esta Comisión fue originalmente creada por decreto del 25 de abril del 2005 por el entonces presidente Vicente Fox (Vicente Fox Quezada, 2005), en la cual se respondía a la entrada en vigor del Protocolo de Kyoto¹ con el carácter de permanente, mencionando la frecuencia de reunión, la estructura de la misma y creando también en el mismo decreto el Consejo Consultivo de Cambio Climático como organismo de consulta de la misma Comisión, con estructura señalada en el reglamento interno de la Comisión. Era el primer esfuerzo formal de la autoridad de crear un organismo autónomo que velara por las acciones encaminadas al cumplimiento de los compromisos de reducción adquiridos por el país. Posteriormente con la promulgación de la Ley General de Cambio Climático y su entrada en vigor se hizo necesario instalar una nueva Comisión el 29 de enero de 2013, al inicio de la presidencia de Enrique Peña Nieto.

¹ Ratificado por México el 24 de Noviembre del 2000, entró en vigor 16 de febrero de 2005

El reestructurado organismo fue integrado por 13 dependencias federales y a quien se le destinó un presupuesto para 2013 de 34,500 millones de pesos. Asimismo se le encargó a esta nueva Comisión la creación de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y que iniciaron sus trabajos el 27 de febrero de 2013. En el mismo año se constituyó el Consejo de Cambio Climático integrado por 15 expertos nacionales en la materia y de diversos ámbitos de la academia, la iniciativa privada y del servicio público.

Una vez reestructurada la Comisión Intersecretarial y el Consejo, se procedió al desarrollo del Programa Especial de Cambio Climático (PECC) (Dirección General de Políticas para el Cambio Climático, 2014) el cual como parte del Plan Nacional de Desarrollo (PND) confirma, formaliza y establece tanto las acciones establecidas por el PND, la ENCC y los programas sectoriales de 14 secretarías de Estado. El PECC incluye medidas que buscan reducir la emisión de gases de efecto invernadero y mejorar la capacidad de respuesta ante fenómenos ambientales adversos producto del cambio climático.

Para poder llevar a cabo el cumplimiento de objetivos, la LGCC en su título V dispone la formación del Sistema Nacional de Cambio Climático el cual tiene como principal función ser el mecanismo de sinergia gubernamental entre los tres niveles de gobierno para llevar a cabo de manera permanente el seguimiento a las acciones a que emanen de la política nacional de cambio climático producto de los planes nacionales de desarrollo y demás instrumentos de política pública que la federación realice acorde a la LGCC. Es una estructura compleja que está conformada de manera siguiente:



Figura 5. Estructura institucional del Sistema Nacional de Cambio Climático.
Fuente: SEMARNAT Presentación "Avances y retos de la política nacional de cambio climático" febrero 2015

Este Sistema Nacional de Cambio Climático (SNCC) muestra una estructura gubernamental que a su vez es responsable de marcar las directrices de la autoridad ante los desafíos que representa el mencionado fenómeno global climático y que a su vez funciona como organismo estratégico y operativo.

Este sistema acorde a su esencia, busca desplegar a lo largo del territorio nacional todas las recomendaciones que surgen del seno del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC). Es una tarea particularmente compleja ya que conjuga los aspectos sociales, económicos y ambientales entre los diversos actores que conforman las actividades antropogénicas generadores de GEI. Su dinámica es interesante en un mundo cambiante de situaciones y escenarios que no se verán en este trabajo, pero vale la pena resaltar. La conformación del SNCC es multidisciplinaria y plurifuncional lo que puede

representar en ocasiones dificultades en la ejecución eficiente y eficaz de las acciones estratégicas que buscan consolidar la política nacional sobre cambio climático. Los siete entes gubernamentales que conforman este sistema presentan a su vez dinámicas mutuas entre ellos mismos que en su momento pueden poner en riesgo el cumplimiento de las metas climáticas que se fijan como acciones de mitigación; estas interacciones se acotarán en este trabajo solo a los aspectos relacionados con la energía y el medio ambiente. En el ámbito industrial, los aspectos académicos, gubernamentales y sociales del cambio climático no han sido vinculados correctamente de manera tal que lo que puede ser un trabajo de colaboración y cooperación mutuos, para el caso de México, termina siendo en muchos de los casos, proyectos de escaso valor agregado para cada uno de los actores involucrados; es por esto que se busca en este trabajo enlazar los aspectos fundamentales que lleven a un cumplimiento pleno de los intereses particulares de todas los participantes del fenómeno climático de una manera ordenada, confiable y factible.

Este SNCC es responsable del desarrollo de los medios de vinculación estructurales para el cumplimiento de la política nacional climática, por lo que el 3 de Junio del 2013 en el Diario Oficial de la Federación se dio a conocer la Estrategia Nacional de Cambio Climático Visión 10-20-40 (ENCC) del Gobierno de la Republica como el instrumento rector de la política nacional de cambio climático en el mediano y largo plazo. (SEMARNAT-Subsecretaria de Planeacion y Politica Ambiental, 2015).

El espíritu de la ENCC es hacer cumplir el objetivo de la LGCC que busca enfrentar los efectos del cambio climático y transitar hacia una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono.² Esta estrategia tiene un alcance sexenal, es decir, que durante cada sexenio será revisada a nivel federal y no se perderá su seguimiento pese a los cambios de administración. Presenta una visión muy ambiciosa al integrar los escenarios a 10, 20 y 40 años,

² Art. 60 Ley General de Cambio Climático.

lo cual habla de un compromiso generacional de los actuales analistas y tomadores de decisiones. Si bien es cierto que el fenómeno del cambio climático no presenta fronteras sexenales para el caso de nuestro país, la sensibilidad al tema por parte de los actores principales de las políticas, su implantación y seguimiento sí. Es interesante destacar que dentro de la estructura del SNCC participan tanto los gobiernos municipales y estatales, así como también el congreso federal con sus cámaras de diputados y senadores que marcarán en su momento el avance o retraso de la también llamada trayectoria objetivo de emisiones, la cual deberá estar muy atenta a ella las entidades de naturaleza técnica, los académicos y los industriales. Para estos últimos, puede representar una medida de su desempeño ambiental y de productividad ligada a los compromisos climáticos globales que la mayoría de empresas transnacionales ya tienen fijadas metas para los años 2020 y 2030.

Posteriormente rumbo a la Conferencia de Partes en Paris (COP 21), el Fideicomiso para el Fondo del Cambio Climático el creado el 30 de noviembre del 2012, entra en vigor en abril del 2015 con un financiamiento inicial de 1,763.65 millones de dólares (Secretaria de Hacienda y Credito Publico, 2015). Este financiamiento estuvo distribuido de la siguiente forma:

Financiamiento por el grupo del Banco Mundial:

- \$1,139.5 Millones de Dólares del Banco Mundial
- \$266 Millones de Dólares del *Clean Technology Found*
- \$42 Millones de Dólares del Programa de inversión forestal.

Financiamiento por el grupo de Banco Interamericano de Desarrollo:

- \$64.3 Millones de Dólares.
- \$234 Millones de Dólares del *Clean Technology Found*
- \$18 Millones de Dólares del Programa de inversión forestal.

En este contexto la agenda del financiamiento al cambio climático inició explorando las siguientes áreas de inversión:

Energía verde	Energía y Materiales Eficientes	Recursos Ambientales
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Generación de energía. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Construcciones urbanas eficientes. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Agricultura.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Transporte. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Red de distribución de energía. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Agua.
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Eficiencia Industrial. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Administración de desechos.

Tabla 1. Principales proyectos de inversión de proyectos verdes
Fuente SHCP

Cabe destacar que el rubro de la energía ya empezaba a tener prioridad en los proyectos e inversiones estratégicas de las acciones de mitigación del cambio climático. Esto se explica ya que las tecnologías limpias demostraron que son las que mejor resultado dan en el corto y mediano plazo relativo a la reducción de emisiones; aunque demandan en muchos de los casos transferencia de tecnología, las formas tradicionales de energías renovables tuvieron un impulso a medida que se vencía el escepticismo de la factibilidad en el costo de las mismas.

Desde el año 2013, otro de las acciones nacionales que se habían empezado a desarrollar fue el impuesto al carbono, la cual es una tasa aplicada a las emisiones de GEI. Esta medida impositiva de carácter fiscal ha demostrado en otros países una mayor eficiencia en el control de la contaminación, favorece la reducción de emisiones al diversificar las fuentes de suministro de energía e incentiva la innovación tecnológica.³ En México fue parte de la Reforma Social y Hacendaria que presentó el Presidente Enrique Peña Nieto en el año 2013 y entró en vigor en enero del siguiente año. Este ha sido el único recurso fiscal en materia de gestión ambiental del país; la incursión de un “impuesto verde” en el país ha

³ En los sistemas de comercio de emisiones las empresas toman el valor de la unidad de emisión de carbono equivalente (tCO₂e) como un costo de producción más. Así fomentan la productividad ligada a la eficiencia de sus procesos en particular la relación entre eficiencia energética y control de emisiones. Ref. “Ejercicio de Mercado” Plataforma Mexicana de Carbono SEMARNAT-MEXICO₂

pasado casi inadvertida debido a que han sido exceptuados del este impuesto muchos de los combustibles enlistados en la Ley del Impuesto Especial sobre Producción y Servicios, ya que de acuerdo a esta ley, el impuesto al carbono se aplica al productor o importador de combustibles fósiles, quien hasta principios de este año 2017 era una sola empresa a nivel nacional: Petróleos Mexicanos. La recaudación por este impuesto esta solo supeditada a las ventas de gasolinas, diésel y combustóleo, quedando fuera el gas natural y la turbosina. Por ello este instrumento de política climática tendrá que esperar a que el escenario de los combustibles fósiles tenga mayor apertura en el mercado nacional.

Combustible	IEPS Carbono		Ingresos
	2014	2015	2014+2015
Gasolinas	10.38 centavos/l	10.8 centavos/l	7,769
Diesel	12.59 centavos/l	13.1 centavos/l	4,609
Gas Natural	0.000 por m3	0.000 por m3	0
Gas LP	5.9-7.7/l	6.1-8.0/l	1,622
Turbosina	12.4/l	12.9/l	0
Combustóleo	13.45/l	14.0/l	1507
Coque	15.6/Kg	16.2/Kg	201
Carbón	27.54/Kg	28.7/Kg	576
TOTAL			17,173

Tabla 2. Impuestos al carbono vigentes en México y su recaudación.
Fuente: Plataforma Mexicana del Carbono

Con esta última línea de acción nacional en materia de cambio climático, forzó a explorar nuevas opciones que en años anteriores el Gobierno Federal no se había atrevido a establecer ya que todos los planes, estrategias, medidas, acuerdos y demás instrumentos de políticas pública se habían topado con uno de los paradigmas mayores del sistema político mexicano: El Sistema Energético Nacional, industria en manos del estado que durante más de 70 años había mantenido la hegemonía de las dos paraestatales que regulaban el progreso y

desarrollo económico del país: Petróleos Mexicanos y Comisión Federal de Electricidad. Bajo la prerrogativa de ser empresas estratégicas bajo la responsabilidad del Estado por administrar Bienes de la Nación como lo son el Petróleo y el Gas natural, propiedad de la Nación, mantuvo durante todo el tiempo antes mencionado detenida cualquier iniciativa que buscara romper con los modelos de economía nacional que nacieron durante la primera mitad del siglo XX. Cuando el cuidado al medio ambiente y la gestión de la energía no figuraban en los planes de desarrollo de ambas paraestatales. A finales del siglo XX en la década de los noventas cuando México entra al panorama mundial de la globalización con el Tratado de Libre Comercio de América del Norte, se enfrenta a la realidad internacional: el desarrollo sustentable y la eficiencia de la clase mundial. La competitividad y la productividad en ese momento fueron los dos fantasmas que aún en nuestros días siguen persiguiendo a las llamadas empresas productivas del estado. Entre muchas de las aristas que se debían pulir para entrar en el mercado mundial, resaltaba para también cumplir con el compromiso climático mundial el desempeño energético. Por ello todas estas acciones descritas anteriormente en materia de cambio climático fueron abriendo paso a una reforma llamada estructural por su importancia y trascendencia. Así nació la Reforma Energética del Estado.

La Reforma Energética.

En México, el aspecto energético desde un punto de vista holístico, dio un salto primero con la promulgación de la Ley General de Cambio Climático el 6 de Junio del 2012 en donde se declara específicamente la necesidad de realizar diagnósticos de vulnerabilidad en el sector energético y desarrollar los programas y estrategias integrales de adaptación (Presidente Felipe de Jesús Calderón Hinojosa, 2012). Posteriormente con la reforma en sector energético iniciada en octubre del 2013 cuando se emitieron los lineamientos que establecen los criterios para el otorgamiento de certificados de energías limpias y los requisitos para su adquisición, marcaron el parte aguas en el horizonte de la evolución económico-industrial del sector. Estos acontecimientos permitieron una planeación estratégica

encaminada a la transición tan esperada y tan necesaria en el país buscando un mercado eléctrico competitivo, de escala internacional y con miras muy ambiciosas hacia la clase mundial.



Fuente: SENER

Figura 6. La nueva industria eléctrica, sus leyes y reglamentos.

Aunque la Secretaría de Energía nació propiamente en el año 1946 como Secretaría de Bienes Nacionales e Inspección Administrativa, fue durante el Gobierno del Presidente Ernesto Zedillo Ponce de León que en 1994 marcó el inicio de un era de modernización buscando la productividad y competitividad de las ahora llamadas Empresas Productivas del Estado. Hoy en nuestros días la estructura de la Secretaría de Energía sugiere una emancipación del estado del sector energético con organismos que operan y planean el mercado eléctrico y del gas natural, que regulan y reglamentan dando certeza jurídica a todos los participantes de este mercado y otros organismos descentralizados que tiene la muy importante labor de transformar la obligación de una sola entidad a la oportunidad de varios por el suministro de un bien básico en la economía nacional, con todo lo que esto conlleva: el aprovechamiento del conocimiento y dominio técnico de la red nacional de transmisión y distribución de la energía, el sistema

obrero patronal del sector como coyuntura laboral del siglo XXI como lo ha sido el Sindicato Único de Trabajadores Electricistas de la República Mexicana. (SUTERM) el cual ha sido parte hegemónica en el sistema sindical mexicano encabezado por la Confederación de Trabajadores de México (CTM). Sin duda el tema de gobernanza de esta secretaria será en un futuro próximo un a variable a considerar en el desarrollo de este nuevo mercado nacional energético.

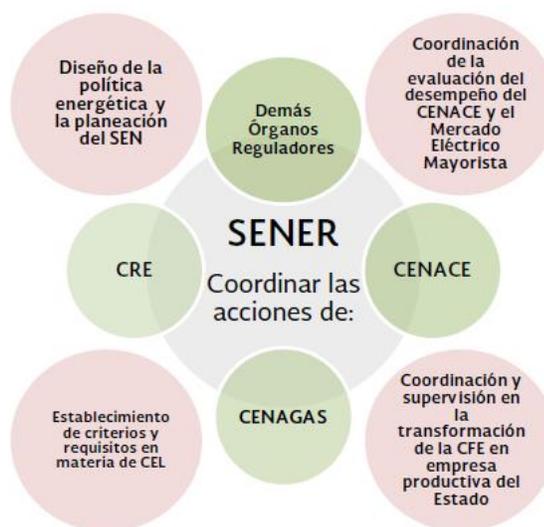


Figura 7. Facultades de la Secretaría de Energía.
Fuente: SENER.

Un hecho trascendente fue la presentación del Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN) en julio de 2015, en el cual se plasma la planeación estratégica del Sector Eléctrico Mexicano a una visión de 15 años. Este programa es el más reciente ejercicio de prospectiva para un mercado eléctrico naciente que presenta intensas incertidumbres. Muchos de sus pronósticos son de carácter numérico, con un mínimo de variables cualitativas que actualmente inciden en el escenario energético. Finalmente, en noviembre, se dio inició a la histórica Primera Subasta del Mercado Eléctrico y el Funcionamiento de los Certificados de Energías Limpias que aun actualmente presenta confusiones en el ejercicio y mecánica administrativa de los mismos. Al igual que muchos de los organismos producto de las reformas estructurales recientes que se han producido

durante el sexenio del presidente Enrique Peña Nieto, muestran claroscuros en su operación y transparencia; el esfuerzo de transformación no se compara con el esfuerzo de entendimiento y ejecución de la misma después de prácticas paraestatales de más de casi 50 años. Para todos los actores involucrados en el presente y en el futuro de este mercado, el reto principal será la capacidad de adaptación a un entorno tan cambiante como lo es actualmente el sector energético.

Históricamente para América del Norte el vértice común de México, Estados Unidos y Canadá en materia energética ha sido la producción y comercio de los combustibles para la generación de electricidad. En particular durante los últimos 30 años quien había tomado la delantera como principal insumo de la industria eléctrica fue el gas natural. El precio de este combustible favoreció la aparición de nuevas plantas de generación de energía de tipo ciclo combinado. Su mayor eficiencia por kWh producido y sus bondades hacia el medioambiente parecían marcar la pauta en el crecimiento de la industria eléctrica. En el caso de México esta tecnología se ha posicionado de manera importante en la generación de electricidad:

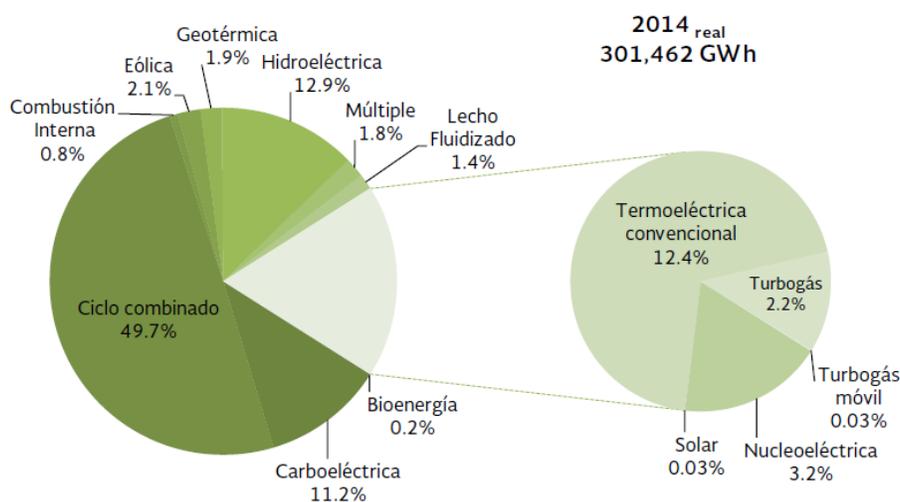


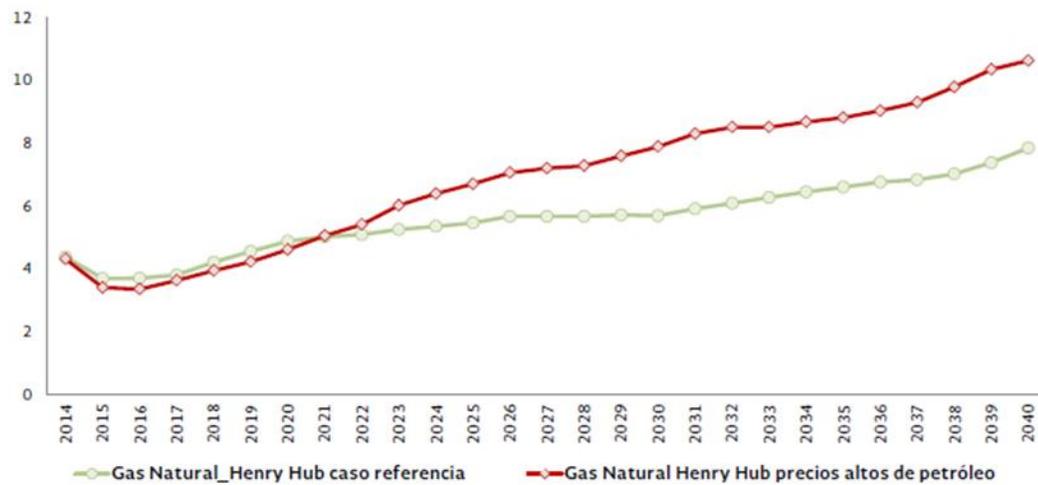
Figura 8. Participación de tecnologías en la generación de electricidad año 2014
Fuente: PRODESEN SENER.

En este contexto mundial, América del Norte dentro del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) se ha manifestado como un compromiso

regional la reducción de GEI. Para la Comisión de Cooperación Ambiental México-Estados Unidos-Canadá, el sector eléctrico ha sido considerado como parte estratégica dentro de sus planes operativos de mediano plazo (Secretariado de la Comisión para la Cooperación Ambiental, 2015) lo cual hace de particular interés todo análisis en la materia; las interacciones que se susciten dentro del sector de manera regional, tendrán impacto en las políticas energéticas de los tres países, impulsando una transición energética hacia un sector sustentable, eficiente y menos dependiente de los combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica.

Este compromiso se vio fuertemente vulnerado ante la firma por el presidente Donald Trump en la Agencia de Protección Ambiental de EE.UU. (EPA, por sus siglas en inglés) rodeado por trabajadores estadounidenses de la industria energética, empleados públicos y miembros del Congreso de la Orden Ejecutiva de Independencia Energética para proteger miles de empleos y fortalecer la seguridad energética, asegurando que sus políticas provean “aire limpio y agua limpia para todos nuestros ciudadanos” (TRUMP, 2017). Posteriormente, el mismo Presidente Trump anunció la salida de su país de los Acuerdos de París (New York Times, 2017) pese a la tendencia en favor del medio ambiente que se venía gestando por presión y cabildeo de los grupos de interés desde la administración anterior del Presidente demócrata Barack Obama. Estas dos acciones del gobierno de los Estados Unidos han disminuido en buen número todas las iniciativas en materia energética en Norte América y ha incrementado la incertidumbre de las organizaciones en la región sobre el destino los mercados energéticos en el mediano y largo plazo así como las iniciativas de transición a energías renovables no dependientes de combustibles fósiles. Pese a los pronunciamientos de corporaciones globales por disuadir de tal decisión y mantenerse dentro de los acuerdos de París (Center For Energy and Climate Solutions, 2017) hasta hoy la política energética de los Estados Unidos ha dado un giro contrario hacia el compromiso de reducción de emisiones de América del Norte.

El gas natural en los Estados Unidos había hasta ese momento tenido una gran evolución mercantil que había ido acompañada de un impulso al sector manufacturero de EUA, aprovechando el abundante suministro de gas a precios relativamente bajos y estables. En la industria para la década de 1990 la demanda de gas natural presentaba una tendencia a la baja para luego cambiar de manera ascendente durante el año 2000 y hasta el 2016 las regulaciones en favor de la reducción de emisiones contribuían a esta tendencia de crecimiento. Las proyecciones marcaban un pronóstico conservador en el precio que demostraba una tendencia favorable para la reducción de emisiones por el uso del gas natural.



Fuente: SENER con información de U.S. Energy Information Administration

Figura 9. Pronósticos de precios del gas, 2015-2040

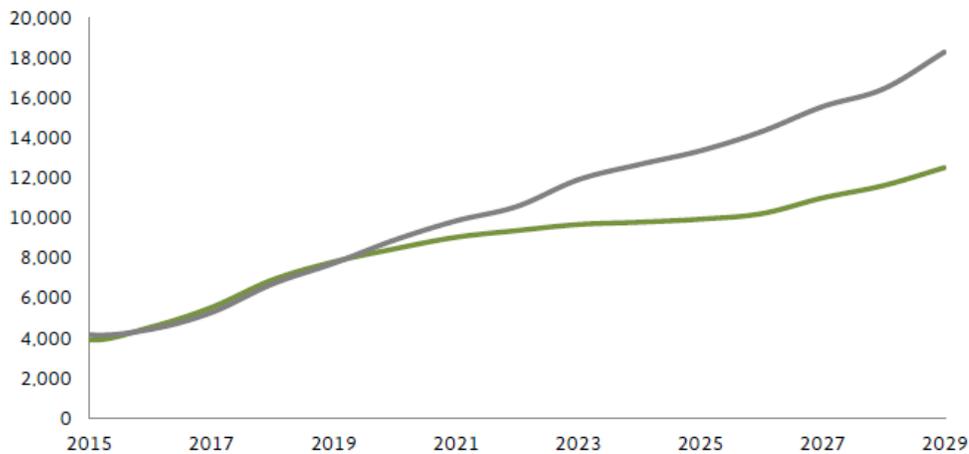
Después de la firma la Orden Ejecutiva de Independencia Energética (TRUMP, 2017) donde suspende más de media docena de medidas promulgadas por el expresidente Obama y que refuerza el uso de los combustibles fósiles, los escenarios cambiaron por completo. Se insiste en volver al uso del carbón y no considera que el cambio climático deba ser motivo de preocupación urgente, Además, la nueva medida elimina la moratoria que impedía utilizar tierra federal para la extracción de carbón, impulsa nuevas y menos restrictivas regulaciones sobre las emisiones de metano procedentes de la producción de crudo y gas y elimina el requisito de que las agencias federales consideren el impacto del cambio

climático cuando analicen los proyectos ambientales del futuro. La justificación a esta medida viene soportada por lo que se ha llamado "una guerra contra el carbón" en la cual señala que la política medioambiental del expresidente Barack Obama provocó que los mineros perdieran sus empleos y vieran perjudicada su calidad de vida y la de sus comunidades; en 2015, las empresas de carbón emplearon a unos 66,000 mineros, el número más bajo desde que el organismo de estadística del Departamento de Energía de EE.UU. comenzará a registrar estas cifras en 1978. (BBC Mundo, 2017) Esta medida que pudiera ser catalogada como "populista" menoscaba el mejoramiento ambiental, la productividad y eficiencia energética de la región ya que afecta las tendencias regionales que se habían trabajado por su casi 30 años en la región de Norteamérica.

De los tres ejercicios de sensibilidad llevados a cabo por le Secretaria de Energía en su Prospectiva del Sector Eléctrico 2015-2029, los que más se adecuan al contexto actual con los cambios en la política energética de Estados Unidos son:

- Incremento del precio del gas natural de importación, y el cambio que tendría con ello los costos de generación asociados a dicho combustible.
- Propuesta alternativa al proyecto de instalación de una planta de ciclo combinado por un reactor "SMART": Reactor Avanzado de Sistema Modular Integrado (System-Integrated Modular Advanced Reactor)

El tercer ejercicio plantea sustituir a partir del 2026, plantas de ciclo combinado con un impacto en reducción de emisiones de CO₂ el cual con la actual política estadounidense no sería factible.



Fuente: SENER

Figura 10. Precio del Gas Natural. Escenarios medio y alto. (USD/mmBTU)

Como se puede observar, la prospectiva del gas natural a partir del 2020 diverge hacia los escenarios medio y alto siendo que las fluctuaciones históricas del precio del gas en el periodo comprendido entre 2004 y 2014 el precio del Gas Natural llegó en octubre de 2005 subió hasta 13.42 USD/mmBTU y en abril de 2012 bajó hasta 1.95 USD/mmBTU. El precio del gas natural en México se encontraba indexado o vinculado económicamente al precio del mercado Henry Hub de los Estados Unidos hasta el mes de Julio del 2017, que terminó el régimen de ventas a primera mano y el mercado que presentaba los precios del gas natural más bajos del mundo. (Alexandri Rionda, Guerrero Gutiérrez, Rodríguez Bolaños, Ubaldo Higuera, & Ramos Bautista, 2017) Para ambos escenarios no se consideraron ni la inflación, ni los efectos de la inversión fue estrictamente el enfocado a la variabilidad del costo del gas natural. Para el escenario medio el incremento proyectado para el 2029 fue de un 63.2% y para el escenario alto el incremento fue del 123.2%. Tomando en cuenta que la tendencia hasta el 2016 en materia tecnológica para la generación de energía eléctrica en el país fue hacia las plantas de ciclo combinado y muchos de los actuales proyectos industriales han seguido esa misma inercia, el panorama con la nueva política energética de Estados Unidos tiene una gran ventana de incertidumbre al momento de exponer el gas natural contra el reciente desgravado carbón. Para muchos ambientalistas, quienes se

vieron afectados con esta y muchas de las posiciones de la administración del presidente Trump frente a la agenda ambiental de la región y el cambio climático, representa un estancamiento más no un fin de las acciones en contra del impacto ambiental adverso de las actividades humanas. En muchos foros donde los grupos de interés, tanto generadores de GEI como afectados por los efectos adversos al medioambiente y que habían trabajado durante años de manera conjunta y sinérgicamente en mejores prácticas para el desempeño ambiental, se piensa que ahora la responsabilidad ambiental de seguimiento a las estrategias en materia de mitigación ahora serán lideradas por las organizaciones industriales que durante más de 30 años (algunas más) desarrollaron sistemas de gestión tanto en materia ambiental como de riesgos y las más recientes de energía. “El juego” ahora se posiciona en el terreno de los industriales. Los altos directivos y los consejos de administración son ahora los artífices de las políticas globales en pro del medio ambiente que sin esperar los estridentes cambios en la política energética de la nueva administración de los Estados Unidos, ahora se convierten en los estrategias ambientales del mundo.

Muchos de ellos simpatizaban con las ideas, hipótesis de los investigadores del IPCC y con los grupos de interés motivados por salvar el planeta. Pero ahora estos altos directivos deben reportar a los consejos de administración de las organizaciones cual es el siguiente paso: hacia dónde dirigir la compañía en materia ambiental y de cambio climático. Hoy los expertos en la toma de decisiones son ellos y ellos mismos deben de contar con los soportes necesarios para la toma de decisiones; es por todo esto que la Prospectiva Estratégica se posiciona como una disciplina vital para el ejercicio ejecutivo de la alta dirección ante la gran incertidumbre que representa el sector energético. Se deben tener los suficientes argumentos estratégicos para marcar una hoja de ruta cambiante e incierta; hay que robustecer las razones para la toma de decisiones.

Capítulo 2

Marco de referencia del Análisis

Muchas de las empresas globales por más de 20 años han realizado inversiones y esfuerzos por mitigar los efectos de sus operaciones en el cambio climático, incluyendo Compromisos Climáticos que involucran reducción en el consumo de energía en sus operaciones, inversiones millonarias en nuevas tecnologías ecoeficientes y reducción de GEI para el 2020 y 2030. Esto agrega un factor de presión sobre los tomadores de decisiones en seguir prácticas y directrices que aseguren tanto un desempeño ambiental como un desempeño energético que no afecte la continuidad del negocio.

Incertidumbres

La continuidad de negocio en las operaciones de manufactura, se han convertido en la prioridad de los sistemas de gestión de riesgos vinculados principalmente a las disciplinas relacionadas a la Seguridad, Higiene y Medio Ambiente. Recientemente ha tomado importancia el enfoque holístico en la administración de riesgos: el tomar en cuenta sistemas complejos multidimensionales que apuntan a dos indicadores de desempeño claves de la operación: Desempeño Ambiental y Desempeño Energético.

El desempeño ambiental históricamente ha sido más que motivado, empujado por la regulación y el cumplimiento legal; cada región y cada país han establecido sus propios mecanismos de gestión con resultados particulares para los aspectos de uso de suelo, calidad del aire y recursos hídricos. La cultura ambiental en diferentes regiones también es diferente de acuerdo al grado de desarrollo económico y niveles educativos, lo cual agrega una variable más al desempeño ambiental como indicador clave en la continuidad de negocio.

En México, el cambio climático fue recientemente integrado al desempeño ambiental de las organizaciones más por moda que por conocimiento del tema.

Aplicando el marco de referencia RDM al contexto de una empresa global líder en soluciones de confort y productos sustentables, se busca responder las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Cuáles son las vulnerabilidades de la estrategia 1 y la estrategia 2 considerando el espacio de incertidumbre descrito en la tabla 3?
2. Ante la incertidumbre en los mercados energéticos regionales, ¿un sistema de gestión energética fortalece y/o blinda la continuidad de operación e incrementa la resiliencia de la organización?
3. ¿Qué tan robusto es un sistema de gestión energética ante los factores exógenos como mercados energéticos, políticas energéticas, precios de combustibles para asegurar una mejora en el desempeño energético?
4. ¿Bajo qué condiciones un sistema de gestión energético contribuye al cumplimiento de compromisos corporativos en materia de cambio climático?

Para esto, se busca ampliar el contexto desde dos perspectivas: el desempeño ambiental y el desempeño energético, vinculados por las emisiones de GEI.

En la Tabla 3 se presenta el análisis XLRM inicial, en posteriores revisiones, si se es apropiado, se ampliarán cada factor conveniente de análisis.

X-Incertidumbres	L-Alternativas de Política
<ul style="list-style-type: none"> • Precio de combustibles • Legislación energética • Temperatura ambiental (Cambio climático) • Costos de la energía. • Costos de nuevas tecnologías. • Plan de Operación y Ventas (S&OP) • Expansión a nuevos productos. • Política climática de nueva administración de los Estados Unidos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Continuar con búsqueda de oportunidades de mejora en la operación diaria (Status quo) • Reducción en el consumo de energía absoluta adecuada a la razón de producción estacional. • Transición a nuevas tecnologías con enfoque ambiental (alta eficiencia energética y/o utilización de energías alternativas) • Reducción de GEI por cambio de refrigerantes con menor Potencial de Calentamiento (GWP) al 2020.

<ul style="list-style-type: none"> Política hacia plantas de manufactura de la nueva administración de los Estados Unidos. 	
M-Modelo del Sistema	M-Métricos de desempeño
<ul style="list-style-type: none"> Modelo de regresión lineal simple del consumo energía en KWH en función de la producción de unidades manufacturadas, obtenido mediante herramienta estadística del Departamento de Energía de Estados Unidos. 	<ul style="list-style-type: none"> Consumo de energía total absoluta de unidad de negocio (BTU/mes). Consumo de energía eléctrica absoluta por unidad de negocio (KWH/mes) Número de unidades producidas en línea de ensamble por unidad de negocio. (unidades/mes) Emisión de GEI directa e indirecta (alcance 1 y 2) por unidad de negocio. (Tons. CO₂ equivalente/mes)

*Tabla 3. Factores clave de afectan la continuidad de negocio Análisis XLRM
Fuente: Creación propia.*

Los mecanismos de gestión de las acciones de mitigación aún están en su fase de prueba piloto buscando desarrollar “mercados de carbono” el cual en cumplimiento con la Ley General de Cambio Climático y los acuerdos de Paris de 2015 se busca desarrollar en el país un sistema de comercio de emisiones como una herramienta vital para cumplir con los compromisos climáticos adquiridos por México (Piquero, 2017).

- Precio de los combustibles.

Uno de los mayores aspectos en las operaciones de manufactura, son los insumos de operación que hacen de ella un negocio rentable o no. Para ello, los indicadores de productividad se alinean de manera organizacional con el contexto de la región de manera tal que se pueda evaluar su desempeño durante el año de manera mensual o con la periodicidad adecuada acorde a la naturaleza de su operación. En cada región, uno de las variables clave a tomar en cuenta, es el

precio de los combustibles. El precio de estos esta concatenado en particular con dos eslabones estratégicos en la cadena de suministro:

- Transportación y logística.
- Precio de la energía.

Enfocándonos en el segundo aspecto, objeto de este trabajo que más adelante de hablará a detalle de él, el precio de la energía está fuertemente ligado al precio del combustible gas natural, debido a que en la actualidad la mayor parte de la generación de energía eléctrica en la región noreste proviene a plantas de ciclo combinado, las cuales utilizan como principal insumo el gas natural. La variabilidad en este insumo ha marcado particularmente en el norte del país una tendencia al alza durante los últimos 8 años:

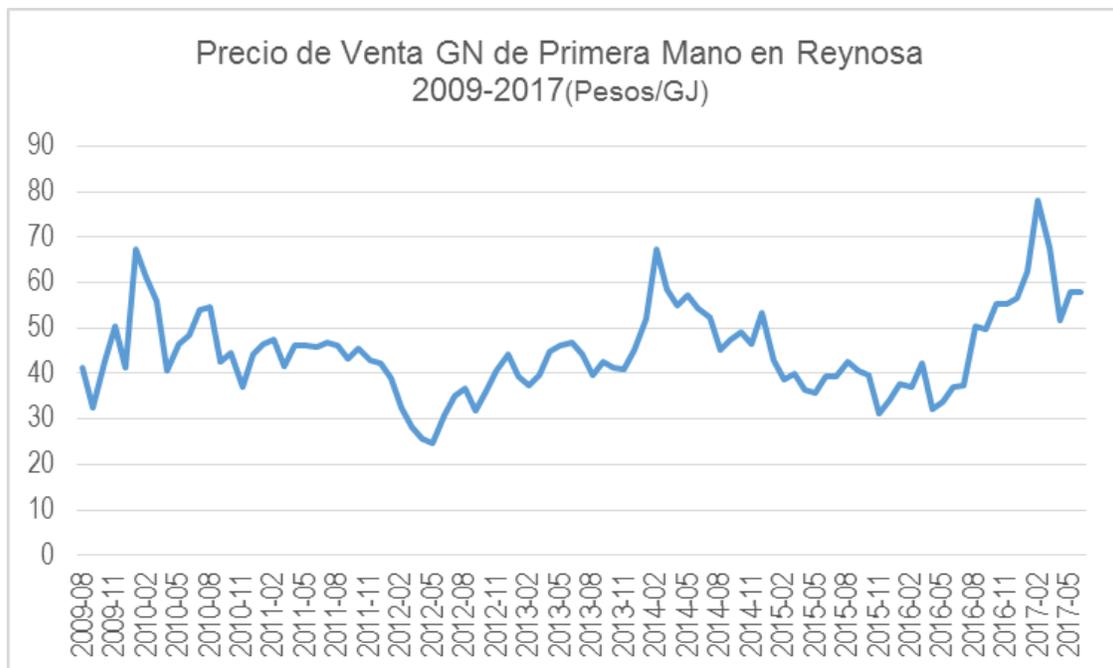


Figura 11. Comportamiento del precio del Gas Natural en el Noreste.
Fuente: Creación propia con información de la CRE

Pese a la tendencia a la alza del precio histórico de este combustible, las políticas favorables hacia el gas natural por sus bondades hacia el medio ambiente en comparación con otros combustibles pesados, habían detonado una transición hacia esta tecnología de producción energética. Como ya se

discutió anteriormente la Orden Ejecutiva llamada Independencia Energética ha agregado un panorama de retroceso e incertidumbre sobre el comportamiento futuro en la demanda de este hidrocarburo. Las proyecciones del precio del gas hacia el 2029 y 2040 mostradas anteriormente en las figuras 9 y 11 del capítulo anterior, no habían considerado la posibilidad de una injerencia gubernamental como la llevada a cabo por el gobierno federal de los Estados Unidos, la cual es influye de manera determinante en el precio del hidrocarburo.

En operaciones de manufactura con un sistema de gestión que primeramente ve el tema ambiental y posteriormente lo enlaza al aspecto energético como lo es en el estándar internacional ISO 1400, las acciones y estrategias de optimización permiten tener ahorros significativos encausados a la reducción de GEI; la utilización de este combustible en particular está fuertemente vinculado al desempeño tanto ambiental como energético, como lo veremos más adelante.

- Legislación energética.

Los cambios en la legislación en materia energética, son una constante preocupación para las organizaciones con operaciones globales. Ya que, pese a contar con lineamientos corporativos que aseguran la gobernanza empresarial en toda su estructura administrativa y operacional, al participar en mercados regionales donde las regulaciones locales afectan o pueden afectar sensiblemente la productividad y el desempeño operativo de la organización en sus instalaciones, la legislación y su dinámica se vuelve un factor clave para la continuidad de negocio.

En particular, las transformaciones tanto de las instancias legales, como del marco regulatorio representan un reto para la organización global en cuanto que tan eficaz y eficiente es en su cumplimiento y monitoreo de sus cambios, actualizaciones y/o modificaciones que sean determinantes para la operación de la empresa. Para ello las organizaciones recurren generalmente a dos estrategias que han dado resultados aceptables durante los últimos 10 años: adopción de

sistemas de gestión del medio ambiente, seguridad, salud y energía, y la otra son los servicios de monitoreo y pronóstico regulatorio a través de terceros.

En la experiencia operacional, los pronósticos en materia regulatoria pueden ser estar basados en estándares de autogestión, escasez de algún recurso natural estratégico ya sea global o regional, megatendencias sociopolíticas en la materia, presiones públicas o sociales sobre aspectos económicos relacionados a algún insumo o proceso y nuevas tecnologías o nuevas investigaciones que requieran de un control por parte de alguna entidad gubernamental. Mucho de este aspecto de incertidumbre se da seguimiento con un adecuado “lobbying” o cabildeo cercano de parte de la organización con las autoridades involucradas en el tema. En las organizaciones de clase mundial, este proceso de comunicación selectiva de temas entre la autoridad y la organización para el desarrollo de negocios en cumplimiento pleno de las regulaciones locales y regionales ha sido llevado a cabo con un estricto apego a códigos de conducta y ética corporativos así como también de entrenamientos de carácter mandatorio a lo largo y ancho de la organización lo cual ha beneficiado a ambas partes produciendo una confianza institucional que permite aminorar un poco la incertidumbre en este tema.

- Temperatura ambiental (Cambio Climático).

Sin duda el Cambio Climático es una de las mayores incertidumbres que cuesta trabajo integrar en la ecuación global de la continuidad de negocio. El clima “no tiene palabra”, y por ello es una de las mayores incertidumbres a las que la organización se enfrenta tanto en el día a día, como en la planeación a mediano y/o largo plazo de sus operaciones.

La afectación del cambio climático tiene diversos componentes que afectan a la operación en sus dos eslabones estratégicos en la cadena de suministro mencionados anteriormente: en la Transportación y logística, así como en el precio de la energía (Consumo energético).

En materia de transportación y logística, los eventos climáticos extremos que han sucedido en la región durante la última década, crearon una nueva incertidumbre que afecta el desempeño productivo de la manufactura. Durante el

periodo comprendido entre los años 2009 al 2017, la operación de manufactura se ha visto afectada en su continuidad debido a lluvias torrenciales, tanto en eventos identificados con anterioridad (Huracanes y ciclones) como en periodos de lluvias atípicas con gran precipitación pluvial (mayores a 75 mm de Agua) trastocando tanto el flujo de materiales e insumos hacia la planta de producción, como también en el traslado del personal operativo y administrativo hacia la instalación, tornándose este ya un riesgo en materia de protección civil al verse seriamente comprometida la integridad, salvaguarda, seguridad e incluso la vida de los empleados ante este tipo de alertas meteorológicas. Estos eventos hídricos además han afectado seriamente la infraestructura de la instalación y por consiguiente durante la contingencia meteorológica esta infraestructura no ofrece resguardo adecuado a los materiales susceptibles a la humedad, dañando buena parte de estos insumos causando pérdidas por miles de dólares al año. Muchas de estas pérdidas no son cubiertas por ningún instrumento financiero de protección patrimonial (seguro) además de en la mayoría de los casos retrabajos que la operación debe absorber.



Figura 12. Distribución espacial de zonas susceptibles a inundaciones.

Fuente: Adecuación del Mapa 6 del Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018 INECC

El panorama futuro en materia de precipitaciones no es favorable en el corto y mediano plazo. Los escenarios proyectados para el 2039 muestran una disminución en la precipitación promedio anual (entre 10 y 20% anual) que aunque en materia meteorológica y de protección civil pudiera representar un aparente alivio en cuanto a las condiciones de riesgo, esto no significa que la posibilidad de eventos puntuales torrenciales (mayores de 75 mm de agua) frente la pobre infraestructura pluvial del área metropolitana de Monterrey disminuya el riesgo de afectación. La apatía urbana y el comportamiento civil en cuanto a la construcción, mantenimiento y cuidado de drenajes y canales de estiaje de la región aumentarán la desatención y estado de alerta ante estos eventos que lamentablemente ya han cobrado vidas y han afectado seriamente la infraestructura de servicios de la región. La cultura de la prevención y anticipación a los eventos debe arraigarse en definitiva en todos los habitantes de la región.

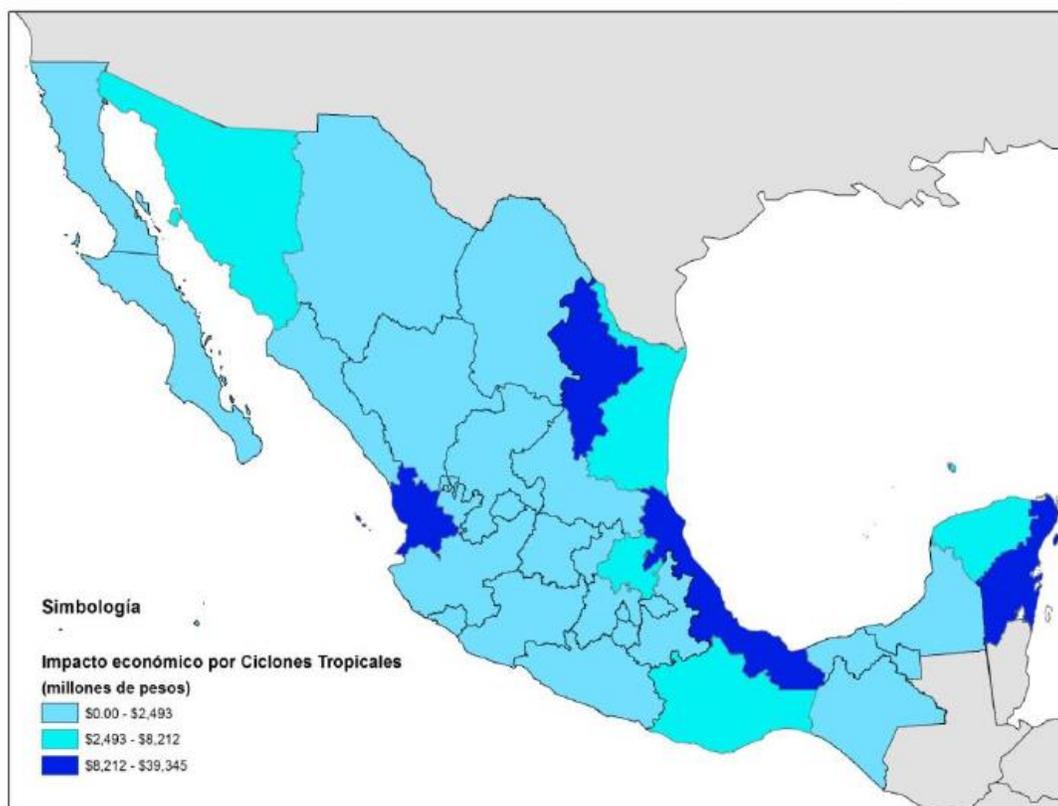


Figura 13. Impacto económico por ciclones Tropicales 2000-2012.

Fuente: Mapa 7 del Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018 INECC-CENAPRED 2014

Pese a ser un estado no costero, la infraestructura en riesgo de ser afectada con pérdidas parciales o totales es muy cuantiosa. Esto también llega a ser determinante en las inversiones futuras de nuevas plantas de manufactura y en proyectos de capital de las industrias ya instaladas en la región; los inversionistas de nuevas empresas y los consejos de administración de las ya existentes ya han reaccionado ante estos escenarios de manera que se han consolidado como operaciones integradas de manufactura. Es decir ahora se toma un enfoque holístico de tráfico y logística de insumos, fabricación, ensamble y distribución de producto terminado como un solo proceso y todo aquello que lo altere es una prioridad de solución como unidad de negocio⁴ de manera tal que ahora las áreas de soporte también participan de manera estratégica en la toma de decisiones mediante el análisis desde su perspectiva. Es aquí donde los sistemas de gestión aportan valiosa información documental y estadística sobre las experiencias de afectaciones por el tema climático.

Una de las áreas de soporte más afectadas por la incertidumbre climática son las áreas relacionadas a Ingeniería de Planta, Mantenimiento e Infraestructura. De ellas depende la disponibilidad y confiabilidad de los equipos principales, secundarios y periféricos alrededor de la producción. El más importante sistema de soporte determinante para la continuidad de operación es el sistema de suministro de energía eléctrica.

Un ejemplo reciente de eventos atípicos se dio el jueves 3 de agosto de 2017 donde un fenómeno meteorológico de lluvia torrencial con fuertes vientos derribo la línea de 115,000 Voltios ubicada sobre la autopista de cuota hacia el aeropuerto internacional mariano Escobedo suspendiendo el servicio eléctrico por más de 6 horas a usuarios de alta y mediana tensión. En el caso particular a las operaciones de manufactura afectaron al grado que se tuvo que desalojar al personal y suspender la producción programada hasta el restablecimiento del servicio. Los trabajos de arranque de la operación una vez ya establecido de nuevo

⁴ Información confidencial de la operación

el servicio eléctrico tardaron cerca de 2 horas teniendo un tiempo muerto neto de 8 horas, prácticamente un turno completo sin energía eléctrica. Esta fue una afectación histórica que puso en duda la confiabilidad y continuidad del suministro eléctrico a la industria regional.



Imagen 1. Torre de 115,000 voltios caía sobre autopista hacia el aeropuerto durante tormenta del 3 de Agosto de 2017 por la tarde.
Fuente: anónimo Twitter



Figura 14. Infraestructura Estratégica de PEMEX y CFE susceptible a inundaciones
Fuente: Adecuación del Mapa 11 del Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018 INECC

Posteriormente los días 26 y 28 de Septiembre del 2017 se presentaron lluvias fuertes ya en una etapa tardía de la temporada de lluvias típica de la región, afectado la accesibilidad a la zona industrial de manufactura disminuyendo la productividad de la misma debido a un 60% de inasistencia del personal operativo y administrativo ese día así como también retrasos en los recibos y embarques por las afectaciones al transporte pesado durante esos días y días posteriores.



Imagen 2. Zonas de precipitación intensa en área noroeste de zona metropolitana de Monterrey, Septiembre 26 de 2017

Fuente: Propia aplicación móvil Acuweather

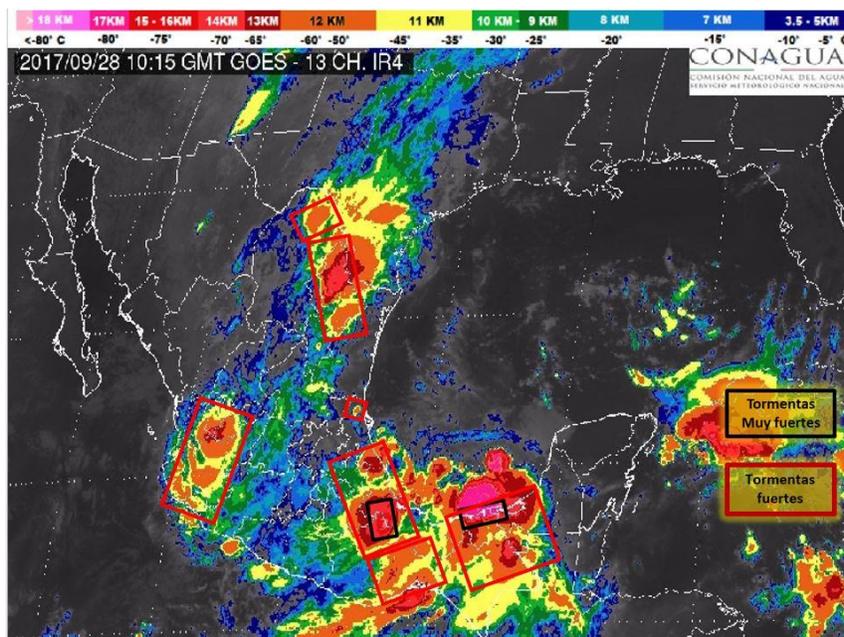


Imagen 3. Zonas de precipitación intensa Satélite GOES septiembre 28 de 2017

Fuente: Cuenta oficial twitter CONAGUA Organismo de Cuenca Rio Bravo



*Imagen 4. Autopista Mty-Laredo inundada por lluvias del 28 de septiembre de 2017 I
Fuente: anónimo Red social Twitter*



*Imagen 5. Autopista Mty-Laredo inundada por lluvias del 28 de septiembre de 2017 II
Fuente: anónimo Red social Twitter*

Estos eventos han trastocado seriamente la continuidad de las operaciones de manufactura que han suscitado verdaderas crisis para el recibo de materiales, programación de embarques y por consiguiente cumplimiento con los clientes en la entrega de productos en tiempo y forma. Esto marca seriamente la preocupación por la incertidumbre que el cambio climático causa en la dinámica industrial de forma puntual en la productividad al fallar la planeación de la producción. Sin duda este aspecto será una de las incertidumbres que más atención requerirá en la evaluación.



*Imagen 6. Accesos al parque Industria STIVA en Apodaca NL 28 de septiembre de 2017- I
Fuente: Cuenta WhatsApp Comité Local de Ayuda Mutua STIVA Aeropuerto (CLAMSA)*



*Imagen 7. Accesos al parque Industria STIVA en Apodaca NL 28 de septiembre de 2017- II
Fuente: Cuenta WhatsApp Comité Local de Ayuda Mutua STIVA Aeropuerto (CLAMSA)*

- **Costos de la Energía.**

Posterior a la reforma energética ya discutida con anterioridad, los costos de la energía han marcado un incertidumbre en los mercados de manera tal que aunque los grandes grupos industriales han decidido por diversificar sus fuentes de suministro tanto por costo como por garantías de servicio ofrecidas por los nuevos actores del mercado energético, una buena parte de ellos permanece en

el escepticismo ya que la oferta de los nuevos actores presenta dudas a los demandantes de energía, que entre la oferta energética presentada y la opacidad en los procedimientos de transmisión y distribución de las cargas contratadas.

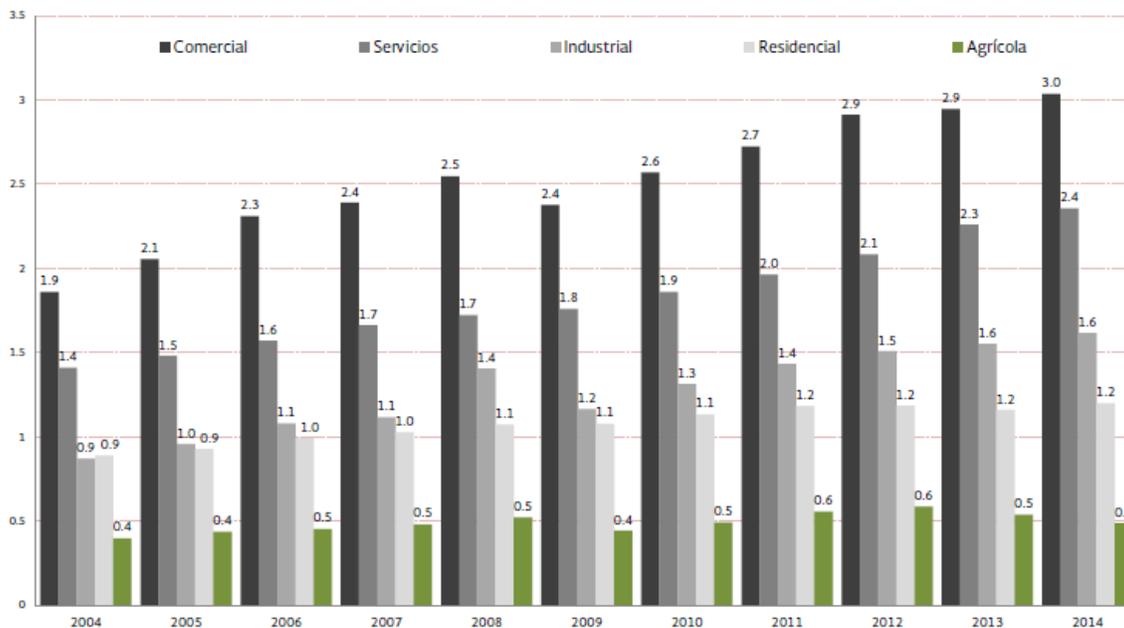


Figura 15. Precio medio de la energía eléctrica por tipo de usuario 2004-2014 (pesos/kilowatt-hora)
Fuente: Prospectiva del Sector Energético 2015-2029-SENER

Los sectores comercial e industrial son quienes presentan los más altos precios medios, ya que no recibieron ningún tipo de subsidio o subvención por parte de la autoridad federal antes de la reforma energética ni mucho menos después de ella, ya es proporcionado por parte de los industriales de forma cruzada a los usuarios residenciales y agrícolas. La clara tendencia a la alza del precio del kilowatt-hora de manera constante año con año no da certidumbre de la estabilidad de este insumo al momento de planificar las operaciones y realizar los ejercicios de los pronósticos de producción en el sector industrial. La expectativa común en el sector es tomar como referencia la inflación proyectada para el año siguiente del ejercicio, pero a este precio ahora hay agregarle nuevos agentes que influirán de manera determinante en él, como las políticas energéticas externas y los precios de los combustibles ya descritos anteriormente.

- Costos de nuevas tecnologías.

En materia energética, los costos asociados a nuevas tecnologías, van muy de la mano con el fomento a la investigación y desarrollo así como de la innovación. Aunque se cuentan a nivel nacional con incentivos para el desarrollo de estas nuevas tecnologías como el Programa de Estímulos a la Innovación (PEI) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), la naturaleza de la operación de manufactura en la cual la propiedad intelectual de la tecnología generalmente es desarrollada en las oficinas corporativas, no es aprovechable y no influye en el caso de organizaciones globales transnacionales estos costos. La complejidad de los procesos de evaluación de los proyectos para la asignación de recursos de este programa de estímulos así como la tramitología para su acceso, registro y control de los mismos, en la actualidad crea confusión y no demuestra confiabilidad en la rentabilidad de los mismos. Para los ojos y criterios de los ejecutivos corporativos responsables de recursos para inversión en proyectos, el recibir recursos de origen público, crea un posible conflicto de interés que evitan en muchas ocasiones y/o están estrictamente vigilados por medio de puntuales códigos de conducta comercial y empresarial. Esto aunado a que la gestión demanda recursos con experiencia y conocimiento en el tema, para una organización que busca la manufactura esbelta en sus operaciones, hace difícil ver como opción de influencia los costos de nuevas tecnologías.

Para la operación de manufactura actual, dentro de los esquemas de sistemas de gestión tanto del medio ambiente como de la energía, contemplan en su estructura funcional estandarizada, la parte de adquisición de productos y servicios considerando el desempeño energético⁵. Esta es una de las bondades del sistema de gestión de la energía que permite a las operaciones contemplar en la toma de decisiones a nivel local o regional, los costos de nuevas tecnologías

⁵ Clausula 4.5.7 Adquisición de servicios de energía, productos, equipos y energía. Estándar ISO 50001

que en este caso en particular, favorezcan un mejor desempeño energético y por consecuencia una reducción en las emisiones de GEI.

- Plan de Operación y Ventas (S&OP)

Como organización de clase mundial, las operaciones de manufactura tienen una estrecha interrelación con sus áreas comerciales para la llevar a cabo la planificación de la producción junto con el suministro de partes y la distribución global de productos y servicios que satisfacen las necesidades del cliente final. Esta interrelación es plasmada en el Plan de Operación y Ventas en el cual bajo una frecuencia de seguimiento y un minucioso monitoreo del mercado, hace posible la programación de la producción evitando desperdicios, tiempos muertos y actividades que no agregan valor al proceso de manufactura. En este plan se contemplan todos los gastos de producción necesarios para dar cumplimiento a los compromisos comerciales pronosticados por las áreas de ventas y mercadotecnia. Este involucra desde los insumos directos fijos de materias primas, mano de obra hasta los servicios básicos de energía y agua, servicios generales de recursos humanos indirectos, contratistas y proveedores. En fin este plan (S&OP) es la hoja de ruta que mes a mes se da seguimiento y que es puntualmente evaluado mes a mes o antes si es posible ya que es influenciado directamente por el comportamiento del mercado comercial del producto manufacturado. La información referente a este aspecto de incertidumbre está reservada para este trabajo de investigación.

- Expansión a nuevos productos

Al igual que la incertidumbre anterior, es información de carácter confidencial, más sin embargo lo que si se hizo público fue el compromiso climático corporativo por incluir en la cartera de productos de manufactura, aquellos que reduzcan significativamente su impacto al medio ambiente.

Durante el mes de septiembre del 2014 Michael W. Lamach, Presidente del Consejo de Administración y Director Ejecutivo de Ingersoll Rand, líder mundial en la creación de entornos confortables, sustentables y eficientes, anunció durante su

participación la Reunión Anual 2014 de la Iniciativa Mundial Clinton⁶ y la Cumbre del Clima de las Naciones Unidas 2014 el compromiso de reducir significativamente el impacto climático de las operaciones de la organización y de la cartera de productos para el año 2020. Este compromiso se enfoca a tres elementos: (Richman, 2014)

- Reducir a la mitad la huella de GEI refrigerantes de los productos para el año 2020 e incorporar alternativas con menor GWP en nuestra cartera para el 2030.
- Invertir \$500 millones en investigación y desarrollo relacionados con productos en los próximos cinco años para financiar la reducción a largo plazo de las emisiones de GEI.
- Reducir la huella de GEI relacionada con las operaciones en un 35 por ciento para el 2020.

Con este compromiso, el cual ha sido permeado a toda la organización y se ha desplegado en todas las regiones donde se tiene operaciones, se ha marcado una clara tendencia hacia anticipar de la misma forma las regulaciones de carácter económico donde se involucran tecnologías que comprometen la calidad ambiental. Sin duda esta incertidumbre está influenciada de manera exógena por las nuevas regulaciones tecnológicas en la materia que surjan durante el periodo comprendido entre 2014 y 2030, pero en general en el sector manufacturero esta expansión a nuevos productos se está relacionando muy fuerte con el análisis de ciclo de vida de los mismos, un aspecto tratado en forma particular que caracteriza a la versión 2015 del estándar Internacional ISO 14001 sobre sistemas de gestión del medio ambiente. Las organizaciones que deseen ser competitivas en los mercados del presente siglo, ya tienen que tomar en cuenta este modelo de desempeño ambiental y representará un reto estratégico en el mediano y largo plazo.

⁶ <https://www.clintonfoundation.org/clinton-global-initiative/commitments/reducing-our-climate-impact-sustainable-future>

- Política Climática de la nueva administración de los Estados Unidos

La estridencia de la administración del presidente Trump hacia las políticas en favor del medio ambiente y su escepticismo respecto al cambio climático, será un factor de incertidumbre que por lo menos estará presente hasta 2020 que cumpla con su periodo presidencial. El pasado 10 de Octubre del presente año, Scott Pruitt, Administrador de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA por sus siglas en inglés) emitió una notificación sobre la reglamentación propuesta para derogar el Plan de Energía Limpia que durante la administración de Gina McCarty, anterior administradora de la Agencia durante el gobierno del expresidente Barack Obama, se había impulsado.⁷ Bajo argumentaciones de que al revisar el plan se encontró que éste “excede la autoridad estatutaria de la agencia” además de hacer señalamientos de múltiples omisiones en evaluaciones de costos, ocultando cifras y procedimientos económicos ya establecidos para este tipo de evaluaciones y que además el documento se opone al Plan de Aire Limpio.

Se puede esperar que como esta iniciativa, habrá muchas más que al revisar minuciosamente, contrasten los criterios de los expertos que ahora en esta administración los están evaluando. Sin embargo la ciencia del clima no miente en sus modelos, ha habido tanto trabajo tanto de agencias gubernamentales como de institutos de investigación privados y miles de horas de análisis y estudios de los académicos como para derogar una por una las acciones en favor del medio ambiente de manera general. Lamentablemente la política climática, (si es que pudiera llamarse política climática ante la negación oficial del gobierno de existencia del fenómeno) estará ocupada durante los próximos años a “desmentir” lo que la administración anterior y otras anteriores hicieron por entender el fenómeno, establecer los mecanismos de funcionamiento del medioambiente y la actividad humana, establecer acciones para su mitigación de manera tal que la posición del gobierno del presidente Trump será una incertidumbre significativa en

⁷ <https://www.epa.gov/newsreleases/la-epa-toma-otro-paso-para-avanzar-la-estrategia-estados-unidos-primero-del-presidente>

la toma de decisiones. Tanto para las estrategias a seguir por las organizaciones en materia ambiental, como en materia energética, las políticas gubernamentales en ambos temas serán decisivas y deben desarrollarse agendas de riesgo que involucren el efecto de estas políticas al incidir en el desempeño ambiental y el desempeño energético, estimando los efectos de ambas con la continuidad de negocio. Hoy por hoy quienes llevan las iniciativas en estos temas serán ahora los industriales, seguidos o no de los grupos de interés de la región porque aunque la estructura gubernamental pudiera representar cierto freno de algunos grupos conservadores frente a estas derogaciones masivas de la regulación establecida por la administración anterior, no garantizan que disminuya o cambien la tendencia a reducir las cargas reglamentarias identificadas por esta administración como “innecesarias” asociadas con el desarrollo de estos recursos y que solo detienen el desarrollo económico del país.

La vulnerabilidad operativa por este aspecto es sumamente significativa, ya que proyectos de inversión en tecnologías verdes, o con mejor desempeño energético que se hubiesen iniciado ya desde por lo menos hace dos años, pueden verse afectadas en la asignación de recursos o en su ejecución al afectar las tasas de retorno de inversión y/o la factibilidad del proyecto en sí.

- Política hacia plantas de manufactura de la nueva administración de los Estados Unidos.

La mayor incertidumbre al respecto está dirigido hacia las fuentes de suministro de energía de las mencionadas plantas. Si la política hacia la economía Norteamericana es de proteger el mercado interno, entonces se deberá considerar como un factor de incertidumbre medio hacia las operaciones, ya que aunque no vulnera la continuidad de negocio, si afecta la factibilidad del mismo en mediano y largo plazo. Aunque durante la segunda ronda de negociaciones para renovar el Tratado de Libre Comercio para América del Norte (TLCAN) llevada a cabo en el

mes de Septiembre del 2017 se reflejaban avances en el tema energético⁸ para la cuarta ronda de las negociaciones durante el mes de octubre se volvieron más álgidas en lo que respecta a los puntos coyunturales para actualizar el tratado comercial entre los tres países: las reglas de origen, el capítulo laboral y la resolución de controversias⁹. En las reglas de origen están contemplados el sector automotriz y con él toda la cadena de suministro del sector que hacen de la manufactura un punto de inflexión en las negociaciones ya que muchas de ellas tienen operaciones en México bajo el concepto de maquiladora y en muchos de los casos su crecimiento depende de las ampliaciones y desarrollos de sus plantas hermanas en los Estados Unidos, con ello la cancelación o postergación de proyectos tanto de nuevos productos, nuevas líneas de ensamble, ampliaciones y desarrollos han mermado el ritmo de crecimiento hacia las mismas empresas; este hecho crea una incertidumbre en el aspecto laboral que afecta de forma significativa la productividad del personal al percibir una amenaza hacia su fuente de empleo. Pese a que en muchos de los casos, empresas transnacionales que en sus plantas en los Estados Unidos cuentan con una fuerza laboral que generacionalmente tienen en puerta su retiro en el corto y mediano plazo y cuentan con programas de movilidad interna para promover el desarrollo interno de su personal, ahora ante la incertidumbre en materia laboral del TLCAN aunado a la política de la administración del presidente Trump con su orden ejecutiva del 8 de abril del 2017 donde busca cambiar la regulación de las visas H-1B, permiso de trabajo temporal que usan con frecuencia las empresas del sector tecnológico y manufacturero para contratar profesionales extranjeros¹⁰, marcará definitivamente las decisiones de inversión y crecimiento del sector tanto en Estados Unidos como en México.

⁸ <https://lta.reuters.com/article/domesticNews/idLTAKCN1BG0BL-OUSLD>

⁹ <https://lta.reuters.com/article/domesticNews/idLTAKCN1BG0BL-OUSLD>

¹⁰ <https://www.whitehouse.gov/the-press-office/2017/04/18/presidential-executive-order-buy-american-and-hire-american>

Esta incertidumbre es significativa desde el punto de vista energético ya que en los sistemas de gestión de la energía se habla de la competencia que debe tener el personal de la organización que interactúa o que su función está relacionada con los usos significativos de la energía.¹¹ Sin duda el personal con habilidades, conocimientos, experiencia y competencia en desempeño energético será clave en estas industrias para lograr el cumplimiento de los objetivos energéticos que se hayan puesto como meta.

Opciones de Política

- Continuar con búsqueda de oportunidades de mejora en la operación diaria (Status quo).

Hoy por hoy las operaciones de manufactura han adoptado la estrategia de implementar prácticas de clase mundial en manufactura, desarrolladas por empresas japonesas basadas en el Sistema de Producción Toyota (TPS por sus siglas en inglés) con el fin de mejorar la calidad de sus productos, disminuir costos, reducir el tiempo de ciclo de los procesos buscando la eliminación del desperdicio. Este desperdicio incluye desde tiempos muertos hasta utilización innecesaria de energía bajo la metodología kaizen (T.Narusawa, 2008), es una manera dinámica y disciplinada de reducción del consumo de la energía en los procesos de manufactura que sigue el principio Monozukuri de “hacer las cosas bien” filosofía emblemática de la cultura japonesa, la cual es un paradigma oriental que ha revolucionado la industria occidental, aunque solo en el enfoque de calidad. Al aplicar este Monozukuri con un enfoque a conservación de energía, se hacen hallazgos importantes en equipos periféricos que muchas de las veces no agregan valor al proceso en esos momento pero que forman parte de la línea de producción; las mejoras que puedan hallarse en el día a día pueden lograr concreta ahorros significativos en energía desperdiciada en los procesos que a veces se encuentran ocultos, pero que mediante los recorridos en piso a lo largo del proceso, conocidos

¹¹ Estándar ISO 50001 Clausula 4.5.2 “Competencia, formación y toma de conciencia”

como Gembawalk¹² permiten encontrar luces innecesariamente encendidas, fugas ocultas de tanto en sistemas de aire comprimido como de agua de proceso y servicios generales. Sin duda como opción, la mejora continua es un modo de trabajo que presenta resultados medibles, alcanzables y objetivos frente a múltiples incertidumbres, es aquí donde los sistemas de gestión cobran importancia para el robustecimiento de la toma de decisiones.

- Reducción en el consumo de energía absoluta adecuada a la razón de producción estacional.

El proceso de producción en muchas ocasiones no tiene los elementos necesarios que lo vinculen con los servicios periféricos que le dan soporte. El flujo de información propiamente va direccionado desde el proceso de producción hacia los sistemas periféricos con la cual estos dan soporte necesario en tiempo y forma para dar continuidad a la operación de manufactura, muchos de los insumos a su vez son parte de un sistema de suministro que también puede ser afectado por variables ajenas a su dinámica interna.

Este flujo unidireccional muchas veces complica la toma de decisiones ya que aunque la prioridad de toda unidad de negocio es el ensamble de componentes, los costos globales de esta operación pueden encarecer el costo final del producto al no tener en cuenta la disponibilidad, factibilidad y oferta del insumo, aunque sea exclusivo para un proceso en particular. Tomando un enfoque holístico, cuando se conocen los periodos de incremento de producción por incremento de requerimientos del cliente, conocido comúnmente como rampeo¹³, las áreas de soporte pueden realizar sus estrategias de planeación tanto tácticas como operativas para amortiguar estos incrementos y no tener contratiempos en sus servicios respectivos que afecten la continuidad del negocio. Estos servicios van desde el recurso humano, seguridad, materiales hasta el suministro de agua y energía. Aquí nuevamente cobran relevancia los sistemas de gestión que se

¹² Del Japonés “Camino de aprendizaje”

¹³ Cuando los planes de producción semanal tienen un incremento gradual durante el mismo mes.

implementen en cada una de estas áreas, ya que el proceso de mejora continua que persiguen estos sistemas permite la planeación frente a imprevistos y planificar en el corto plazo acciones preventivas para evitar desviaciones del sistema.

Los procesos de planeación a mediano y largo plazo vinculados a la operación de manufactura, son realizados iniciando un mapa estratégico el cual permite contemplar los enfoques de crecimiento, desarrollo y productividad para finalmente desarrollar un sistema de medición del desempeño de las variables clave en un cuadro de mando o conocido como "Balance Scorecard" (Kaplan & Norton, 2004) con ellos se puede tener el pulso de las operaciones con la frecuencia necesaria para realizar las acciones apropiadas que corrijan las tendencias en caso estar desviados de una meta establecida.

	Metrics Site	Unidad	Index value		Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	YTD	
LAGGING	Lost Time Incident	Index	1/-5	Real	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				Goal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Recordable Incident	Index	1/-3	Real	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				Goal	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
	First Aid Incident	Index	1/-1	Real	3.1	1.49	5.4	5.14	4.78	5.17	2.72	3.35	1.44	3.82	
				Goal	3.94	3.94	3.94	3.94	3.94	3.94	3.94	3.94	3.94	3.94	3.94
LEADING	Near Miss Cases	Index	1/0	Real	29.4	32.7	30.28	29.60	23.9	27.9	44.89	24.54	36.01	30.87	
				Goal	27.48	27.48	27.48	27.48	27.48	27.48	27.48	27.48	27.48	27.48	27.48
	Safety Observations (BBS)	EA	1/0	Real	305	332	346	300	333	335	334	308	337	2930	
				Goal	283	287	290	300	308	325	305	305	290	2693	
	Unsafe Conditions Eliminated	EA	1/0	Real	5	18	11	16	20	23	22	11	33	159	
				Goal	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	45
	EHS Weekly Audits (Layered)	%	1/0	Real	93%	94%	94%	96%	95%	95%	95%	95%	95%	96%	95%
				Goal	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
	Ergonomic Improvements	EA	0.5/0	Real	4	4	10	5	6	5	5	5	10	54	
				Goal	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	45
	EHS Daily Inspections	%	0.5/0	Real	97%	96%	98%	96%	97%	97%	96%	98%	99%	97%	
				Goal	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	
ENVIRONMENTAL	Hazardous Waste Generated	%	0.5/0	Real	-27.0%	-39.9%	26.0%	-38.0%	-17.2%	17.9%	-2.0%	-40.7%	-6.34%	-12.7%	
				Goal	-5%	-5%	-5%	-5%	-5%	-5%	-5%	-5%	-5%	5%	
	Water Consume	%	0.5/0	Real	1.9%	-38%	-14%	-36%	-36.4%	-6.50%	3.6%	-32.80%	-21.30	-21.4%	
				Goal	-5%	-5%	-5%	-5%	-5%	-5%	-5%	-5%	-5%	5%	
	Energy	%	1/0	Real	-5.00%	-21.00%	-14%	-16.0%	-11.0%	-7.90%	8.70%	-15.90%	-6.22%	-12.24%	
				Goal	-5%	-5%	-5%	-5%	-5%	-5%	-5%	-5%	-5%	5%	
PREMIER EHS INDEX					8	8.5	6.5	8	7	7.5	9	9	10	10	

Figura 16. Balance Scorecard para área de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente

Fuente: Dr. Gerónimo Rodríguez Gerencia de EHS propiedad de Ingersoll Rand Manufactura Planta Monterrey ©

Para sistemas de gestión de la energía, se puede realizar también un balance scorecard en función de la producción proyectada y estimar la intensidad de energía a consumir acorde a la producción estacional proyectada.

- Transición a nuevas tecnologías con enfoque ambiental (alta eficiencia energética y/o utilización de energías alternativas)

La transición hacia nuevas tecnologías con enfoque ambiental ha sido impulsada desde los años 90's en las operaciones de manufactura como una opción alternativa para el cuidado del medioambiente. Esta transición ha tenido su mayor avance debido más a la normatividad en la fabricación de equipos eléctricos como motores, enseres domésticos y equipo eléctrico en general, que por convicción ecológica y de eficiencia energética.

Esta transición ahora está en manos de la decisión del comprador directo o individual, ya que aún no existe ninguna restricción normativa en contra de los equipos de baja eficiencia o ambientalmente dañinos al medio ambiente. Ambas opciones están en el mercado y es decisión de cada individuo u organización adquirir productos y servicios ecológicos y de alta eficiencia energética, depende ahora del grado de conocimiento de tanto en materia ambiental como de energía el saber que productos y servicios favorecen ambos temas para poder completar este proceso de transición. De acuerdo al portal de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) se cuentan con 31 normas oficiales mexicanas que regulan la eficiencia energética de equipos y electrodomésticos en el país, En las organizaciones que implementan sistemas de gestión de la energía, cuentan con un procedimiento de identificación de requerimientos legales y otros¹⁴ así como también un proceso de verificación del cumplimiento de estos de manera actualizada¹⁵ con ello se asegura que este proceso de transición se cumpla, pero esta acotado solo a las organizaciones que cuentan con un sistema de gestión de la energía.

Listado de normas oficiales mexicanas vigentes en materia de eficiencia energética.

<p>1. NOM-001-ENER-2014 Eficiencia energética de bombas verticales tipo turbina con motor externo eléctrico vertical. Límites y método de prueba.</p> <p>2. NOM-002-SEDE/ENER-2014 Requisitos de seguridad y eficiencia energética para transformadores de distribución.</p>
--

¹⁴ Estándar ISO 50001 Clausula 4.4.2 "Requisitos legales y otros requisitos"

¹⁵ Estándar ISO 50001 Clausula 4.6.2 Evaluación del cumplimiento de los requisitos legales y de otros requisitos

3. NOM-003-ENER-2011

Eficiencia térmica de calentadores de agua para uso doméstico y comercial. Límites, método de prueba y etiquetado.

4. NOM-004-ENER-2014

Eficiencia energética para el conjunto motor-bomba, para bombeo de agua limpia de uso doméstico, en potencias de 0,180 kW ($\frac{1}{4}$ HP) hasta 0,750 kW (1 HP).- Límites, métodos de prueba y etiquetado.

5. NOM-005-ENER-2016

Eficiencia energética de lavadoras de ropa electrodomésticas. Límites, método de prueba y etiquetado.

6. NOM-005-ENER-2012

Eficiencia energética de lavadoras de ropa electrodomésticas. Límites, método de prueba y etiquetado.

7. NOM-006-ENER-2015

Eficiencia energética electromecánica en sistemas de bombeo para pozo profundo en operación.- Límites y método de prueba.

8. NOM-007-ENER-2014

Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.

9. NOM-008-ENER-2001

Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales.

10. NOM-009-ENER-2014

Eficiencia energética en sistemas de aislamientos térmicos industriales.

11. NOM-010-ENER-2004

Eficiencia energética del conjunto motor bomba sumergible tipo pozo profundo. Límites y método de prueba.

12. NOM-011-ENER-2006

Eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo central, paquete o dividido. Límites, métodos de prueba y etiquetado.

13. NOM-013-ENER-2013

Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en vialidades.

14. NOM-014-ENER-2004

Eficiencia energética de motores de corriente alterna, monofásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, enfriados con aire, en potencia nominal de 0,180 a 1,500 kW. Límites, método de prueba y marcado.

15. NOM-015-ENER-2012

Eficiencia energética de refrigeradores y congeladores electrodomésticos. Límites, métodos de prueba y etiquetado.

16. NOM-016-ENER-2016

Eficiencia energética de motores de corriente alterna, trifásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, en potencia nominal de 0,746 kW a 373 kW. Límites, métodos de prueba y marcado.

17. NOM-017-ENER/SCFI-2012

Eficiencia energética y requisitos de seguridad de lámparas fluorescentes compactas autobalastadas. Límites y métodos de prueba.

18. NOM-018-ENER-2011

Aislantes térmicos para edificaciones. Características, límites y métodos de prueba.

19.NOM-019-ENER-2009

Eficiencia térmica y eléctrica de máquinas tortilladoras mecanizadas. Límites, método de prueba y marcado.

20.NOM-020-ENER-2011

Eficiencia energética en edificaciones, Envolvente de edificios para uso habitacional.

21.NOM-021-ENER/SCFI-2017

Eficiencia energética y requisitos de seguridad al usuario en acondicionadores de aire tipo cuarto. Límites, métodos de prueba y etiquetado.

22.NOM-021-ENER/SCFI-2008

Eficiencia energética, requisitos de seguridad al usuario en acondicionadores de aire tipo cuarto. Límites, métodos de prueba y etiquetado.

23.NOM-022-ENER/SCFI-2014

Eficiencia energética y requisitos de seguridad al usuario para aparatos de refrigeración comercial autocontenidos. Límites, métodos de prueba y etiquetado.

24.NOM-023-ENER-2010

Eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo dividido, descarga libre y sin conductos de aire. Límites, método de prueba y etiquetado.

25.NOM-024-ENER-2012

Características térmicas y ópticas del vidrio y sistemas vidriados para edificaciones. Etiquetado y métodos de prueba.

26.NOM-025-ENER-2013

Eficiencia térmica de aparatos domésticos para cocción de alimentos que usan gas L.P. o gas natural. Límites, métodos de prueba y etiquetado.

27.NOM-026-ENER-2015

Eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo dividido (Inverter) con flujo de refrigerante variable, descarga libre y sin ductos de aire. Límites, métodos de prueba y etiquetado.

28.NOM-028-ENER-2010

Eficiencia energética de lámparas para uso general. Límites y métodos de prueba.

29.NOM-030-ENER-2016

Eficacia luminosa de lámparas de diodos emisores de luz (led) integradas para iluminación general. Límites y métodos de prueba.

30.NOM-031-ENER-2012

Eficiencia energética para luminarios con diodos emisores de luz (leds) destinados a vialidades y áreas exteriores públicas. Especificaciones y métodos de prueba.

31.NOM-032-ENER-2013

Límites máximos de potencia eléctrica para equipos y aparatos que demandan energía en espera. Métodos de prueba y etiquetado.

Fuente: creación propia con información de la página web de la CONUEE

- Reducción de GEI por cambio de refrigerantes con menor Potencial de Calentamiento (GWP) al 2020.

Esta alternativa de política se convierte en una prioridad de acuerdo al Plan de Aire Limpio de la Agencia de Protección al Ambiente de los Estados Unidos (Environmental Protection Agency, 2017) bajo la sección 608 en la que a partir del 1° de Enero del 2018 prohíbe prohíben que las personas viertan intencionalmente sustancias que agotan la capa de ozono o sus sustitutos mientras mantienen, reparan, reparan o eliminan equipos de aire acondicionado o refrigeración. En general la gran mayoría de los gases refrigerantes usados en estos equipos tienen un alto GWP por lo que en materia comercial, la transición de equipos para cumplir con esta regulación del gobierno de Estados Unidos obliga al cambio de por los permitidos en la regulación 40 CFR Part 82 publicada el 21 de Julio del 2017.

De todas formas tanto las empresas fabricantes de equipos de aire acondicionado como los fabricantes de refrigerantes fluoroclorados han hecho esfuerzos conjuntos para el desarrollo de alternativas de sustitución gradual de componentes permitidos que fueron declarados desde el Protocolo de Montreal (K. Madhava Sarma, 1985). El cumplimiento de esta reducción se reforzó con el Protocolo de Kioto (Naciones Unidas, 1997) la reducción de GEI de los cuales los de más alto potencial de calentamiento son los gases refrigerantes hidrofluoroclorados.

Esta alternativa presenta un reto particular por ambas partes relacionadas: en los que respecta a la formulación de nuevos refrigerantes sustitutos que participan en los procesos termodinámicos de transferencia de calor en equipos de refrigeración, como también en el rediseño de los equipos y sus componentes periféricos (compresores, evaporadores, aceites, etc.) para dar continuidad a un eslabón estratégico en el desarrollo de infraestructura a nivel global. Mientras continúe el posible ascenso de temperatura global, continuará la necesidad de sistemas de refrigeración que contrarresten este efecto en las edificaciones en todo el mundo.

Métricos de Desempeño

- Consumo de energía total absoluta de unidad de negocio (BTU/mes).

De acuerdo al mapa estratégico y el balance scorecard diseñado para el seguimiento y monitoreo de las metas de reducción del consumo energético, una de los métricos de desempeño clave es el consumo de energía total absoluta de unidad de negocio (BTU/mes).

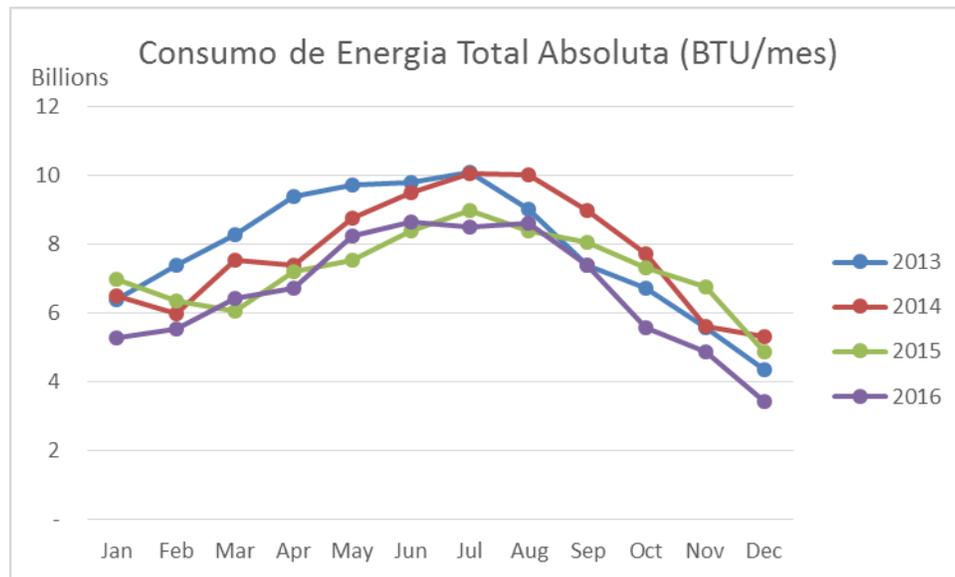


Figura 17. Grafica de Métrico de desempeño energético I
 Fuente: Elaboración propia con información de Energy Tracker Gerencia de EHS
 Propiedad de Ingersoll Rand Manufactura Planta Monterrey©

Esta variable será el principal indicador de desempeño energético de las metas propuestas de reducción acorde al compromiso climático de la organización.

- Consumo de energía eléctrica absoluta por unidad de negocio (KWH/mes)

Esta variable ya es una medición de segundo nivel que soporta la gráfica anterior, solo que esta es respecto solo a la energía eléctrica consumida por la unidad de negocio.

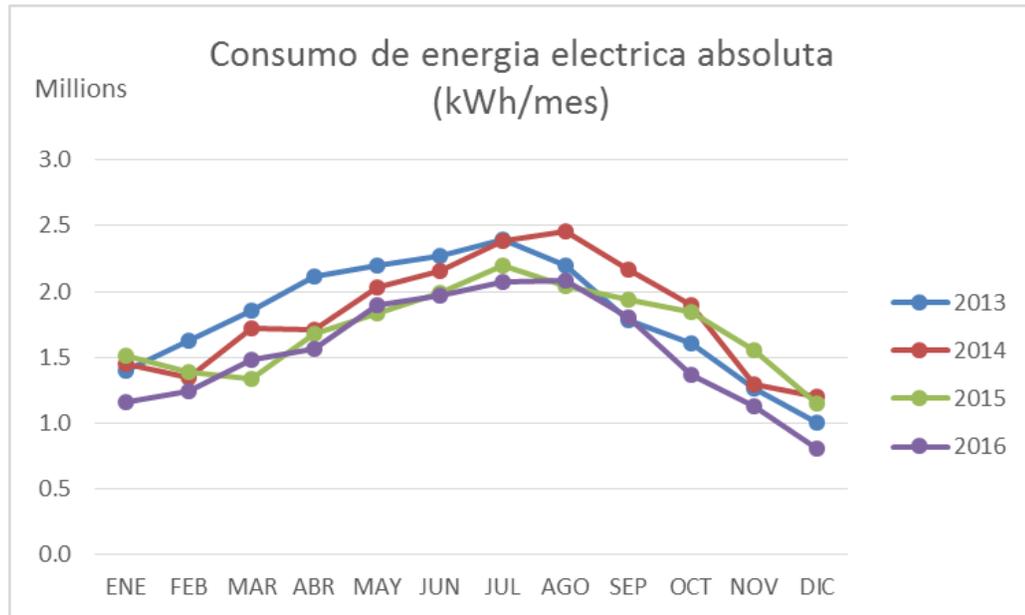


Figura 18. Grafica de Métrico de desempeño energético II
 Fuente: *Elaboración propia con información de Energy Tracker Gerencia de EHS*
 Propiedad de *Ingersoll Rand Manufactura Planta Monterrey ©*

Esta variable en particular es la que mostrará las afectaciones de manera particular por los efectos del cambio climático en la intensidad energética en los consumos de equipos de aire acondicionado y enfriamiento de proceso que se tienen en las instalación de acuerdo a la región donde se encuentra y las proyecciones de temperatura que se tienen estimadas en documentos ya referenciados anteriormente.

- Número de unidades producidas en línea de ensamble por unidad de negocio. (unidades/mes)

Esta variable tiene un grado de incertidumbre ya que contabiliza el total de las unidades producidas en la unidad de negocio, no se toma en cuenta la diversidad de productos que se ensamblan y que tienen diferentes procesos de ensamble en diversas líneas de producto y negocio. Por motivos de confidencialidad y para este trabajo se tomaron los números globales de unidades producidas por todo el site, incluyendo componentes y unidades de mayor complejidad.

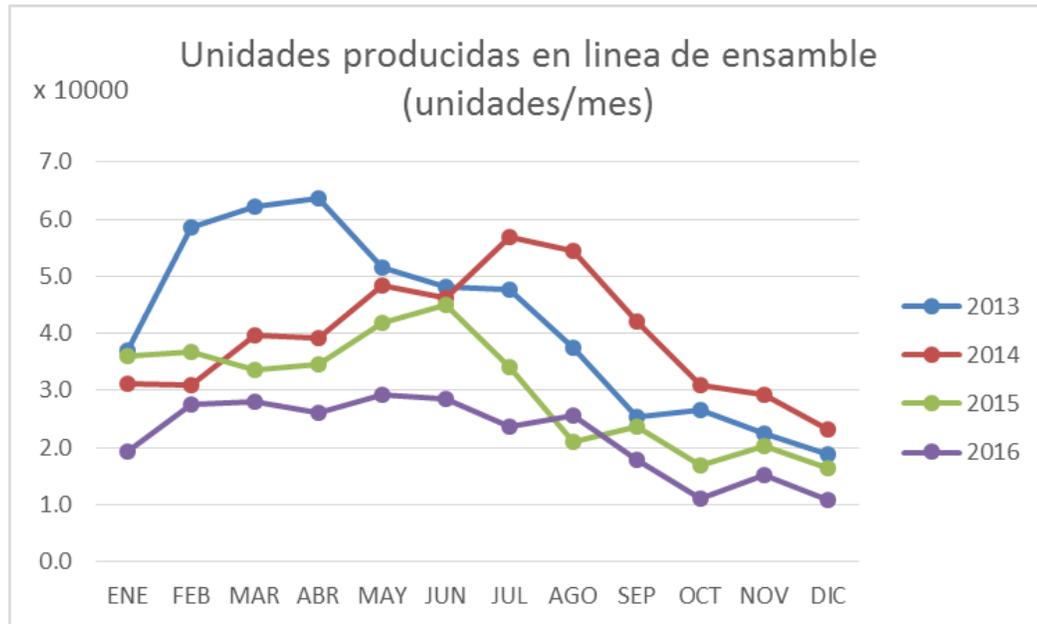


Figura 19. Grafica de Métrico de producción de unidades
 Fuente: Elaboración propia con información de Energy Tracker Gerencia de EHS
 Propiedad de Ingersoll Rand Manufactura Planta Monterrey ©

Cabe destacar que el comportamiento de este grafico es función de la demanda del cliente y el mercado, la cual es información reservada de carácter confidencial para este trabajo por lo cual no se cuenta con mayor información para explicar algunos meses “atípicos” de incremento de producción y caída de producción de unidades en el mismo periodo en diferentes años.

- Emisión de GEI directa e indirecta (alcance 1 y 2) por unidad de negocio.
 (Tons. CO₂ equivalente/mes)

En este indicador de desempeño se observan dos comportamientos interesantes: para el caso de las emisiones de alcance 1, es decir, las emisiones de gas efecto invernadero por combustión de combustible en el sitio, gas natural en este caso, se observa un comportamiento muy difuso con respecto al periodo anual de operación. El segundo uso significativo en la instalación es el consumo de gas natural en proceso, ya que forma parte importante en la calidad del producto ensamblado ya terminado, aunque su aplicación es muy puntual a una sola unidad de negocio sin estar involucrado en otras líneas de producción.

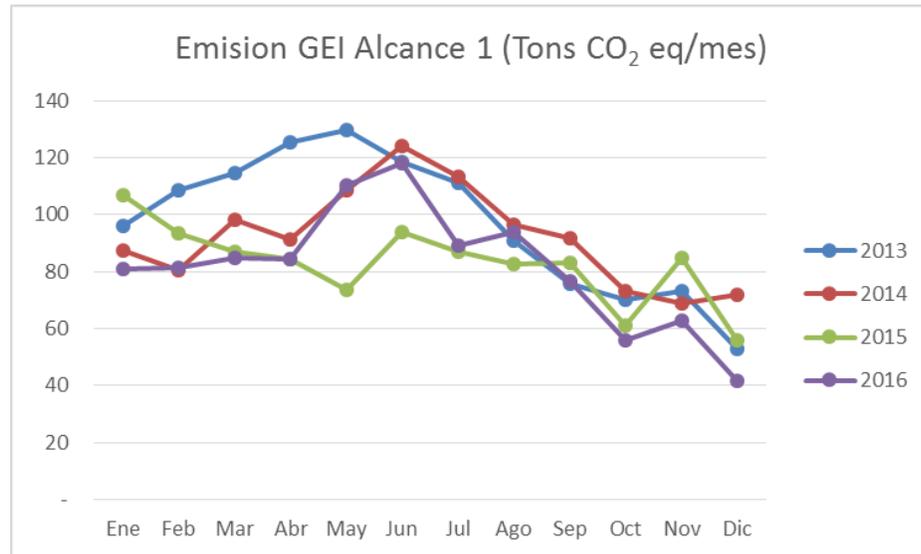


Figura 20. Grafica de Emisiones GEI Alcance 1

Fuente: Elaboración propia con información de Energy Tracker Gerencia de EHS Propiedad de Ingersoll Rand Manufactura Planta Monterrey© utilizando factores de Plataforma de Gestión de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero del Consejo Coordinador Empresarial

Mientras que para el caso de las emisiones de alcance 2, debidas al consumo de energía eléctrica de la red de distribución del proveedor local, que en este caso es Comisión Federal de Electricidad, muestra un comportamiento mayormente normalizado año con año contrario al consumo de gas natural.

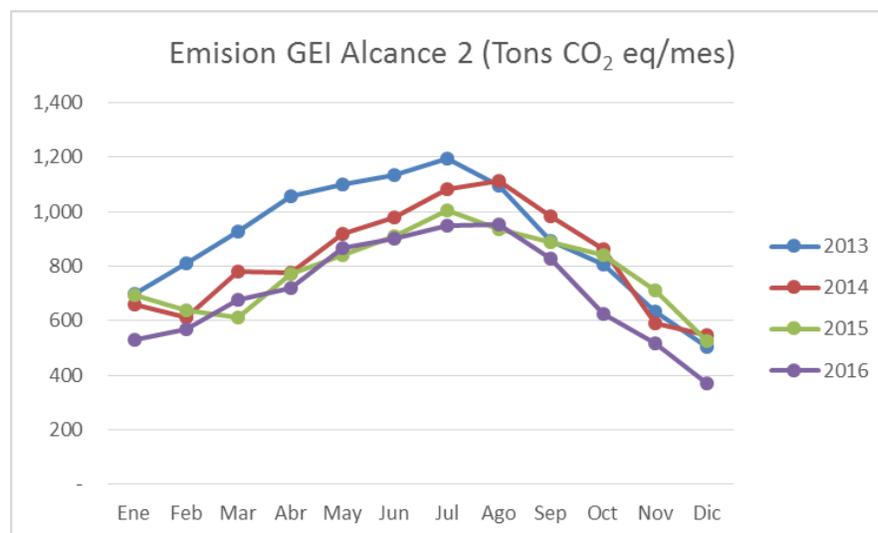


Figura 21. Grafica de Emisiones GEI Alcance 2

Fuente: Elaboración propia con información de Energy Tracker Gerencia de EHS Propiedad de Ingersoll Rand Manufactura © utilizando factores de Plataforma de Gestión de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero del Consejo Coordinador Empresarial

Modelo del Sistema

- Modelo de regresión lineal simple del consumo energía en KWH en función de la producción de unidades manufacturadas

La organización ha implantado un sistema de gestión de la Seguridad, la Higiene y el Medioambiente desde hace 7 años acorde a los estándares internacionales ISO 14001 y OHSAS 18001. Esta plataforma ha permitido identificar de manera sistémica tanto los peligros y riesgos como los aspectos e impactos ambientales más significativos de la operación. Con este sistema integrado de gestión se logrado cumplir las metas ambientales durante los últimos años de manera puntual en materia de energía, consumo de agua, residuos peligrosos y residuos no peligrosos. Por su naturaleza, los sistemas de gestión buscando la mejora continua como parte del circulo de Deming, el aspecto ambiental de la energía cobró durante los últimos 4 años una importancia particular tanto hacia el interior de la organización, como en el contexto mundial por su relación con las emisiones GEI y su relación con el calentamiento global y el cambio climático.

Debido a esto y al compromiso climático formalizado en septiembre del 2014, durante el año 2015 como parte de la estrategia particular del negocio, se conforma un comité interno de la energía que tiene por objetivo monitorear el desempeño energético del sitio para lograr cumplir con las metas de reducción en el consumo de energía absoluto que se tiene para el año 2020. Dentro de la organización, es el primer equipo de profesionales que se integra con este fin en particular.

A principios del año 2016, como parte de la estrategia de América del Norte para abatir el cambio climático, la Comisión de Cooperación Ambiental para México, Estados Unidos y Canadá como parte de su plan operativo (Secretariado de la Comisión para la Cooperación Ambiental, 2015) convocan a las industrias con operación en la región a participar en el Programa Piloto para la Gestión de la

Energía de América de Norte¹⁶. El programa facultó a empresas establecidas en Norteamérica con los recursos necesarios para reducir su consumo energético y contribuir a la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), así como para elaborar estrategias encaminadas a adoptar en sus instalaciones la norma ISO 50001 y la certificación del programa Desempeño Energético Superior (Superior Energy Performance®, SEP) (Hernandez, 2017). Durante este periodo, el comité interno de energía desarrolló un modelo de regresión simple del desempeño energético el cual estadísticamente mostró la mejora entre los años 2012-2016 como producto de la implementación de un sistema de gestión de la energía.

Con la herramienta proporcionada durante el programa se documentaron los datos de consumo de energía en particular por cada unidad estratégica de negocio. Gráficamente se puede observar una mejora en el desempeño energético así como la acumulación de esa mejora.

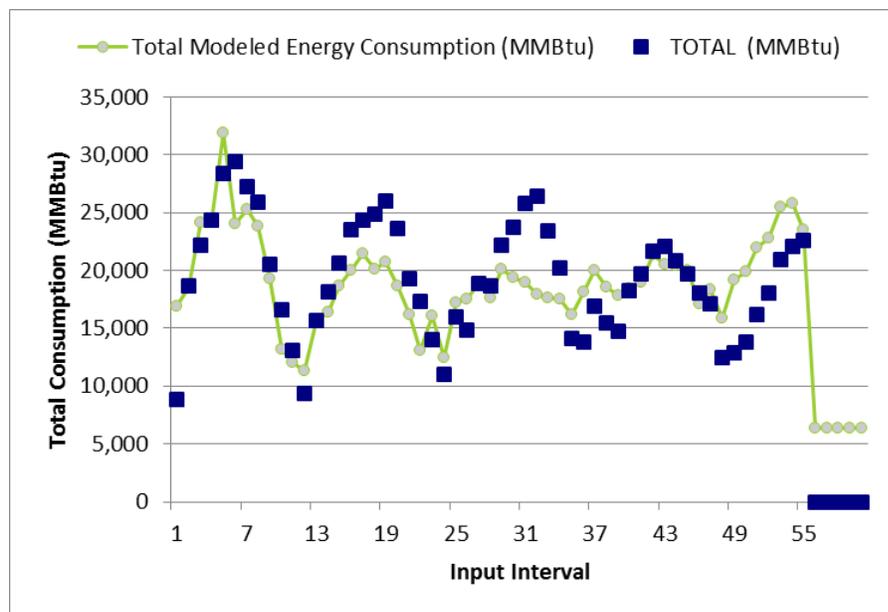


Figura 22. Grafica del modelo estadístico de datos de consumo contra el total del consumo
Fuente: Comité Interno de Energía de Ingersoll Rand Manufactura Planta Monterrey ©
Desarrolladores: Rigoberto Mena, Estefania Espinoza y David Torres con herramienta propiedad de Georgia Tech©

¹⁶ <http://www.cec.org/es/m%C3%A1s-informaci%C3%B3n/programa-piloto-de-gesti%C3%B3n-de-energ%C3%ADa-de-am%C3%A9rica-del-norte>

Para la metodología de gestión de la energía del departamento de Energía de los Estados Unidos (DoE) es de carácter mandatorio evidencia estadística de la mejora, lo cual fortalece y robustece los resultados de una apropiada, correcta y planificada gestión de la energía.



Figura 23. Grafica de la mejora acumulada en el indicador de desempeño energético superior (SEnPI) entre 2012-2016

Fuente: Comité Interno de Energía de Ingersoll Rand Manufactura Planta Monterrey©
Desarrolladores: Rigoberto Mena, Estefanía Espinoza y David Torres con herramienta propiedad de Georgia Tech©

La mejora acumulada que el modelo estadístico de regresión demuestra en el periodo es del 18.3% entre los años 2012 y 2016. Este resultado de la evaluación de los consumo durante el periodo mencionado apoya la hipótesis que un sistema de gestión de la energía produce resultados reales, mejorando el desempeño energético de la organización. Cabe mencionar que aun así el escepticismo influye en la toma de la decisión al momento de impulsar estas iniciativas de ir más allá de buenas prácticas y pasar a implementar un sistema completo de gestión.

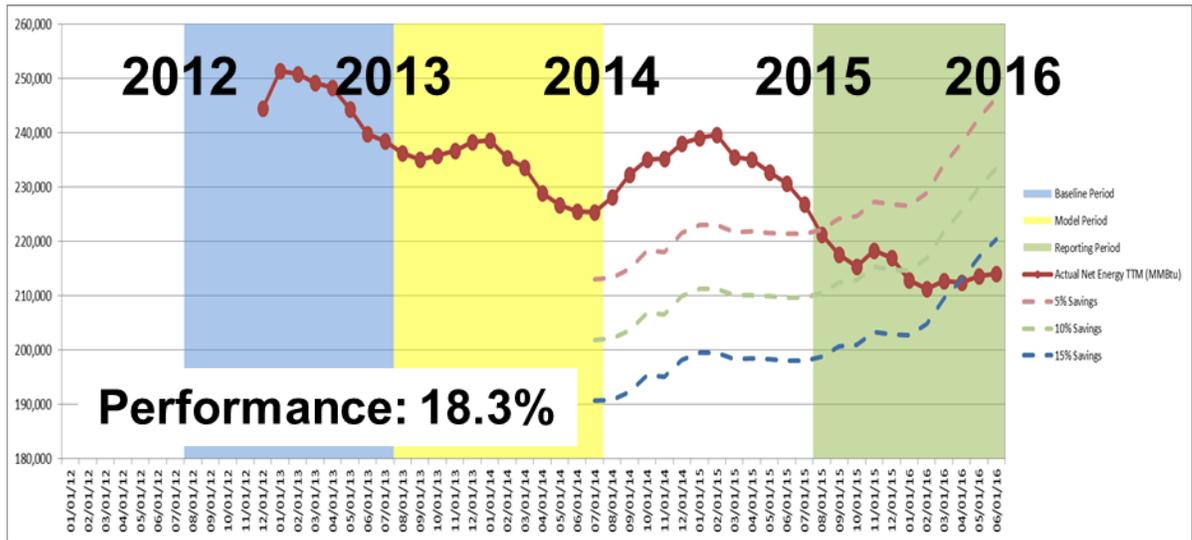


Figura 24. Grafica de comportamiento de consumo energético vs el modelo estadístico de datos de consumo
 Fuente: Comité Interno de Energía de Ingersoll Rand Manufactura Planta Monterrey©
 Desarrolladores: Rigoberto Mena, Estefanía Espinoza y David Torres con herramienta propiedad de Georgia Tech©

Queda la incertidumbre sobre si el comportamiento que muestra en las gráficas anteriores será sostenido hasta el año 2020 y posteriormente hasta el 2030 con el cual se cumplirán satisfactoriamente los compromisos adquiridos por la empresa a nivel global. Este es uno de los aspectos coyunturales que se buscan demostrar en este trabajo

Relaciones Sistémicas.

Las relaciones y efectos entre los factores clave para la continuidad de negocio son mostrados en la figura 2, el mapa causal trata de mostrar la dinámica operativa de una operación de manufactura donde la continuidad de negocio es la prioridad del mismo para cumplir con el plan de operación y ventas S&OP (Sales & Operations Plan) donde se pueden destacar dos procesos holísticos de afectación desde el criterio del Cambio Climático: Desempeño Energético y Desempeño Ambiental; a su vez cada uno de ellos tiene afectaciones en diversos factores clave secundarios. Cabe destacar la relación entre la gestión energética y la reducción de emisiones GEI, que aunque estos últimos tienen una connotación más relacionada con el desempeño ambiental, no deja de ser el enfoque objetivo

Capítulo 3

Análisis bajo condiciones de incertidumbre.

Ante el contexto y las incertidumbres mostradas con anterioridad, es importante plantear los posibles escenarios a los que la organización se enfrentará durante los próximos años teniendo como meta el cumplimiento de su compromiso climático de reducción de la intensidad energética de sus operaciones, como por consecuencia la reducción de sus emisiones GEI para el año 2020. La toma de decisiones en materia de si seguir o no un sistema de gestión dependerá de los argumentos que los analistas en energía muestren para soportar o rechazar esta hipótesis. Dentro de las metodologías de análisis de posibles comportamientos de un sistema bajo condiciones de incertidumbre, es importante tener en consideración la interacción continua de muchas variables que a lo paso del tiempo su afectación sobre el desempeño energético puede decaer o incrementarse hasta representar un riesgo para las operaciones de manufactura.

Para este trabajo se ha seleccionado utilizar la Metodología RDM teniendo como objetivo la generación de múltiples escenarios, lo que es llamado como una simulación exploratoria. Generalmente las simulaciones ahora utilizan recursos computacionales para llevar a cabo innumerables estimaciones matemáticas con metadatos, pero estas simulaciones la mayoría de las ocasiones la incertidumbre no es tomada en cuenta dentro de los cálculos de estos modelos.

Los criterios de robustez consolidan las estrategias a seguir por los tomadores de decisiones, ya que, en la dinámica industrial del siglo XXI, el día a día operativo se hace extremadamente importante que se cumplan de manera eficaz y eficiente para poder hablar de una efectividad en la operación. La organización al tener objetivos claramente definidos de reducción energética, el análisis cuantitativo para este caso con la metodología propuesta auxilia a los tomadores de decisiones a identificar estrategias de acción óptimas y enfocar los recursos necesarios para lograr las metas establecidas. Sin embargo, como fue descrito ampliamente en el capítulo 2, al tener incertidumbre profunda debido a los

aspectos mostrados en la tabla 3 XRLM es preferible evaluar la robustez de la estrategia para este caso que los criterios de optimización que pudieran resultar de las acciones necesarias para el cumplimiento de los objetivos y metas en materia energética.

Para los grupos especialistas y analistas responsables del desempeño de un sistema de gestión, es importante contar con una herramienta que permita que las situaciones en donde el portafolio de alternativas a seguir en la operación es sumamente amplio y heterogéneo para el contexto del sistema, permita su combinación con un portafolio de acciones que se tienen disponibles en función de los recursos, competencias y habilidades del equipo analista que administra el sistema de gestión. Aquí cobra importancia la prospectiva estratégica aplicada en la metodología RDM en las organizaciones que buscan la clase mundial de sus operaciones. La incertidumbre profunda está presente en este caso en particular y cada uno de los factores de ella en estudios futuros deberá analizarse de manera particular y evaluar sus interacciones tanto con los resultados del análisis del desempeño energético como con los demás aspectos también descritos en el capítulo 2.

Para este trabajo se analizan dos alternativas que la operación de manufactura tiene y debe escoger como estrategia de negocio para asegurar el cumplimiento de las metas corporativas declaradas en el compromiso climático de la organización. Estas alternativas afectarán el desempeño energético de la producción de una unidad de negocio específica, representada en un modelo de regresión simple.

Teniendo como política establecida por la compañía la reducción del 5% en el consumo de energía absoluta, se establece para el proceso de ensamble en particular sujeto a este estudio exploratorio una política de reducción del 5% en los kWh consumidos por mes en el métrico de desempeño del proceso.

Primeramente se realizó una proyección con datos de los últimos 19 meses de producción de una unidad de negocio específica, año 2015 y 7 meses del año 2016 con una variación del +/- 50%.

← Variación de la Producción →										
-50%	-40%	-30%	-20%	-10%	0%	10%	20%	30%	40%	50%
E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆	E ₇	E ₈	E ₉	E ₁₀	E ₁₁

Tabla 4 Escenarios de producción de unidades
Fuente: creación propia

Así se obtuvieron 11 escenarios posibles del métrico de desempeño unidades producidas por mes las cuales muestran una variabilidad considerable dentro de los próximos 10 años partiendo del estado actual.

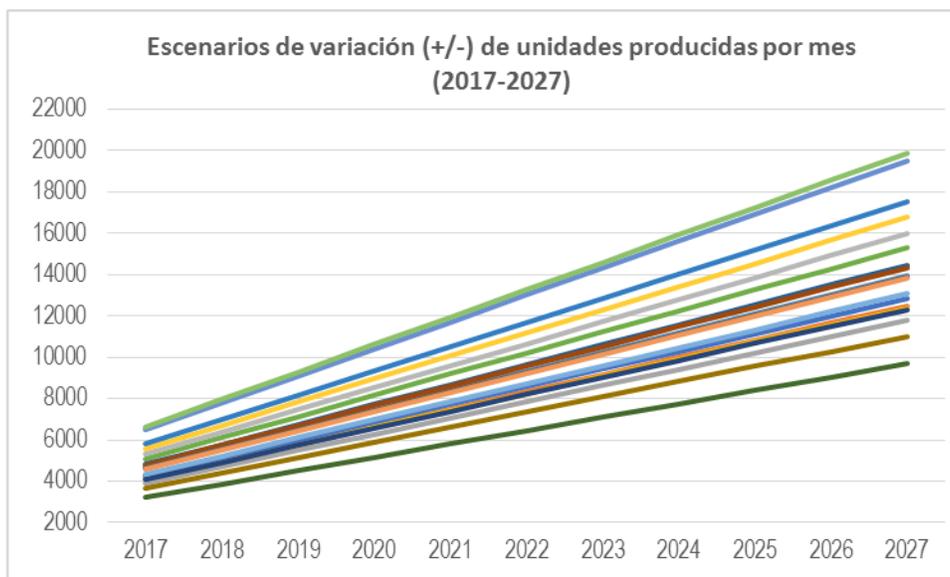


Figura 26 Grafico de escenarios de variación de la producción de unidades.
Fuente: Creación propia

Posteriormente a estos escenarios, se les introdujo la incertidumbre de un sistema de gestión de la energía de 1 a 0 en el modelo lineal de consumo de energía por unidad producida obtenido ya con anterioridad y que demostró una mejora estadística en el desempeño energético del 18% en el consumo de esta unidad de negocio.

El modelo obtenido de regresión que se someterá a esta exploración es el siguiente:

$$y = 1.35636176828828 \times \text{Unidades Ensambladas} + 5661.6658152156$$

En donde:

y es la energía consumida por unidad de tiempo para una línea de ensamble [=] kWh/mes y las **Unidades ensambladas** son las así llamadas producidas en ese periodo de tiempo. Se agregara la variable η como incertidumbre de un sistema de gestión de la Energía (SG):

$$y = (\eta) \times 1.35636176828828 \times \text{Unidades Ensambladas} + 5661.6658152156$$

← Variación de la Producción →										
-50%	-40%	-30%	-20%	-10%	0%	10%	20%	30%	40%	50%
E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6	E_7	E_8	E_9	E_{10}	E_{11}
Δ_1	Δ_2	Δ_3	Δ_4	Δ_5	Δ_6	Δ_7	Δ_8	Δ_9	Δ_{10}	Δ_{11}
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
1	0.9	0.85	0.8	0.77	0.75					
η_1	η_2	η_3	η_4	η_5	η_6					

Figura 27 Escenarios de desempeño energético con incertidumbre de SGEN
Fuente: creación propia

Con la inclusión de esta incertidumbre en el modelo de consumo energético, arroja 66 escenarios posibles donde se evaluó la efectividad para cumplir con la meta de reducción en el consumo de energía fijada en 5%.

Es importante mencionar que la incertidumbre agregada con el funcionamiento o no de un sistema de gestión de la energía que pueda afectar directamente al desempeño energético, es a su vez afectada por más factores que la naturaleza del funcionamiento de todo sistema de gestión involucra en su dinámica del ciclo de Deming. Es decir, también es dinámico en el tiempo respecto al mismo entorno aunque no ajeno a los mismos factores exógenos del sistema; con esta exploración buscamos robustecer la decisión de encauzar estrategias y decisiones de negocio en búsqueda de implementar, desarrollar, madurar y

sostener un sistema de gestión de la energía como una fortaleza estratégica de la organización hacia el cumplimiento del compromiso climático donde se involucra directamente este rubro con las emisiones GEI.

Análisis de resultados.

Los resultados de esta exploración mostrados en las figuras 28 y 29 muestran que pese a que inevitablemente se tendrá un incremento en el consumo energético por el obvio crecimiento productivo de la planta de manufactura, a medida que la interacción entre el desempeño energético y el sistema de gestión de energía se interrelacionan a los largo del intervalo del segundo de 0 a 0.75, la tendencia de consumo energético disminuye hasta un 20% entre ambos escenarios de mayor demanda de energía. Así también la incertidumbre de la variación del consumo energético con un sistema de gestión se reduce en un 25% lo que hace atractivo para la organización el implementar los procedimientos, registros e instrucciones necesarias dentro del proceso productivo encaminado a lograr una eficiencia energética de alto desempeño. En las empresas de clase mundial, mientras más se logre “normalizar” los procesos inherentes a las operaciones de manufactura, mejor se alcanza la productividad deseada y planeada por lo que en el rubro de la intensidad energética del proceso, este comportamiento incrementa la confianza en asegurar el cumplimiento de los métricos de desempeño acorde a la meta trazada sin afectar ni amenazar la continuidad de negocio desde la perspectiva energética.

Cabe destacar aquí que muchas de las organizaciones en materia de sistemas de gestión tienen un concepto de que el mismo demuestre cumplimiento y efectividad mediante la certificación por un tercero y que es auditado de manera periódica. La efectividad o existencia de un sistema de gestión en las empresas de clase mundial no debe supeditarse al trámite administrativo, sino a la medición constante de su dinámica, sus efectos en la operación y la eficacia de los controles operativos implementados que se ven reflejados en los resultados de los diversos análisis de datos a los que son sometidos. Bajo el principio que lo que no se puede medir, no se puede controlar y los que no se puede controlar no se puede mejorar,

también debe observarse que lo que no se puede mejorar no vale la pena sostener porque la verdadera optimización debe venir de un análisis profundo de los escenarios del mismo sistema y así saber de qué prescindir. Para los analistas de la información es importante entender los resultados de sus estudios de manera concisa y objetiva para comunicar a los tomadores de decisión el rumbo y la importancia de las acciones actuales que afectarán o no el desempeño del sistema en el futuro. Lo importante de un sistema de gestión no es su certificado, sino la información que soporta su efectividad a lo largo del tiempo.

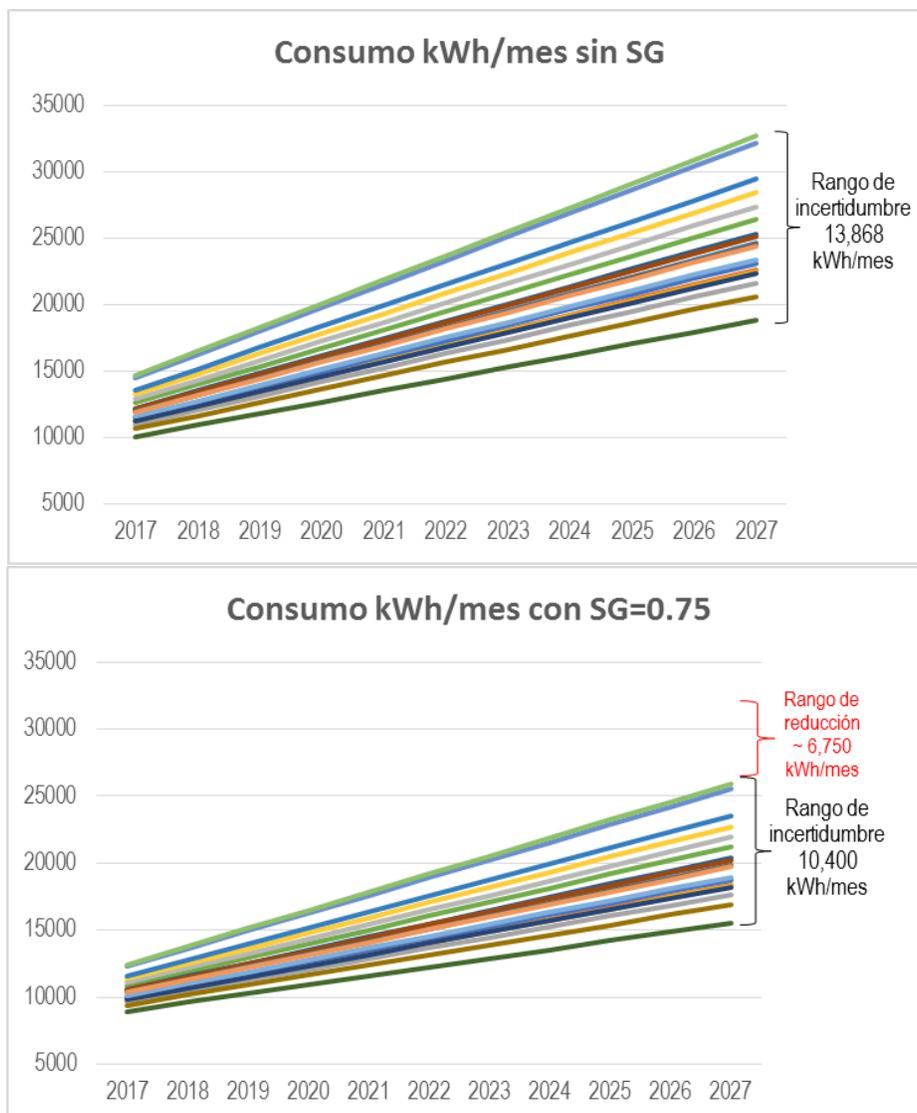


Figura 28 Gráficos escenarios de consumo eléctrico sin Sistema de Gestión de la Energía y con Sistema de Gestión de la Energía (0.75)

Fuente: Creación propia.

Así también de manera directa se ven favorecidas las reducciones en las emisiones de GEI en modestos valores, pero significativos para una sola línea de ensamble dentro de más procesos existentes en la instalación. Se agrega a la meta corporativa de reducción de emisiones el desempeño mostrado por el sistema de gestión de la energía.

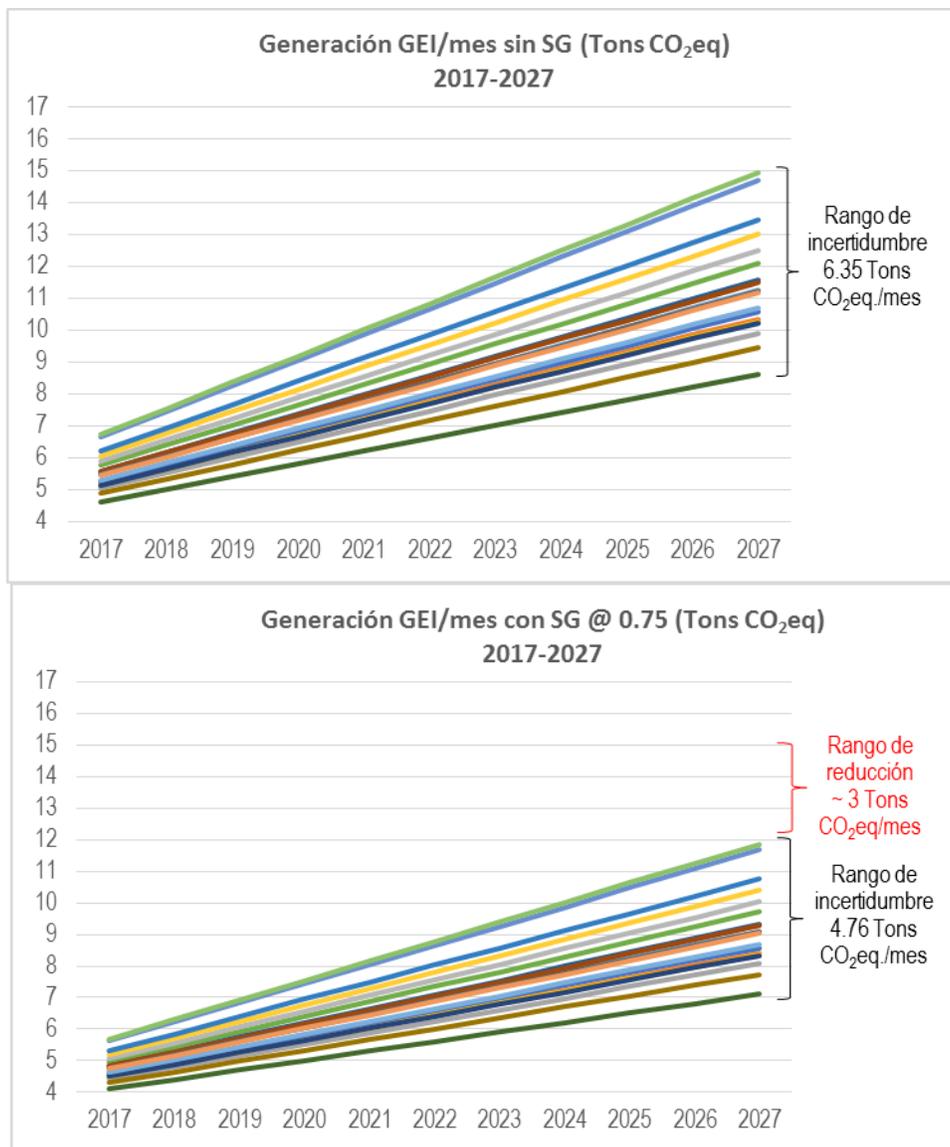


Figura 29 Gráficos escenarios de emisiones GEI sin Sistema de Gestión de la Energía y con Sistema de Gestión de la Energía (0.75)
Fuente: Creación propia.

Una vez que se realizó esta simulación exploratoria, también se evaluó para estos escenarios anteriores las veces en que se cumplía o no con la meta de

reducción de energía para cada valor pronosticado de consumo energético, teniendo como resultado relevante primeramente que sin hacer ningún esfuerzo en la administración y control de la energía, se corría un riesgo 45.5% (casi la mitad) de no cumplir con la meta en ningún escenario. Prácticamente a la suerte de “cara o cruz” se pudiera cumplir con la meta corporativa. Sin embargo una vez la interacción con el sistema de gestión empieza a darse, apenas a 0.75 de interacción con él, se logra un vulnerabilidad de no cumplir con la meta de apenas un 9.1%, dando certidumbre de cumplimiento máxima para esta estrategia.

Vulnerabilidad	45.5%	35.9%	27.3%	18.2%	17.2%	9.1%
Sistema de Gestión	1	0.9	0.85	0.8	0.77	0.75

Tabla 5 Interacción SG & vulnerabilidad para cumplir meta.

Fuente: creación propia.

Cabe señalar que en este trabajo solo se realizó la incertidumbre de la afectación de un sistema de gestión, debido a que se puede considerar basado en la experiencia de los sistemas de gestión de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente que muchas de las demás interacciones entorno de la gestiona energética y la gestión ambiental, están inmersas en estos mismos sistemas. La naturaleza funcional de las organizaciones de clase mundial realiza constantes afectaciones entre departamentos involucrados, de manera tal que, para los factores exógenos de mayor relevancia mostrados anteriormente, este ejercicio puede marcar la pauta para más relaciones sistémicas y extenderse a las otras interacciones mostradas en el mapa causal en estudios futuros. Hoy por hoy los sistemas de gestión se han transformado de un enfoque de procesos hacia una minimización en las amenazas y los riesgos tanto latentes, actuales y futuros por lo que cada día más la anticipación toma mayor importancia en las organizaciones ante las profundas incertidumbres a las que se enfrenta día a día la operación de manufactura. Es responsabilidad de los analistas mantener un monitoreo constante de las variables involucradas que dan incertidumbre a los modelos ya desarrollados y realizar su evaluación inmediata ante cualquier cambio o modificación del contexto analizado originalmente.

Capítulo 4

Hallazgos y recomendaciones.

Como resultado del análisis de la simulación exploratoria realizada al modelo lineal de consumo energético de una unidad de negocio específica donde se observaron los efectos al métrico de desempeño y su vulnerabilidad ante la meta de cumplimiento corporativo de reducción de consumo eléctrico y por consiguiente la reducción de emisiones de GEI como parte del compromiso climático de la organización se puede destacar los siguientes hallazgos que responderían las preguntas de investigación ya planteadas en la introducción de este trabajo:

1. Las vulnerabilidades de la estrategia 1 (Sin Sistema de Gestión de la Energía) de la estrategia 2 (Con Sistema de Gestión de la Energía a 0.75) son de un 45.5% para la estrategia 1 y 9.1% para la estrategia 2.
2. Ante la incertidumbre de los mercados energéticos regionales, los cuales son parte del seguimiento y monitoreo de un sistema de gestión energética, éste definitivamente fortalece y blinda la continuidad de operación e incrementa la resiliencia de la organización al reducir hasta un 25% la incertidumbre de los escenarios futuros que puedan desviar los resultados de negocio en materia energética contra las metas corporativas de reducción.
3. Bajo la simulación exploratoria, un sistema de gestión energética, muestra una robustez de alrededor de un 9.1% de vulnerabilidad de no asegurar una mejora del desempeño energético, que ya se ha demostrado desde años pasados mediante el modelo lineal de consumo energético por unidad producida.
4. Un sistema de gestión de la energía contribuye al cumplimiento de los compromisos corporativos en materia de cambio climático en función de su grado de madurez y con un desempeño de al menos un 91% de efectividad en su implantación así como su interacción sinérgica con otros sistemas de

gestión ya existentes como lo es el actual sistema de gestión de seguridad, higiene y medio ambiente.

Como producto final de la metodología RDM se muestra en el gráfico de la Figura 30, el costo de los diferentes grados de interacción del sistema de gestión contra la vulnerabilidad estimada para el cumplimiento de la meta de reducción de consumo energético corporativa para el cumplimiento del compromiso climático de la organización.

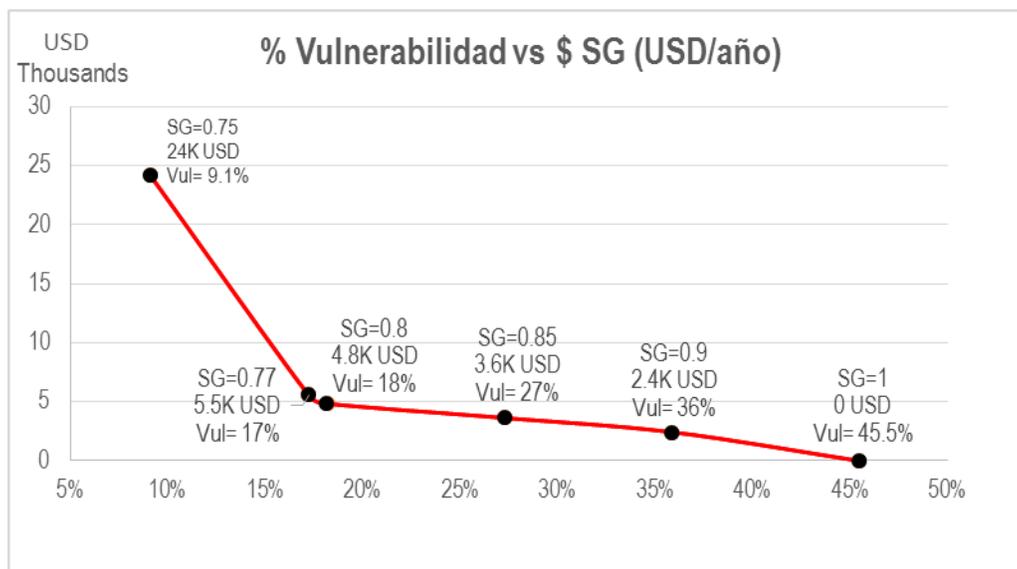


Figura 30 Gráfico % de Vulnerabilidad vs \$ de Sistema de Gestión de la Energía.
Fuente: Creación propia.

Bajo este contexto se puede visualizar lo que pudiera llamarse “el costo del riesgo del cumplimiento” que más que un gráfico de costos, puede ser mejor considerado como una ventana asertiva ante la incertidumbre de un futuro con múltiples escenarios posibles. Las acciones que se hagan o dejen de hacer en favor de la gestión de la energía pueden ponderarse a futuro con esta metodología RDM al mismo tiempo que aboga a la resiliencia de la organización para asegurar la continuidad de la operación ante un entorno de incertidumbre energética que ya en los tiempos actuales dificulta la toma de decisiones en las acciones y estrategias a seguir hoy para la llamada seguridad energética del mañana.

Bajo el análisis llevado a cabo en este trabajo, se puede concluir que dentro de todas las incertidumbres que rodean el proceso de toma de decisiones en torno

a la mejor estrategia para el cumplimiento del compromiso climático de la organización tanto para el año 2020 como para el año 2035, la que mejor puede ser abordada con acciones concretas, estrategias de corto y mediano plazo además de tomar en cuenta factores de mayor control por parte de la organización, es la implantación, desarrollo y sostenimiento de un sistema de gestión de la energía. Ha demostrado ser en el pasado de forma estadística y en el futuro de manera prospectiva, la mejor opción de estrategia a seguir para incidir directamente en uno de los factores más significativos generadores de emisiones GEI que favorecen el calentamiento global, parte del cambio climático global que se vive en el mundo de hoy. Aunado a los recientes cambios en el sistema de gestión ISO 14001:2015 en donde se toma en cuenta más las amenazas exógenas en materia ambiental con un enfoque holístico, abre la posibilidad para que ante la amenaza del cambio climático tanto el desempeño ambiental como el desempeño energético sean factor clave de desarrollo, inversión e innovación en las empresas que buscan la clase mundial y ambos sean vértices de la resiliencia que de ahora en adelante las organizaciones tendrán que incluir en su agenda de riesgos y así asegurar la continuidad de negocio.

La eficacia de los Sistemas de Gestión de la Energía ha sido demostrada por diversos grupos de interés y puede ser implantada como herramienta clave de las organizaciones que busquen mejorar su desempeño energético. En México es relevante el trabajo realizado la CONUEE a través del Programa Nacional de Sistemas de Gestión de la Energía (PRONASGE) el cual a principios del 2017, publicó su Guía Técnica para la Implementación de Sistemas de Gestión de la Energía en el marco de una Red de Aprendizaje (Richard, Ortigosa, Caballero, Córdova, & Feilbogen, 2017) en la cual de manera detallada describe todo el proceso para el desarrollo e implementación de un sistema de gestión de la energía sin importar el tipo o tamaño de la organización. Esta guía fue desarrollada en el marco de Redes de Aprendizaje que de manera paralela adquieren conocimiento y lo llevan a la praxis en cada una de sus organizaciones, compartiendo la buenas practicas que tengan como finalidad desarrollar las competencias necesarias para

mejorar el desempeño energético de las empresas participantes. Es sin duda el mejor ejemplo de que los sistemas de gestión de la energía son un factor decisivo para cualquier esfuerzo organizacional para la mejora de cualquier indicador relacionado al desempeño energético. La región de América del Norte ha hecho desde el 2015 ha hecho importantes esfuerzos para que todos los actores, pero de manera particular los industriales formen parte de esta tendencia global de mejora energética.



Figura 31 Ejemplo de Redes de Aprendizaje para Sistemas de Gestión de la Energía
Fuente: Comisión de Cooperación Ambiental México-USA-Canadá.

Es relevante destacar que si todas las organizaciones que forman parte de los grupos de interés en la materia en México y la región, adoptan sistemas de gestión para la energía, cualquiera que fuese el tipo de estructura, nivel de implementación y/o madurez del sistema innegablemente obtendrán mejoras en su desempeño energético por el simple hecho de desarrollar indicadores e iniciar su monitoreo. La experiencia industrial ha demostrado que al momento de colocar un indicador en un proceso, éste tiende a mantenerse dentro de control acorde a la naturaleza del mismo. Es muy recomendable que en particular las industrias del sector que persiguen la excelencia operacional, desarrollen mediante estos sistemas de gestión, indicadores tanto preventivos (leading) como de acción (lagging) e inicien con ejercicios como los llevados a cabo en este trabajo para iniciar el desarrollo de indicadores predictivos (outlooking¹⁷)

Sin duda los efectos del cambio climático seguirán siendo sujetos de atención y monitoreo constante, pero en ello las organizaciones poco o nada pueden hacer salvo las acciones de mitigación que ya son conocidas y están descritas en diversos planes nacionales y globales tanto por gobiernos como por las empresas globales y grupos de interés involucrados en el tema. La Reforma Energética en México representa una gran incertidumbre también ya que su complejidad estructural, poca claridad funcional y el escepticismo de un mercado eléctrico naciente no alientan al incursionar en el desarrollo de nuevas tecnologías sobre todo en los actores con poca capacidad de capital de riesgo. Se deberán desarrollar algún tipo de indicador predictivo como el mostrado en la figura 30 donde se presentan números duros en diversas alternativas.

En este trabajo, la metodología RDM fue aplicada de manera particular y enfocada al desempeño energético para conocer su vulnerabilidad para el cumplimiento de metas corporativas en materia climática, hay muchas más interacciones presentes en el mapa causal que pueden explorarse, simularse y hasta modelarse tan detallado y preciso como se pueda desarrollar.

¹⁷ Termino personal para escenario o megatendencia dependiendo el alcance del proceso.

La prospectiva estratégica con el enfoque RDM ha demostrado ser una disciplina para dar tratamiento a la incertidumbre. Lo único constante en las organizaciones es el cambio, la dinámica industrial demanda aplicar conocimiento reciente que ayude y fortalezca su operación e incremente su resiliencia ante los retos de estos próximos 20 años y en particular en materia energética. Es recomendable profundizar utilizando RDM con las demás interacciones casuales mostradas para desarrollar estrategias altamente asertivas frente a profundas incertidumbres que las organizaciones cada día enfrentan y serán el nuevo reto de ellas para romper paradigmas industriales que en el siglo pasado fueron exitosos pero que hoy debido a que los escenarios han cambiado ya son obsoletas y ahora son una amenaza sino se actúa en consecuencia en ellas. Será decisivo ligar el pensamiento y la acción y no perder el rumbo que las organizaciones y profesionistas nos trazamos para llegar a un meta y que inicio desde los años 90's desde la cumbre de Rio en Brasil y sigue presente hasta la reciente COP 21 de Paris: el desarrollo sustentable.

Bibliografía

- Alexandri Rionda, R., Guerrero Gutiérrez, L., Rodríguez Bolaños, F., Ubaldo Higuera, A., & Ramos Bautista, A. (2017). *Prospectiva del Sector Energético 2015-2029*. Mexico: Secretaría de Energía.
- BBC Mundo. (28 de Marzo de 2017). *Estados Unidos: 3 claves para entender la orden ejecutiva firmada por Donald Trump para dismantelar la política medioambiental de Barack Obama*. Obtenido de BBC Mundo: <http://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-39424071>
- Brundtland, G. H. (1987). *Nuestro Futuro Común*. Nueva York USA: Asamblea General de las Naciones Unidas.
- Center For Energy and Climate Solutions. (1 de Jun de 2017). *Businesses urge president to remain in Paris Agreement*. Obtenido de Center For Energy and Climate Solutions website: <https://www.c2es.org/international/business-support-paris-agreement>
- Comité Técnico ISO/PC 242. (15 de Junio de 2011). *Sistemas de gestión de la energía — Requisitos con orientación para su uso. Norma Internacional ISO 50001*. Ginebra, Suiza: ISO Secretariado Central.
- Dirección General de Políticas para el Cambio Climático. (2014). *Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018*. Mexico D.F.: Diario Oficial de la Federación.
- Environmental Protection Agency. (23 de September de 2017). *Stationary Refrigeration and Air Conditioning*. Obtenido de Section 608 : <https://www.epa.gov/section608>
- Hernandez, J. (July de 2017). *Implementacion de Programa de Gestion Energética*. (Himself, Entrevistador)
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (Septiembre de 2017). *INECC Escenarios de Cambio Climático*. Obtenido de <https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/escenarios-de-cambio-climatico-80126>

- K. Madhava Sarma. (Marzo de 1985). Secretario Ejecutivo Secretaria del Ozono PNUMA. *Protocolo de Montreal relativo a las sustancias agotadoras de la capa de ozono*. Nairobi, Kenya: ISBN 92-807-1888-6.
- Kaplan, R., & Norton, D. P. (2004). *Strategy Maps*. Boston, Massachusetts: Harvard Business Review Press.
- Mariana Ayala Calva. (2017). *NOTA TECNICA Impuesto al Carbon en Mexico*. Ciudad de México: Plataforma Mexicana de Carbono.
- Naciones Unidas. (11 de Diciembre de 1997). Protocolo de Kyoto. New York, USA: Conferencia de Partes III (COP 3).
- New York Times. (2 de Junio de 2017). Trump abandona el Acuerdo de París. *New York Times*, pág. 1.
- Organización de las Naciones Unidas. (6 de Junio de 2012). *Brasil será sede del "Dia Mundial del Medioambiente 2012"*. Obtenido de Centro de Noticias ONU:
<http://www.un.org/spanish/News/story.asp?newsID=22773#.WdEwHFtSzb0>
- Piquero, E. (2017). Ejercicio de Mercado de Carbono. (pág. 15). Ciudad de México: Plataforma Mexicana de Carbono.
- Presidente Felipe de Jesús Calderon Hinojosa. (6 de Junio de 2012). Ley General de Cambio Climatico. *Decreto*. Mexico, Distrito Federal, Mexico: Diario Oficial de la Federacion.
- Richard, N., Ortigosa, J., Caballero, S. L., Córdova, A. D., & Feilbogen, E. (Febrero de 2017). *Guia Tecnica para la Implementación de Sistemas de Gestión de la Energia en el Marco de una Red de Aprendizaje*. (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Intérprete) Ciudad de Mexico, Distrito Federal, Mexico.
- Richman, P. (2014). *Press Release: Ingersoll Rand Climate Commitment*. New York USA: Ingersoll Rand .
- Secretaria de Hacienda y Credito Publico. (2015). México y el Financiamiento al Cambio Climático., (pág. 18). Mexico.

- Secretariado de la Comisión para la Cooperación Ambiental. (Enero de 2015). *Plan Operativo de la Comisión para la Cooperación Ambiental*. Boston, MA: Comisión para la Cooperación Ambiental MEX-USA-CAN. Obtenido de Programa para la Gestión de Energía de Norteamérica: <http://www.cec.org/es/nuestro-trabajo/proyectos/impulso-la-adopci%C3%B3n-de-la-iso-50001-y-de-las-certificaciones-del-programa-desempe%C3%B1o-energ%C3%A9tico-superior-en-am%C3%A9rica-del-norte>
- SEMARNAT-Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental. (2015). *Estrategia Nacional de Cambio Climático 10-20-40*. Mexico, D.F.: Comisión Intersecretarial de Cambio Climático.
- T.Narusawa, J. S. (2008). *Kaizen Express Second Edition*. Tokio: Learn Enterprise Institute ISBN978-4-526-06015-1.
- Tello, J. (October de 2015). *¿Cómo cuidar la Industria Energética? por Jorge Tello Peón. Expo Seguridad 2015*. Obtenido de https://www.youtube.com/watch?v=QU_Y3hhfM9M
- TRUMP, D. J. (28 de March de 2017). *Presidential Executive Order on Promoting Energy Independence and Economic Growth*. Obtenido de White House: <https://www.whitehouse.gov/the-press-office/2017/03/28/presidential-executive-order-promoting-energy-independence-and-economi-1>
- Vicente Fox Quezada. (25 de Abril de 2005). ACUERDO por el que se crea con carácter permanente la Comisión Intresecretarial de Cambio Climático. *Diario Oficial de la Federación*, pág. 2.

Apéndice

BTU	Unidades Térmicas Británicas (British Thermal Unit)
CCA	Comisión de Cooperación Ambiental
CENACE	Centro Nacional del Control de la Energía
CFE	Comisión Federal de Electricidad
CLAMSA	Comité Local de Ayuda Mutua Stiva Aeropuerto.
CONUEE	Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía.
COP	Conferencia de Partes.
CRE	Comisión Reguladora de Energía
DoE	Departamento de Energía de los Estados Unidos
ENCC	Estrategia Nacional de Cambio Climático.
EPA	Agencia de Protección Ambiental (Environmental Protection Agency)
GEI	Gases Efecto Invernadero
GWP	Potencial de Calentamiento Global (Global Warming Potential)
IEPS	Impuesto Especial sobre Productos y Servicios.
IPCC	Panel Intergubernamental de Cambio Climático.
ISO	Organización Internacional de Estandarización (International Standardization Organization)
kWh	Kilowatt-hora
LGCC	Ley General de Cambio Climático
PECC	Programa Especial de Cambio Climático.
PND	Plan Nacional de Desarrollo.
PNUMA	Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
PRODESEN	Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional.
PRONASGE	Programa Nacional de Sistemas de Gestión de la Energía.
RDM	Robust Decision Making.
S&OP	Plan de Operación y Ventas (Sales and Operations Plan)
SNCC	Sistema Nacional de Cambio Climático.

XLRM X-Factores Exógenos, L-Políticas de Apalancamiento, R-Relaciones del sistema, M-Métricos de desempeño.

Vita

Jesús de los Reyes Hernández Caballero, nacido en Monterrey, Nuevo León estudió la carrera de Ingeniería Química en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León de 1990 a 1995. Realizó estudios de Maestría en Ciencias con orientación en Procesos Sustentables en la Escuela de Graduados en Ciencias de la misma Facultad.

Su experiencia profesional la inició como Ingeniero de Procesos en la firma de Ingeniería Grupo ECI S.A. de C.V., posteriormente en Grupo CYDSA en la División de Mejoramiento Ambiental como ingeniero de procesos y servicio en tratamiento de aguas. Trabajo como Gerente de Proyectos y Gerente de Operaciones en la empresa Industrias Islas S.A. de C.V. dedicada a sistemas de tratamiento de aguas residuales y de proceso. Fue Ingeniero Químico Senior en la empresa acerera canadiense Dofasco en Escobedo N.L. Como profesionista independiente trabajo para Domos Agua, empresa de grupo ONEO, para Promotora Ambiental y también como asesor del gobierno municipal del municipio de Gral. Escobedo N.L. Actualmente es Coordinador Ambiental y de Procesos Químicos Senior en Ingersoll Rand Manufactura planta Monterrey.

Es Auditor Líder en ISO 14001 y OHSAS 18001 por BSI. Esta certificado para realizar cuantificación, inventarios y reporte de Gases Efecto Invernadero por la Canadian Standards Association y por la Escuela de Medio Ambiente de la Universidad de Toronto. Realizó el entrenamiento por la HIDA-AOTS en Osaka Japón de control de la producción con enfoque a conservación de energía. Tiene un Diplomado como Líder de Energía por el ITESM Campus Monterrey. Es Perito oficial en Ecología del Tribunal Superior de Justicia del Estado de Nuevo León y perito en Ingeniería Química por el Tribunal Federal de Justicia Administrativa.

Es miembro del Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos A.C. y de la American Water Workers Association