



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE DERECHO

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

**“LA IMPORTANCIA DE LA SEGURIDAD INDUSTRIAL Y OPERATIVA EN EL
DESARROLLO SUSTENTABLE DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES”**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
ESPECIALISTA EN DERECHO ENERGÉTICO

PRESENTA:
AYAX GUTIÉRREZ VILLASCÁN

ASESOR DE TESIS:
MTRO. CARLOS FEDERICO DEL RAZO OCHOA



CIUDAD UNIVERSITARIA, CDMX.

AGOSTO, 2023





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

A la Universidad Nacional Autónoma de México por todo lo brindado a lo largo de mi desenvolvimiento académico

A la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Derecho por impulsar y enaltecer mi carrera académica y profesional

A mi asesor, el Mtro. Carlos del Razo Ochoa por su guía durante cada etapa del presente trabajo de investigación

A todos mis profesores de la especialidad en Derecho Energético por su exigencia y compromiso académico para lograr forjarme como un mejor profesional especializado en el derecho energético

A los sinodales por el tiempo brindado en el análisis y retroalimentación de mi tesis de especialidad

A todos mis compañeros de generación, en especial a mi querido G8 por su invaluable amistad

Al Ing. Gaspar Franco Hernández por la generosidad del tiempo brindado para aclarar inquietudes en temas de considerable complejidad técnica

A Guadalupe, Luz, Eva, María y Ramón por motivarme desde su ausencia a esforzarme para cumplir todos mis objetivos

A mis papás Enrique y Sandra, y a mi hermano Aquiles por su incesante amor y apoyo diario para dar lo mejor de mí

A Ana Karen Cano Álvarez por brindarme su amor incondicional

A toda mi familia, seres queridos y amigos por su cariño y confiar siempre en mí

ÍNDICE

SIGLARIO	I
INTRODUCCIÓN	VII

❖ **CAPÍTULO I. CONCEPTOS ESENCIALES DE LA SEGURIDAD**

❖ 1.1 MARCO REFERENCIAL.....	1
❖ 1.2 CONCEPTO DE PELIGRO.....	11
❖ 1.3 CONCEPTO DE RIESGO.....	14
❖ 1.4 CONCEPTO DE SEGURIDAD.....	29
❖ 1.4.1 NORMALIZACIÓN DE LA SEGURIDAD.....	45
❖ 1.4.1.1 ESTÁNDARES DE SEGURIDAD Y MEJORES PRÁCTICAS.....	75

❖ **CAPÍTULO II. LA SEGURIDAD INDUSTRIAL Y LA SEGURIDAD OPERATIVA**

❖ 2.1 LA SEGURIDAD INDUSTRIAL.....	86
❖ 2.2 LA SEGURIDAD OPERATIVA.....	101
❖ 2.3 FUNCIONALIDAD DE LA SEGURIDAD INDUSTRIAL Y DE LA SEGURIDAD OPERATIVA EN EL DESARROLLO DE ACTIVIDADES DE LA INDUSTRIA ENERGÉTICA.....	108
❖ 2.3.1 PROYECTOS DERIVADOS DEL SECTOR HIDROCARBUROS.....	113
❖ 2.3.2 PROYECTOS DERIVADOS DEL SECTOR ELÉCTRICO.....	137

❖	2.3.3 PROYECTOS DERIVADOS DEL SECTOR DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES.....	158
❖	CAPÍTULO III. MEDIO AMBIENTE Y ENERGÍA	
❖	3.1 EL MEDIO AMBIENTE Y LAS ENERGÍAS RENOVABLES...	179
❖	3.2 PRINCIPIOS DE SUSTENTABILIDAD ENERGÉTICA.....	270
❖	3.2.1 SEGURIDAD ENERGÉTICA.....	285
❖	3.2.2 SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL.....	295
❖	3.2.3 EQUIDAD ENERGÉTICA.....	323
❖	3.3. INSTRUMENTOS PARA LA PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE EN EL DESARROLLO DE ENERGÍAS RENOVABLES EN LA NORMATIVIDAD MEXICANA.....	328
❖	3.3.1 EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.....	353
❖	3.3.2 AUTORREGULACIÓN Y AUDITORÍAS AMBIENTALES.....	368
❖	3.3.3 MECANISMOS FINANCIEROS.....	383
❖	CONCLUSIONES.....	413
❖	GLOSARIO.....	420
❖	FUENTES DE INFORMACIÓN	
❖	BIBLIOGRAFÍA.....	437
❖	CIBERGRAFÍA.....	443
❖	LEGISLACIÓN.....	466

SIGLARIO

ACV	Análisis de Ciclo de Vida
AIA	Autorización de Impacto Ambiental
AIE	Agencia Internacional de Energía
ALARP	As Low As Reasonably Practicable
ARSH	Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos
art., arts.	artículo, artículos
ASEA	Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
CICTCAÑA	Centro de Investigación Científica y Tecnológica de la Caña de Azúcar
CCNNPCE	Comité Consultivo Nacional de Normalización de Prevención y Control de Enfermedades
CDN o NDC	Contribuciones Nacionalmente Determinadas
CEL, CELs	Certificado de Energías Limpias, Certificados de Energías Limpias
CENACE	Centro Nacional de Control de Energía
CFE	Comisión Federal de Electricidad
Cfr.	confróntese, confrontar
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CNH	Comisión Nacional de Hidrocarburos
CONUEE	Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía
coord., coords.	coordinador(a), coordinadores(as)
COP, COPs	Conferencia de las Partes, Conferencias de las Partes
CO ₂	Dióxido de carbono
CPEUM	Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

CRE	Comisión Reguladora de Energía
DACGs	Disposiciones Administrativas de Carácter General
dB	decibelio o decibel
dBA	decibelio o decibel ponderado
DGIRA	Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental
dir., dirs.	director(a), directores(as)
DOF	Diario Oficial de la Federación
ed.	edición
Ed., Eds.	Editor(a), Editores(as)
EIA	Evaluación del Impacto Ambiental
EMA	Entidad Mexicana de Acreditación
EPE, EPEs	Empresa Productiva del Estado, Empresas Productivas del Estado
EPI's	Equipos de Protección Individual
EPS	Empresas Productivas Subsidiarias
et al.	y otros
EUA	Estados Unidos de América
FEFMPH	Fondo para Entidades Federativas y Municipios Productores de Hidrocarburos
FIT	Feed in Tariff
FMEAC	Análisis de Modos de Falla, Efecto y Criticidad
fr., frs.	fracción, fracciones
Gas LP	Gas Licuado del Petróleo
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GNC	Gas Natural Comprimido
GNL	Gas Natural Licuado
GNV	Gas Natural Vehicular
GW	Gigavatio

HAZOP	Análisis de Riesgos y Operatividad
IAEEH	Impuesto por la Actividad de Exploración y Extracción de Hidrocarburos
IEPS	Impuesto Especial sobre Producción y Servicios
INECC	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
INEEL	Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias
IP	Informe Preventivo
IPCC	Panel Intergubernamental para el Cambio Climático
ISA	International Federation of National Standardizing
ISAN	Impuesto Sobre Automóviles Nuevos
ISO	Organización Internacional para la Estandarización
ISR	Impuesto sobre la Renta
J	Julio o Joule
J/s	Julio por segundo
kgf	kilopondio o kilogramo-fuerza
km, kms	kilómetro, kilómetros
km/h	kilómetro por hora
KPI	Key Performance Indicator
kWh	Kilovatio-hora
LASEA	Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
LDSCA	Ley de Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar
LEG	Ley de Energía Geotérmica
LGCC	Ley General de Cambio Climático
LGEEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
LH	Ley de Hidrocarburos
LIE	Ley de la Industria Eléctrica
LISH	Ley de Ingresos sobre Hidrocarburos
LISR	Ley del Impuesto Sobre la Renta

LOPA	Análisis de Capas de Protección
LPDB	Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos
LTE	Ley de Transición Energética
MEM	Mercado Eléctrico Mayorista
mg	miligramos
MIA	Manifestación del Impacto Ambiental
MW	Megavatio o MegaWatts
MWh	Megavatio-hora o MegaWatts-hora
m ³	metro cúbico
m/s	metro sobre segundo
NFPA	National Fire Protection Association
NOMs	Normas Oficiales Mexicanas
núm., núms.	número, números
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
ODM	Objetivos de Desarrollo del Milenio
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
OHSAS	Occupational Health and Safety Assesment Series
OIT	Organización Internacional del Trabajo
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONU	Organización de las Naciones Unidas
ORCME	Órgano Regulador Coordinado en Materia Energética
OSHA	Occupational Safety and Health Act
p., pp.	página, páginas
PEIA	Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental
PEMEX	Petróleos Mexicanos
PNAA	Programa Nacional de Auditoría Ambiental
PRCD-RC	Principio de las Responsabilidades Comunes pero Diferenciadas según sus Respectives Capacidades
PROFEPA	Procuraduría Federal de Protección al Ambiente
PyMEs	Pequeñas y Medianas Empresas

RGD	Redes Generales de Distribución
RNT	Red Nacional de Transmisión
SADER	Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
SASISOPA	Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente
SAT	Servicio de Administración Tributaria
SE	Secretaría de Economía
SEDEMA	Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SEN	Sistema Eléctrico Nacional
SENER	Secretaría de Energía
SGA	Sistema de Gestión Ambiental
SHCP	Secretaría de Hacienda y Crédito Público
SISOPA	Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente
SNCF	Sistema Nacional de Coordinación Fiscal
SST	La seguridad y la salud en el trabajo
STPS	Secretaría del Trabajo y Previsión Social
s.a.	sin año de publicación
s.e.	sin editorial
s.f.	sin fecha de edición
s.l.i	sin lugar de impresión
t., ts.	tomo, tomos
TICs	Tecnologías de la información y la comunicación
trad.	traductor
UNSCC	United Nations Standards Coordinating Committee
V	Voltios
vol., vols.	volumen, volúmenes

W	Vatio o Watt
WEC	Consejo Mundial de Energía
°C	grados Celsius

INTRODUCCIÓN

La elaboración de la presente investigación tiene como finalidad dilucidar la estructura y funcionamiento de la Seguridad Industrial y Operativa durante el desarrollo de proyectos de generación de energía a partir de fuentes renovables, denotando las características esenciales que son empleadas en los procesos industriales y operativos de las energías renovables, a través de las cuales se vislumbra la sinergia entre la producción de energía y la protección al medio ambiente. Este último aspecto es esencial para el desarrollo sano y sostenible de cualquier sociedad, en aras de integrar y acelerar la transición energética en la que debe estar inmerso el desarrollo industrial de un Estado responsable y comprometido con la lucha contra el cambio climático.

El objeto es esclarecer la trascendencia de la seguridad aplicada en la industria de las energías renovables, es decir, en materiales, instalaciones y demás elementos técnicos empleados en esa industria, así como en los procesos operativos utilizados en el desarrollo de la misma. La implementación de medidas de seguridad es primordial en la constitución de proyectos de energías renovables y la correcta aplicación de estándares así como de mejores prácticas en esos proyectos pues tales acciones, *de facto*, aminoran los riesgos que se puedan llegar a propiciar, aunado a garantizar la intervención adecuada ante cualquier eventualidad generada previo o durante la operación o bien, en la etapa de cierre y desmantelamiento de las obras y actividades derivadas del uso de energías renovables.

En este sentido, el presente documento contiene 3 capítulos, a través de los cuales se desglosa la estructura y funcionalidad de la seguridad industrial y operativa inmersa en las actividades de las energías renovables, haciendo énfasis en los elementos y etapas intrínsecas a la planeación y desarrollo de los proyectos energéticos basados en energías renovables, como lo son la energía solar, eólica, geotérmica, entre otras. Estos elementos y etapas constituyen una pieza clave en el desarrollo de estos proyectos, toda vez que, sin la implementación y materialización de los procesos de seguridad industrial y operativa en el uso de

energías renovables, sería imposible gestionar con éxito el aprovechamiento de los mismos y, por ende, se pondría en riesgo el uso racional de recursos naturales, el equilibrio ecológico y la salud y seguridad de las personas.

En el **capítulo 1**, se abordarán los conceptos de seguridad industrial y operativa, detallando sus características inherentes en los procesos para el desarrollo de energías renovables. Asimismo, se explicará la relación de estos conceptos con la observancia y aplicación de estándares nacionales e internacionales, así como de mejores prácticas para la implementación y desarrollo de las energías renovables.

En el **capítulo 2**, se realizará una disertación para dilucidar la distinción entre seguridad industrial y seguridad operativa, así como el uso de cada uno de estos conceptos en el desarrollo de proyectos de energías renovables. Además, se analizarán los antecedentes de seguridad industrial y operativa en México, continuando con su evolución y culminando con la actualidad de su aplicación en el sector energético, en específico en el desarrollo de energías renovables.

Finalmente, en el **capítulo 3** se explicará la interacción que tienen las energías renovables con el medio ambiente y con el uso de recursos naturales, esto en consideración de la protección ambiental que debe imperar en el aprovechamiento energético derivado de este sector, como uno de los principales emisores de contaminantes y gases de efecto invernadero a nivel nacional y global. En este sentido, se dilucidarán los principios de sustentabilidad energética aplicables a la coexistencia entre las energías renovables y la protección al medio ambiente; haciendo la inclusión de los instrumentos de la normatividad ambiental aplicable durante el desarrollo de proyectos de energías renovables.

En virtud de lo referido con anterioridad, se buscan generar propuestas que coadyuven con la generación de energía a través de fuentes renovables, bajo la finalidad de acelerar la transición energética en México, así como proponer estrategias que contribuyan a mejorar los esquemas de seguridad industrial y de seguridad operativa utilizados en el desarrollo de las actividades de energías renovables, dando prioridad al uso sustentable de los recursos naturales, en aras de proteger y conservar el capital ambiental de nuestro país. Asimismo, identificar

los escenarios de riesgo intrínsecos al desarrollo de las energías renovables y manifestar mecanismos para la correcta administración de riesgos en dichas actividades industriales.

CAPÍTULO I. CONCEPTOS ESENCIALES DE LA SEGURIDAD

1.1 Marco Referencial

Toda actividad industrial, incluido el desarrollo de energías renovables, debe llevarse a cabo de manera segura, garantizando una protección al personal e instalaciones encargados de su operación y, concomitantemente, al medio ambiente y su entorno.

A lo largo del presente capítulo se explicarán de manera sucinta los conceptos de peligro, riesgo y seguridad, sus implicaciones en actividades industriales, así como la presencia y vinculación de tales conceptos en la implementación y desarrollo de proyectos de energías renovables.

Adentrándonos en el término de la seguridad, consiste inicialmente en tener los elementos necesarios para ejecutar una actividad con confianza, restando así valor a los aspectos negativos que puedan surgir durante su desarrollo. Para brindar seguridad durante la práctica de alguna actividad, es vital el considerar e identificar debidamente los peligros, analizando y evaluando sus factores de riesgo, definiendo estrategias y acciones de seguridad que permitan prevenir riesgos y, ante la manifestación de esos riesgos, contar con los medios suficientes para atender de inmediato las afectaciones que puedan ocasionar a las personas, instalaciones y medio ambiente.

Este concepto se convierte en un pilar en el contexto de cualquier industria o actividad. Por ende, es necesario brindar la máxima protección a los elementos humanos y materiales que convergen en el desarrollo de múltiples actividades en los diferentes sectores industriales.

La seguridad empleada en actividades de los sectores productivos como el minero, automotriz, energético, entre otros, tiende a dividirse en dos grandes rubros. Por una parte, la que se encarga de identificar, reducir, evaluar, prevenir, mitigar,

controlar y administrar los riesgos durante el desarrollo de actividades industriales o sectores productivos y procura el cuidado de las personas, las instalaciones y la protección al medio ambiente (Seguridad Industrial). La otra se enfoca en la seguridad de los procesos pertenecientes a distintas fases de los proyectos durante el desarrollo de actividades industriales o sectores productivos, la cual se encarga del análisis, evaluación, prevención, mitigación y control de los riesgos asociados de los procesos; desde la fase de diseño, pre-arranque y arranque de operaciones, operación, mantenimiento, integridad mecánica, hasta la fase de desmantelamiento y abandono, entre otras (Seguridad Operativa). Ambas se retroalimentan para maximizar la seguridad empleada durante el desarrollo de actividades, desde su planeación hasta la culminación de las mismas, contemplando el abandono del sitio en las que se efectúan.

Esto se da, con la finalidad de minimizar la manifestación de eventos negativos que pongan en riesgo a las personas, instalaciones y desarrollo de actividades *per se*. En el caso de presentarse un evento adverso, se debe contar con los protocolos de respuesta a emergencias adecuados para atender de forma oportuna las afectaciones que dicho evento pueda ocasionar y a su vez aminorar la magnitud de sus repercusiones.

Con lo anterior se comprende que el desarrollo industrial debe tener implícito el concepto de seguridad, toda vez que de esta dependen la metodología e implementación a seguir en cada proyecto industrial, con el afán de garantizar la salud de las personas, proteger las instalaciones y procurar el bienestar del medio ambiente y sus integrantes.

Por todo esto, las estrategias y medidas de seguridad coadyuvan a dar certeza legal y técnica al desarrollo de cualquier actividad industrial y sus respectivos procesos, haciéndolos seguros y propiciando el correcto funcionamiento de los mismos.

“El sector energético – ya sea que hablemos del *upstream* (exploración y extracción de hidrocarburos), del *midstream* y *downstream* (transporte, almacenamiento, distribución, refinación y venta a los usuarios finales de los productos ya refinados) o bien de la industria eléctrica (generación, transmisión, distribución y

comercialización de electricidad) – es uno de los que impacta transversalmente en toda la actividad económica del país”¹.

A la par del desarrollo industrial y económico inmersos en toda sociedad, se debe garantizar en todo momento que se procure el bienestar laboral, social y ambiental de esa sociedad, implementando una serie de estrategias, medidas y acciones tanto legales como técnicas, que brinden protección al personal de trabajo, los integrantes de la sociedad y su entorno ambiental.

Esto genera un balance idóneo entre el uso de los recursos naturales y humanos y el progreso de las actividades industriales, así como el crecimiento económico propiciado por la realización de las mismas.

El rol de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (ASEA)

A raíz de la reforma constitucional en materia energética de 2013 se realizó una serie de ajustes a la conformación del sector energético en México. En específico, fueron creadas nuevas instituciones para regular aspectos infravalorados en la normatividad de la cadena de valor de los hidrocarburos, aunque de trascendencia mayúscula. Tal es el caso de la Seguridad Industrial y la Seguridad Operativa en el desarrollo de las actividades del sector hidrocarburos. Por ello, el artículo Décimo Noveno transitorio del Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de Energía, estableció las bases para la creación de una institución gubernamental, encargada de regular y supervisar las instalaciones y actividades

¹ Pimentel, Sergio, (17 de noviembre de 2021), *Los órganos reguladores en el sector energético de México*, recuperado de <https://energiaadebate.com/los-organos-reguladores-en-el-sector-energetico-de-mexico/>

del sector hidrocarburos en torno a la seguridad industrial, operativa y de protección al medio ambiente².

Esta institución es la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (ASEA), un órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), que regula y supervisa la seguridad industrial, operativa y de protección al ambiente de las actividades del sector de los hidrocarburos, incluyendo el desmantelamiento y abandono de instalaciones, así como el manejo integral de los residuos. Su objetivo es *“garantizar la seguridad de las personas y la integridad del medio ambiente con certidumbre jurídica, procedimental y de costos en el sector hidrocarburos”*³.

En este sentido, se entiende que debe existir una institución que tenga la pericia de conocer el concepto de seguridad, sus elementos y la adecuada implementación de los mismos en los procesos energéticos, en particular del sector hidrocarburos, que por su naturaleza implican mayores peligros y riesgos en comparación con los sectores eléctrico y de energías renovables.

En la actualidad hay otra institución que supervisa y regula que las actividades de los sectores eléctrico y de energías renovables sean ambientalmente seguras, la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), que al igual que la ASEA, es un órgano administrativo desconcentrado de la SEMARNAT.

A nuestra consideración, se deben trasladar esas funciones de seguridad en los sectores eléctrico y de energías renovables de la PROFEPA a la ASEA, con la finalidad de que sea una sola institución quien regule y ayude a garantizar la seguridad en la totalidad del sector energético, es decir, en los proyectos de: **(i) hidrocarburos, (ii) electricidad y (iii) energías renovables.**

² Cfr. Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en Materia de Energía, art. Décimo Noveno Transitorio, 2023, México.

³ Cfr. Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente, (15 de junio de 2016), *¿Qué es ASEA y qué regula?*, recuperado de <https://www.gob.mx/asea/articulos/que-es-asea-y-que-regula?idiom=es>

Asimismo, es importante hacer mención que la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS) también desempeña funciones de vigilancia y verificación en materia de seguridad ocupacional en los proyectos energéticos, incluidos los de energías renovables, aunque estas atribuciones legales de la STPS están más enfocadas a aspectos tendientes a la seguridad e higiene en el trabajo y no propiamente a la seguridad energética o elementos constitutivos de esta.

En el siguiente diagrama se muestran de forma genérica, parte de las actividades que realiza la ASEA en el ámbito de sus atribuciones legales dentro del sector de los hidrocarburos:



⁴ Fondo Mexicano del Petróleo para la Estabilización y el Desarrollo, *Reforma energética ¿Cómo se administran los ingresos petroleros de México?*, p. 7, recuperado de <http://www.fmped.org.mx/general/%7BDFD83752-27E2-4180-576B-1A5A2571CB3D%7D.pdf>

De lo demostrado en el diagrama anterior, se denotan parte de las funciones jurídicas y técnicas que establece y ejerce la ASEA en apego de su competencia legal. Es importante mencionar que el diagrama se enfoca en las actividades de *upstream*, es decir, la exploración y extracción de hidrocarburos. Sin embargo, se debe considerar que la ASEA regula, supervisa, inspecciona y vigila, entre otras funciones, toda la cadena de valor de los hidrocarburos; esto implica desde la exploración de los mismos hasta las estaciones de servicio que expenden derivados de los hidrocarburos a usuarios finales.

De tal forma que en México existen tres órganos reguladores en materia de hidrocarburos. Nos referimos a la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH), responsable del *upstream*; la Comisión Reguladora de Energía (CRE), que tiene bajo su regulación el *midstream*, el *downstream* y la industria eléctrica; por último, la ASEA, la encargada de la protección medioambiental y la seguridad industrial y operativa a lo largo de la cadena de valor en todo el sector de hidrocarburos. La CNH, CRE y ASEA convergen en la misma condición sustancial de sus actividades, que es la de regular; aunque ciertamente en niveles jurídicos distintos⁵.

Tanto la CNH como la CRE tienen una condición *sui generis* en su naturaleza jurídica, ya que fueron catalogadas por el legislador como órganos reguladores coordinados en materia energética. Es decir, se les diseñó y dotó de una esencia normativa distinta al esquema administrativo tradicional. Sin embargo, ambas dependencias, antes de ostentar esta condición jurídica especial, eran órganos administrativos desconcentrados de la Secretaría de Energía (SENER), misma naturaleza jurídica que actualmente posee la ASEA respecto de la SEMARNAT.

Dada su naturaleza y áreas prioritarias en que se desenvuelve, lo deseable sería que la ASEA tuviera una mayor autonomía, tanto en términos jurídicos como presupuestales y se le dotara de una naturaleza jurídica equiparable a la de un órgano regulador coordinado en materia energética.

⁵ Cfr. Pimentel, Sergio, *op. cit.*, recuperado de <https://energiaadebate.com/los-organos-reguladores-en-el-sector-energetico-de-mexico/>

En conclusión, la tarea quedó inconclusa en lo que respecta a la ASEA, pues, a diferencia de las otras dos instituciones reguladoras en materia energética (CNH y CRE), a la Agencia no se le confirió el mismo trato constitucional de ser un órgano regulador coordinado en materia energética⁶.

A nuestra consideración, esta situación atiende a una evolución legislativa en la naturaleza jurídica de cada institución, misma que se debe ir adecuando conforme a las exigencias normativas y fácticas, así como de otros factores que conlleven a propiciar el cambio jurídico en estas instituciones. A tal grado que, en un futuro próximo, tanto la CNH, CRE y ASEA lleguen a ser órganos constitucionales autónomos, implicando ello una mayor autonomía, y a su vez, una mayor relevancia en las funciones realizadas día con día por estas tres instituciones. Las tres tienen la compleja tarea de hacer funcional, eficaz, seguro y competitivo, al sector energético en México; concretamente, al de hidrocarburos, mismo que es un pilar esencial en el desarrollo del país.

Es de destacar que otra característica vital que comparten la CNH, CRE y ASEA es la multidisciplinariedad de su personal, en la cual destacan profesiones como la ingeniería petrolera, ingeniería química, ingeniería civil, economía, matemáticas, actuaría, ciencias ambientales, relaciones internacionales, derecho, geociencias, administración pública, tarifas, despacho eléctrico, por citar algunas. Esto permite que esas instituciones conformen una pluralidad de visiones que coadyuven para ejecutar sus atribuciones de manera exitosa⁷.

Es así que la ASEA es la primera institución en México especializada en velar por los intereses de la seguridad industrial, operativa y protección al medio ambiente del sector hidrocarburos, de manera integral. Su labor es esencial en el funcionamiento y desarrollo energético del país, toda vez que, al priorizar la seguridad, tanto industrial como operativa, en la normatividad que emite. Además de supervisar, inspeccionar y vigilar el actuar de sus regulados, *de facto*, propicia una protección al medio ambiente, pues contribuye a minorizar incidentes y

⁶ *Ídem.*

⁷ *Ídem.*

accidentes dentro de las actividades del sector hidrocarburos, lo que deriva en coadyuvar y disminuir, en medida de lo posible, afectaciones al medio ambiente. En síntesis, una buena gestión de seguridad aplicada en actividades, operaciones e instalaciones, entre otros, se materializa en una herramienta eficiente para propiciar la protección ambiental.

Cabe hacer mención que para la ASEA los regulados son las empresas productivas del Estado, las personas físicas y morales de los sectores público, social y privado que realicen actividades regulada. Es decir, aquellas personas físicas y morales que se encuentren habilitadas para realizar actividades del sector hidrocarburos. Por ende, que se encuentran obligadas a dar cumplimiento a las disposiciones normativas competencia de la Agencia⁸.

Seguridad Industrial y Operativa en materia de energías limpias

Derivado de lo anterior se comprende y reitera que el elemento de la seguridad en las actividades industriales es de suma importancia para que los proyectos de cada industria puedan operar con éxito y así disminuir, en la medida de lo posible, la materialización de riesgos al medio ambiente y la población.

En este sentido, como parte de las acciones para llevar a cabo la transición energética en nuestro país, se gestionan de forma paulatina un mayor número de proyectos energéticos, cuya finalidad es promover el uso de energías renovables y, así pues, ayudar a la reducción de emisiones contaminantes a la atmósfera, propiciar un esquema de ahorro y eficiencia eléctrico, entre otros.

Máxime, el desarrollo y uso de energías renovables no es ajeno a contar con elementos de seguridad inherentes a su funcionamiento. Cada proyecto, sin importar si se trata de energía solar, eólica, geotérmica, entre otras, debe contar

⁸ Cfr. Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, art. 3°, fr. VIII, 2023, México.

con elementos de seguridad que van desde la planeación, el diseño, la construcción, operación y hasta el desmantelamiento de las instalaciones.

La seguridad es intrínseca al desarrollo de cualquier actividad industrial y la misma tiende a implementarse y dividirse en Seguridad Industrial y Operativa. Si bien cada una se enfoca en partes muy particulares, ambas convergen en un objetivo principal, el cual recae en brindar seguridad a los proyectos de diversas industrias o sectores productivos, así como proteger a las personas, salvaguardar la integridad de las instalaciones y coadyuvar con la preservación del medio ambiente.

Como ya se refirió previamente, la Seguridad Industrial identifica los peligros y analiza, controla y administra los riesgos derivados de esas condiciones de peligro, además de establecer una serie de medidas, estrategias y acciones de seguridad para prevenir la manifestación de incidentes y accidentes, que en caso de presentarse, se puedan contar con los elementos de seguridad necesarios para atenderlos, con la finalidad de proteger a las personas, las instalaciones y al medio ambiente durante el desarrollo de actividades industriales o sectores productivos.

A su vez, la Seguridad Operativa realiza lo mismo que la Industrial, pero aplicado a las operaciones, procesos y procedimientos llevados a cabo en distintas etapas o fases de un proyecto, que van desde su diseño, hasta el abandono del sitio donde se ejecutan esos procesos, que son realizados en las instalaciones pertenecientes al desarrollo de actividades industriales o de sectores productivos. Es decir, la Seguridad Operativa va en función de aspectos internos (procesos, procedimientos y operaciones) y la Industrial abarca desde aspectos tanto internos como externos en el desarrollo de actividades.

En síntesis, la Seguridad Industrial vela por la seguridad durante el desarrollo de actividades industriales o de sectores productivos y la Operativa por la de los procesos de cada fase de los proyectos de esas actividades.

De tal forma que, es fundamental conocer las condiciones naturales que caracterizan a cada energía renovable, para poder identificar sus peligros y sus respectivas situaciones de riesgo. Esto permite el poder desarrollar e implementar

las más eficientes, idóneas y óptimas estrategias, medidas y acciones en materia de Seguridad Industrial y Operativa, bajo el argumento de prevenir riesgos y reducir sus afectaciones en la medida de lo posible, en caso de que estos se materialicen, con la finalidad primordial de brindar seguridad energética en el desarrollo y uso de energías renovables.

Finalmente, es importante poner énfasis en las implicaciones económicas y sociales, así como el impacto al medio ambiente que representa la ejecución de proyectos de energías renovables en México. En efecto, se debe priorizar que el uso de energías renovables sea sustentable. Lo anterior en dos vertientes: **(i)** que se genere el menor impacto ambiental y **(ii)** que se detone el desarrollo económico e industrial en las zonas donde se lleven a cabo los proyectos renovables.

Un adecuado y ordenado desarrollo en estas zonas puede atraer mayor inversión nacional y extranjera que permita emplear a más gente, aunado a que sea cada vez mayor la rentabilidad de estos proyectos y se aprovechen las ventajas geográficas de México para alcanzar metas reales de generación eléctrica sin precedentes a nivel mundial, teniendo nuestro país las condiciones naturales para conseguirlo.

Para facilitar el desarrollo de energías renovables en México es indispensable tener un marco jurídico adecuado que coadyuve a maximizar una acelerada transición energética. Lo anterior implica que la legislación energética y ambiental contemplen mecanismos financieros y ventajas fiscales necesarios para incentivar la generación de proyectos enfocados en las energías renovables, así como procedimientos de autorregulación, auditorías y evaluaciones ambientales eficaces que agilicen el cumplimiento normativo por parte de los generadores de estos proyectos. A su vez, que la autoridad ejecute sus atribuciones de forma categórica y funcional para evitar trabas burocráticas que entorpezcan la aprobación de tales proyectos, sin que esto implique inobservar las disposiciones jurídicas aplicables.

Por último, tanto el legislador como los órganos reguladores deben procurar esquemas para el cumplimiento normativo que sean funcionales, prácticos y, sobre todo, que doten de certeza jurídica a todos los participantes en el sector de las energías renovables, cuyas finalidades sean mejorar las condiciones ambientales,

sociales y económicas, así como las de la seguridad energética del Estado mexicano.

1.2 Concepto de Peligro

El peligro es un concepto que está inmerso en la vida diaria del ser humano, toda actividad que este realiza implica características o situaciones peligrosas, que a su vez tienen inherente un riesgo. En caso de ser mal ejecutada esa actividad, existe la posibilidad que a la postre pueda derivar en la materialización de un accidente y/o incidente.

Toda actividad productiva contiene características o condiciones intrínsecas de peligro propias (propiedades físicas o químicas) de elementos presentes en la misma, ya sea dentro del ambiente laboral, social, ambiental, industrial, entre otros. Además, cada actividad que realizamos contiene un grado potencial de riesgo, que puede ser bajo, moderado o alto. Al referirnos a características o propiedades intrínsecas se hace alusión a los atributos que ya posee por naturaleza el o los elementos que conforman una determinada actividad. *V.gr.:* condiciones de inflamabilidad (manejo y almacenamiento de gasolina), explosividad (manejo y almacenamiento de dinamita), altura (uso de una escalera o un andamio) ruido y vibración (operación de máquinas industriales), elementos estructurales del centro de trabajo (puntas con o sin filo), entre otros⁹.

Por lo general, la peligrosidad se puede expresar a través de magnitudes o medidas de sus características o propiedades, en algunos casos inclusive con relación al tiempo de exposición. A continuación, lo anterior se ilustra mediante unidades de medida de diferentes elementos: temperatura de inflamabilidad (grados Celsius, °C), voltaje (Volts, V), fuerza (Kgf), nivel de ruido (decibeles, dB), concentración de

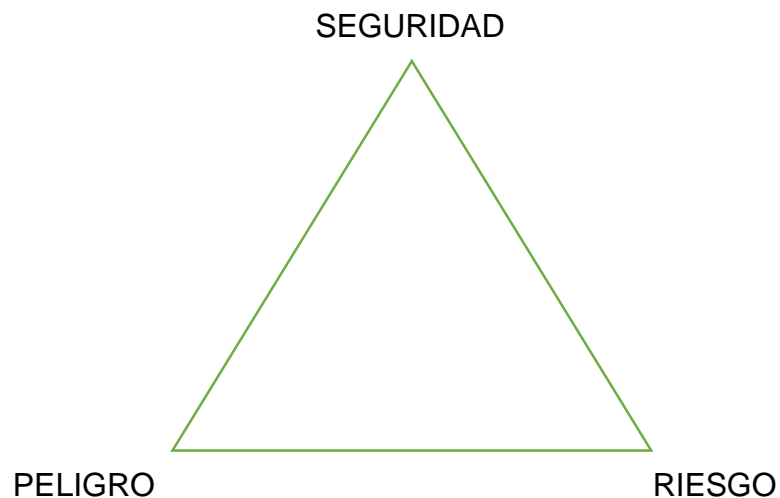
⁹ Cfr. Joel, Heberto, (28 de septiembre de 2019), *Peligro y Riesgo, diferencia y relación*, recuperado de <https://www.sepresst.com.mx/2019/09/28/peligro-y-riesgo-diferencia-y-relacion/>

un tóxico (partes por millón, ppm o miligramos por metro cúbico, mg/m3), entre otros¹⁰.

Por otra parte, la Organización Internacional de Normalización, “ISO” por sus siglas en idioma inglés (*Internacional Organization for Standardization*), en su Norma ISO 45001 determina que el peligro es una fuente, situación o acto con potencial para causar daño humano, deterioro de la salud, daños físicos o una combinación de estos¹¹.

Entonces, podemos definir el peligro como la “fuente o situación potencial de daño en términos de lesiones o efectos nocivos para la salud de las personas; daños a la propiedad; daños al entorno del lugar de trabajo; al medio ambiente o una combinación de éstos”¹².

En virtud de lo anterior, consideramos que el peligro, el riesgo y la seguridad, forman una interdependencia entre sí, ejemplificada en la siguiente imagen:



¹⁰ Cfr. *Ídem*.

¹¹ Cfr. ISOtools Excellence, (s.a.), *Norma ISO 45001: ¿Qué diferencias existen entre los peligros y riesgos?*, recuperado de <https://www.isotools.org/2018/07/26/norma-iso-45001-diferencias-entre-peligros-y-riesgos/#:~:text=Seg%C3%BAn%20la%20norma%20ISO%2045001%2C%20un%20peligro%20es%20una%20fuente,o%20una%20combinaci%C3%B3n%20de%20estos.>

¹² Disposiciones administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para la conformación, implementación y autorización de los Sistemas de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente aplicables a las actividades de Expendio al Público de Gas Natural, Distribución y Expendio al Público de Gas Licuado de Petróleo y de Petrolíferos, art. 4°, fr. XXI, 2023, México.

Con esta imagen se entiende que tal interdependencia implica una necesidad de manifestación e interacción continua entre estos tres conceptos. O sea, sin la presencia de un concepto, la razón de ser de los otros dos carecería de valor y sentido.

Por ende, el peligro es una de las aristas que conforman el “Triángulo Preventivo de Seguridad” ya referido, siendo el riesgo y la seguridad las otras dos aristas de este triángulo, conceptos que desarrollaremos posteriormente.

Es así como el peligro se detona en situaciones de riesgo a lo largo de las actividades que realiza el ser humano, quien tiene esta obligación de generar e implementar estrategias, medidas y acciones de seguridad que puedan atender esas situaciones.

A continuación, se presenta en la siguiente tabla una muestra representativa de ejemplos del peligro que implica el desarrollo de ciertas actividades dentro de la industria energética y sus diferentes sectores.

SECTOR DE LA ACTIVIDAD DENTRO DE LA INDUSTRIA ENERGÉTICA	ACTIVIDAD	SUSTANCIA O CONDICIÓN	PELIGRO
Hidrocarburos	Llenar el tanque de un automóvil en una estación de servicio (Gasolinera)	Gasolina	Inflamabilidad
Hidrocarburos	Instalación de un ducto	Gas Natural	Explosividad
Eléctrico	Reparación de una línea de transmisión y/o distribución	Electricidad	Corriente Eléctrica
Energías Renovables	Implementación de un pozo de exploración en un yacimiento de energía geotérmica	Calor del interior de la Tierra	Cuerpos de roca caliente

Tomando como base todo lo plasmado a lo largo del presente subtema, podemos comprender que el peligro representa una fuente de potencial de daño a las personas, instalaciones y medio ambiente. Esto debido a las características y condiciones intrínsecas de las fuentes o situaciones potenciales de daño que dan lugar a ese peligro. Asimismo, concluimos que todo peligro conlleva un riesgo que puede desencadenar, en caso de materializarse, en incidentes y accidentes durante el desarrollo de las actividades realizadas por el ser humano.

A efecto de llevar a cabo una operación industrial adecuada es necesario crear e implementar estrategias, medidas y acciones de seguridad que busquen proteger a las personas, instalaciones y medio ambiente principalmente y, en su caso, atender las emergencias suscitadas ante el inminente peligro y riesgo que implican el desarrollo de ciertas actividades. Para nuestro caso en particular, aquellas actividades relacionadas la industria energética y sus diferentes sectores (hidrocarburos, eléctrica y energías renovables).

1.3 Concepto de Riesgo

El término riesgo debe entenderse como la posibilidad que conlleva una actividad de generar una pérdida o sufrir algún daño, detonando esto en un peligro inminente en caso de materializarse; el riesgo *per se* implica un efecto negativo o adverso durante el desarrollo de la actividad en cuestión. Por ende, a través de la creación e implementación de estrategias y mecanismos de seguridad se contribuye a prevenir riesgos y contener peligros que puedan ocasionar algún daño a las personas, actividades, medio ambiente, entre otros¹³.

Se define al riesgo como la situación que conduce a una consecuencia negativa no deseada en un acontecimiento, o bien, como la probabilidad de que suceda un determinado peligro potencial. Es decir, consecuencias no deseadas en el

¹³ Cfr. Rodellar Lisa, Adolfo, *Seguridad e Higiene en el Trabajo*, Colombia, Alfaomega-marcombo, 2008, p. 9.

desarrollo de una actividad determinada en relación con la probabilidad de que ocurran¹⁴.

Desde el punto de vista técnico, la definición más precisa de riesgo es la basada en el producto de la frecuencia prevista para un determinado suceso por la magnitud de las consecuencias probables:

$$\text{Riesgo} = \text{Frecuencia} \times \text{Magnitud de consecuencias}^{15}.$$

Así, si un accidente tiene una frecuencia estimada de una vez cada 50 años y consecuencias estimadas en un centenar de muertos, el riesgo es de dos muertes por año. O, si el accidente con la misma frecuencia produce pérdidas evaluadas en 300 millones de pesos, el riesgo es de 6 millones de pesos por año¹⁶.

Este concepto tiene múltiples significados en diversos ámbitos de la vida humana, como lo son el trabajo, la economía, las finanzas, la justicia, entre otros. Cada acepción del término riesgo conlleva al entendimiento de una situación adversa que va en contra de lo que se considera seguro y dicha situación de riesgo viene antecedida de una condición de peligro.

Es así que al riesgo se le considera como la probabilidad de ocurrencia de un evento indeseable medido en términos de sus consecuencias en las personas, instalaciones, medio ambiente o comunidad¹⁷.

De tal forma que el riesgo implícitamente incluye en su significado la posibilidad de que una situación o acción derive en algo negativo, pudiendo ocasionar una afectación o daño a las personas, instalaciones y entorno en general que se relacionen con la ejecución de una actividad en específico. Ante esto, es necesario comprender qué tipo de peligros y sus respectivos riesgos implica el desarrollo de

¹⁴ Cfr. Casal, Joaquim *et al.*, *Análisis del riesgo en instalaciones industriales*, Colombia, Alfaomega- Universitat Politècnica de Catalunya, 2001, p. 19.

¹⁵ Cfr. *Ídem*.

¹⁶ Cfr. *Ídem*.

¹⁷ Cfr. Disposiciones administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para la conformación, implementación y autorización de los Sistemas de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente, aplicables a las actividades del Sector Hidrocarburos que se indican, art. 6, fr. XXVI, 2023, México.

una actividad, el nivel de esos riesgos y cómo se pueden generar estrategias, medidas y acciones para contener y administrar dichos riesgos.

El riesgo como término de medición refleja la magnitud de los daños frente a una situación peligrosa, asumiendo una determinada vulnerabilidad frente a cada tipo de peligro. Si bien el riesgo no siempre se materializa, esto no implica que se extinga o deje de estar presente. Al contrario, siempre está latente cuando hay condiciones de peligro que lo generan¹⁸.

Dando continuidad al punto anterior, la previsibilidad es el concepto que ata por completo al riesgo con la seguridad, ya que esta última debe prever las situaciones de riesgo presentes en una actividad que implique condiciones de peligro para las personas, las instalaciones de trabajo de esas personas o su medio ambiente. En este sentido, la prevención del riesgo ayuda a contemplar situaciones de peligro adversas, lo que brinda certeza para actuar en caso de que el riesgo se materialice. Por el contrario, la predicción es un concepto que no debe afianzarse cuando analizamos y evaluamos escenarios de riesgo, toda vez que es imposible saber con certeza cuándo y dónde un riesgo va a materializarse. De esto parte la base de recurrir mejor a medidas preventivas y no a simples predicciones¹⁹.

A su vez, debido a la gran variedad de riesgos hay diversas clasificaciones. Sin embargo, desde un punto de vista general, se pueden clasificar en las tres siguientes categorías:

1. Riesgos de categoría A: Son los inevitables y aceptados (morir fulminado por un rayo).
2. Riesgos de categoría B: Son los evitables en principio, pero que deben considerarse inevitables si quiere integrarse plenamente en la sociedad moderna (morir en un accidente aéreo o de automóvil).

¹⁸ Cfr. Guixà Mora, Jaime, *Técnicas generales de análisis, evaluación y control de riesgo*, España, Universitat Politècnica de Catalunya-UPCGRU, 2017, p. 1.

¹⁹ Cfr. *Ídem*.

3. Riesgos de categoría C: Son los normalmente evitables y voluntarios (practicar un deporte peligroso)²⁰.

Máxime la clasificación previa, desde el enfoque del desarrollo de actividades industriales los riesgos pueden clasificarse en otras tres categorías:

1. Riesgos convencionales: Son los relacionados con la actividad y el equipo existentes en cualquier sector (electrocución, caídas).
2. Riesgos específicos: Son los asociados a la utilización o manipulación de sustancias o productos que por naturaleza pueden ocasionar daños (productos tóxicos, radioactivos).
3. Riesgos mayores: Son los relacionados con accidentes y situaciones excepcionales. Sus consecuencias pueden presentar una especial gravedad ya que la rápida expulsión de sustancias o productos peligrosos pueden afectar a áreas considerables (escape de gases, explosiones)²¹.

De estos tres tipos de riesgo, los dos primeros corresponden al tratamiento considerado clásico de la seguridad e higiene en el trabajo, siendo más fáciles de prever. Por el contrario, las características especiales de los “riesgos mayores” los convierten en la contingencia más difícil de prever y atender. Toda vez que los mismos ultrapasan los límites de las instalaciones e inciden sobre la población externa (la que se encuentra fuera del centro de trabajo) y sobre el medio ambiente²².

Por otra parte, consideramos necesario separar los conceptos de peligro y riesgo en vez de utilizarlos como sinónimos, debido a que ambos conceptos tienen implicaciones distintas, pese a que los mismos están estrechamente relacionados.

Es común confundir los tipos de peligros con riesgos, encontrándonos términos tales como: Riesgos Biológicos, Riesgos Químicos, Riesgos Físicos, entre otros. En

²⁰ Cfr. Casal, Joaquim *et al.*, *op. cit.*, p. 20.

²¹ Cfr. *Ibidem*, p. 21.

²² Cfr. *Ibidem*, p. 22.

realidad, la denominación correcta que debiera emplearse es la referida a los peligros: Peligros Biológicos, Peligros Químicos, Peligros Físicos, entre otros²³.

Reiteramos, es importante recalcar la distinción entre los conceptos de peligro y riesgo, ya que, como explicamos con anterioridad, cada uno tiene características distintas, aún y cuando ambos converjan al abordarse el tema de seguridad. A pesar de ello, en determinados países se insiste en manejar ambos conceptos (peligro y riesgo) como sinónimos, generando confusión y discrepancia entre la normatividad internacional en temas de seguridad.

En España, por ejemplo, al traducirse las palabras “Hazard” y “Risk” del idioma inglés ambos términos fueron considerados como sinónimos, pues, según el diccionario, “Hazard” significa Peligro o Riesgo y “Risk” significa Riesgo. Por lo que asumieron que estas dos palabras se referían a lo mismo; de ahí que, en la normativa y literatura relativa a temas de seguridad en España, se hable de riesgos laborales y no de peligros. Este problema de traducción contribuyó enormemente a confusiones entre estos dos conceptos. Una muestra de lo anterior es que en la normativa inglesa la clasificación de los peligros que generan los residuos hospitalarios es de carácter biológico, “*Biohazard*”. Por la tanto, la traducción correcta sería “Peligro Biológico”, pero en la literatura española se le traduce como Riesgo Biológico²⁴.

A raíz de esto, es importante denotar que, cuando se mezclan y se les equipara como iguales a ciertos conceptos en normativas internacionales o de diferentes países, incluso en normativas internas (de diversas regiones o lugares de un mismo país o territorio), afloran las discrepancias que existen entre las normativas, lo cual detona en confusiones entre conceptos en específico²⁵.

En este sentido, resulta indispensable tener correctamente definidos los conceptos y dar claridad respecto al uso o aplicación de los mismos, a fin de normalizar de

²³ Cfr. Pinto Ariza, Pablo José, (2 de enero de 2017), *Peligros, Riesgos e Incidentes Laborales ¿Por qué tanta confusión? Revisión del caso de Perú*, recuperado de <https://es.linkedin.com/pulse/peligros-riesgos-e-incidentes-laborales-por-qu%C3%A9-tanta-pinto-ariza>

²⁴ Cfr. *Ídem*.

²⁵ Cfr. *Ídem*.

forma idónea y estandarizar los términos que son utilizados en los diferentes países o regiones donde se realizan las mismas actividades productivas.

De tal forma que, para comprender con mayor facilidad esta distinción entre peligro y riesgo, se debe entender que el peligro se identifica; a su vez, el riesgo se analiza, después se evalúa y finalmente se clasifica, con la finalidad de gestionar y administrar el mismo, para, a la postre, coadyuvar a dar atención ante la materialización de determinados siniestros o eventos no deseados, tales como incidentes y accidentes, y con ello prevenir que los daños o afectaciones que estos puedan ocasionar a las personas, instalaciones y medio ambiente sean mínimos.

Por lo anterior, es vital que primero se identifiquen los tipos de peligro, para posteriormente analizar, valorar y evaluar el nivel, grado y gravedad (siniestralidad) de riesgo que implican los mismos. Esto proporciona la información necesaria para estar en condiciones de diseñar y establecer escenarios de riesgo, a través de los que se tomen decisiones apropiadas sobre la prioridad, medidas de seguridad y tipo de acciones preventivas para que no se materialice el riesgo y, en caso de que este llegue a materializarse, se apliquen los protocolos o acciones necesarias para atender los incidentes y accidentes que se presenten en una actividad productiva en específico²⁶.

El riesgo *per se* no se puede predecir ni tampoco eliminar, ya que la condición negativa o adversa intrínseca al mismo (consecuencia) siempre está latente de poder producirse. Por lo tanto, es necesario prevenir el riesgo y las potenciales afectaciones que este puede tener derivadas de su materialización. Esa prevención del riesgo se da a través de la creación e implementación de medidas y estrategias de seguridad, así como del desarrollo de protocolos de respuesta a emergencias para actuar de inmediato en caso de que el riesgo se materialice y ocurra un evento negativo.

Con esto comprendemos que no se puede predecir con exactitud en qué momento y lugar se puede manifestar el riesgo y menos eliminar por completo la posibilidad

²⁶ Cfr. *Ídem*.

de que el mismo se materialice. No obstante, sí se pueden establecer medidas y estrategias de seguridad para prevenir el riesgo, así como desarrollar e implementar acciones que se llevarán a cabo al momento de que este se manifieste, con la finalidad de resolver esa situación negativa o adversa derivada de la materialización del riesgo y poder controlar su manifestación de la mejor forma posible.

V. gr. no puedo predecir fehacientemente la posibilidad que tengo de caerme ni el día, lugar y hora en que esto me pueda ocurrir, como tampoco puedo eliminar la posibilidad de que esto me pueda suceder; máxime lo anterior, lo que sí puedo hacer es ejecutar medidas y estrategias de seguridad (medidas preventivas) con el objetivo de reducir lo más que pueda la posibilidad de que me pueda caer (materialización del riesgo) y, en caso de caerme, proceder a realizar los protocolos para atenderme y salvaguardar mi integridad física.

Es fundamental constituir una cultura preventiva en torno al desarrollo de actividades que impliquen algún tipo de riesgo que pueda exponer principalmente la integridad física de las personas, sensibilizando a todo el personal de trabajo sobre los riesgos latentes que representa su labor cotidiana y, por ende, las actividades y procesos que se realizan en sus centros de trabajo. Esto propicia que no se infravaloren o minimicen los factores de riesgos a los que están expuestos los trabajadores, cobrando la cultura preventiva un papel sustancial en la salvaguarda de la integridad física de las personas²⁷.

Para esto, se requiere que se definan el orden de los pasos a seguir para controlar y atender al riesgo, iniciando por el análisis y evaluación del mismo.

El análisis del riesgo es el proceso dirigido a identificar el peligro y conocer las amenazas, además de posibles eventos adversos, que existen al momento de realizar algún proyecto, previo a iniciar las actividades y procesos del mismo²⁸.

²⁷ Cfr. Guixà Mora, Jaime *et al.*, *Prevención de riesgos laborales*, España, Universitat Politècnica de Catalunya-UPCGRAU, 2013, p. 16.

²⁸ Cfr. Rubio Romero, Juan Carlos, *Métodos de evaluación de riesgos laborales*, España, Ediciones Díaz de Santos, 2004, pp. 20-21.

Al momento de realizar un análisis del riesgo se debe tomar en consideración, en forma secuencial: la identificación del peligro, la estimación del riesgo, la probabilidad de que el riesgo se materialice y la siniestralidad del riesgo²⁹.

Un análisis exhaustivo del riesgo, es el mejor sistema para establecer la frecuencia con que presumiblemente sucederá un accidente, con lo que se obtiene un valor para el riesgo en el desarrollo de una actividad³⁰.

Por lo que respecta a la evaluación del riesgo, se entiende que esta es el proceso dirigido a estimar la magnitud de los riesgos, obteniendo la información necesaria para estar en condiciones de tomar decisiones respecto a las medidas y estrategias de seguridad a implementar ante esos riesgos latentes. Es de resaltar que el objetivo final de la evaluación de riesgos no es únicamente evaluar los riesgos como tales, también pretende ser una herramienta para gestionar el control de dichos riesgos, evitando así que se produzcan daños a la salud de las personas y afectaciones a las instalaciones y al medio ambiente³¹.

La evaluación de riesgos se lleva a cabo, una vez que previamente se realizó el análisis de los mismos y va orientada a la determinación de aspectos como:

- ❖ Accidentes que pueden ocurrir
- ❖ Frecuencia de estos accidentes
- ❖ Magnitud de sus consecuencias³².

También es importante referir a los indicadores de riesgo, que consisten en medidas o parámetros que proveen elementos e información para observar y fijar el nivel de riesgo implícito en una actividad o situación y la amenaza aparejada a la misma, permitiendo aplicar mayores recursos (económicos, personal de trabajo, financieros, tecnológicos, entre otros) o medidas de seguridad a aquellas

²⁹ Cfr. Guixà Mora, Jaime, *Técnicas generales de análisis...*, cit., p. 32.

³⁰ Cfr. Casal, Joaquim *et al.*, *op. cit.*, *Análisis del riesgo en instalaciones industriales*, pp. 33-35.

³¹ Cfr. Baquero Serrano, Carmen (coord.), *Manual básico de prevención de riesgos laborales*, España, Ediciones CEF, 2014, pp. 252-253.

³² Cfr. *Ídem*.

actividades o situaciones más endebles y que implican un riesgo mayor en comparación con otras menos riesgosas³³.

En este sentido, antes de implementar medidas o acciones preventivas, primero se debe analizar las situaciones de riesgo; evaluar el potencial daño de las mismas; establecer los escenarios de riesgo y clasificar el tipo de afectación que pueden derivar de ellos, para que al final se cuenten con los elementos necesarios y suficientes para estar en posibilidades de controlar y gestionar las situaciones de riesgo.

Es así que se deben contemplar, implementar y ejecutar las medidas de seguridad necesarias para atender la posibilidad de materialización de un riesgo en específico. Por ende, conocer y dimensionar las situaciones de riesgo facilita el desarrollo de estrategias y medidas de seguridad para dar atención a eventos negativos que se susciten en un determinado momento.

A su vez, el riesgo tiene una serie de elementos inherentes que se deben considerar:

1.- La Probabilidad: Es una medida que brinda mayor certidumbre respecto a conocer los posibles resultados de la ocurrencia de un evento determinado. Cuando no estamos seguros del resultado de un evento, podemos hablar de la probabilidad de ciertos resultados. Lo anterior, vinculado con el riesgo, implica tener conocimiento de qué tan posible es que ocurra un riesgo derivado del desarrollo de una actividad o hecho³⁴.

2.- La Frecuencia: Es la medida del número de veces (cantidad) que se repite un fenómeno por unidad de tiempo de cualquier evento periódico³⁵.

³³ Cfr. Población García, Francisco Javier, *La gestión del riesgo en empresas industriales*, España, Delta Publicaciones-Grupo Vanchri, 2013, p. 205.

³⁴ Cfr. Khan Academy, (s.a.), *Probabilidad: conceptos básicos*, recuperado de <https://es.khanacademy.org/math/probability/probability-geometry/probability-basics/a/probability-the-basics#:~:text=La%20probabilidad%20es%20simplemente%20qu%C3%A9,probabilidad%20se%20le%20llama%20estad%C3%ADstica>.

³⁵ Cfr. Scientific Committees, (s.a.), *Glosario: Frecuencia*, recuperado de https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/opinions_layman/es/campos-

3.- La Periodicidad: Es la continuidad observada en las fases de un fenómeno o evento, cuya repetición (tiempo) puede ser diaria, semanal, quincenal, mensual, entre otras. En este sentido, se entiende que la periodicidad es recíproca a la frecuencia³⁶.

4.- La Consecuencia: Es el desenlace que tiene el desarrollo de una actividad o hecho, pudiendo ser negativo o con aspectos adversos para las personas y/o su entorno.

5.- La Severidad: Es otra métrica o valor asignado, clave en el análisis cuantitativo del riesgo, y se define como el porcentaje de daño o afectación que puede presentar algo o alguien ante la exposición y el riesgo que representa el desarrollo de una actividad determinada³⁷.

6.- El Análisis del riesgo: Consiste en identificar el peligro y comprender el respectivo riesgo que trae consigo. Implica un proceso para vislumbrar de inicio problemas o afectaciones que puede tener la realización de un hecho o actividad en específico. Incluye un diseño de medidas preventivas y estrategias documentales, como protocolos de respuesta a emergencias, lineamientos de seguridad, entre otros, que sirven de guía para saber cómo actuar y que planes o protocolos se deben seguir ante la manifestación de un evento negativo³⁸.

7.- La Evaluación del riesgo: Se basa en contemplar los elementos y condiciones físicas, biológicas, entre otras, con la finalidad de obtener indicios de una posible afectación que implica el desarrollo de una determinada actividad o hecho, estimando el daño que esta situación de riesgo puede ocasionar. Es conveniente que la misma se rija bajo el principio “ALARP” (As Low As Reasonably Practicable),

electromagneticos/glosario/def/frecuencia.htm#:~:text=Frecuencia%20es%20la%20medida%20del,repite%20la%20onda%20por%20segundo.

³⁶ Cfr. Alegsa, Leandro, (6 de junio de 2019), *Definición de Periodicidad.*, recuperado de <https://www.definiciones-de.com/Definicion/de/periodicidad.php>

³⁷ Cfr. Pérez Soriano, Javier, (s.a.), *Evaluación inicial del riesgo*, recuperado de <http://www.prevenciondocente.com/evaluacion.htm>

³⁸ Cfr. Guixà Mora, Jaime, *Técnicas generales de análisis...*, cit., p. 32.

que significa que el riesgo se reduzca al nivel tan bajo como sea razonablemente factible³⁹.

8.- Los Escenarios y Clasificación del riesgo: Son esquemas gráficos o campos delimitados de probabilidades que reflejan las condiciones de riesgo presentes y futuras, por medio de los que se facilitan la comprensión y priorización de los problemas, así como la formulación y ejecución de las acciones de intervención requeridas. Un escenario de riesgo se representa por medio de la caracterización y/o análisis de los factores de riesgo; sus causas; la relación entre ellas; los actores causales; el tipo y nivel de daños que pueden presentarse; la identificación de los principales factores que requieren intervención; las medidas posibles a aplicar y los actores públicos y privados que deben intervenir en la planeación, ejecución y control de las líneas de acción. Resulta así que el escenario de riesgo busca presentar un panorama de la situación que representa el desarrollo de una actividad productiva, para conocer cuáles son los factores que generan el riesgo de dicha actividad, mismos que pueden propiciar la ocurrencia de un evento negativo y ocasionar algún daño a las personas, instalaciones y medio ambiente⁴⁰.

Por su parte, la clasificación del riesgo es un conjunto de indicadores, tanto cualitativos (niveles bajo, medio y alto) como cuantitativos (escala de 1 a 5), que ayudan a dimensionar la percepción sobre la severidad del daño o situación negativa que puede ocasionar una determinada actividad o hecho instaurado e implementado, ya sea por compañías, sectores industriales u organismos reguladores gubernamentales de un país, región o a nivel internacional. La clasificación del riesgo es normada y estandarizada a través de mejores prácticas o estándares internacionales, pudiendo variar la nomenclatura, signos, letras,

³⁹ Cfr. Universidad Miguel Hernández, *Reducción de riesgos al nivel más bajo posible durante el diseño*, Revista Prevención Express, España, núm. 341, febrero de 2004, recuperado de <https://prevencion.umh.es/files/2011/10/reduccion-de-riesgos-al-nivel-mas-bajo-posible-durante-el-diseno.pdf>

⁴⁰ Cfr. Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres. Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, (s.a.), *¿Escenarios de riesgo de desastres y escenarios de cambio climático?*, recuperado de <http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Documents/Conocimiento/Escenarios-de-riesgo-de-desastres-y-escenarios-de-cambio-climatico.pdf>

entre otros; pero conservando la esencia de menor a mayor en la escala y nivel del riesgo.

9.- El Control y la Gestión del riesgo: El propósito del control de riesgo es analizar el funcionamiento, la efectividad y el cumplimiento de las medidas de protección, para determinar y ajustar sus deficiencias. Asimismo, las actividades llevadas a cabo en un determinado proceso tienen que estar integradas en un plan operativo institucional, donde estén debidamente establecidos los momentos de las intervenciones y los responsables de ejecución⁴¹.

En torno a la gestión del riesgo, también entendida como administración del riesgo, implica el establecer todas las acciones fácticas como: contar con señalizaciones, entrenamiento, simulacros de personal, protocolos o lineamientos de seguridad establecidos o normalizados previamente, entre otros. Asimismo, contemplan la posibilidad de tener los medios monetarios necesarios para transferir el riesgo a través de mecanismos financieros como pólizas de seguros, fideicomisos, inversiones, entre otros, mismos que sirvan de sustento económico para responder ante un evento negativo. En el proceso continuo de la gestión de riesgo, las conclusiones que salen como resultado del control de riesgo nos sirven como fuente de información cuando se inicia de nueva cuenta en el proceso del análisis de riesgo⁴².

El control y la gestión del riesgo se basan en las respuestas y soluciones que se tienen para hacer frente al riesgo, a través de la implementación de una serie de medidas y acciones coordinadas para atender, contener, mitigar, dirigir, controlar y administrar el riesgo, teniendo la posibilidad de poder responder adecuadamente ante la materialización del riesgo.

10.- La Regulación Basada en Riesgos: Tiene la finalidad de estandarizar legal y técnicamente, instrumentos normativos que tienen su base en el entendimiento y consideración de factores de riesgo. Esta normatividad basada en riesgos ayuda a

⁴¹ Cfr. Erb, Markus, (s.a.), *Gestión de Riesgo en la Seguridad Informática*, recuperado de https://protejete.wordpress.com/gdr_principal/control_riesgo/

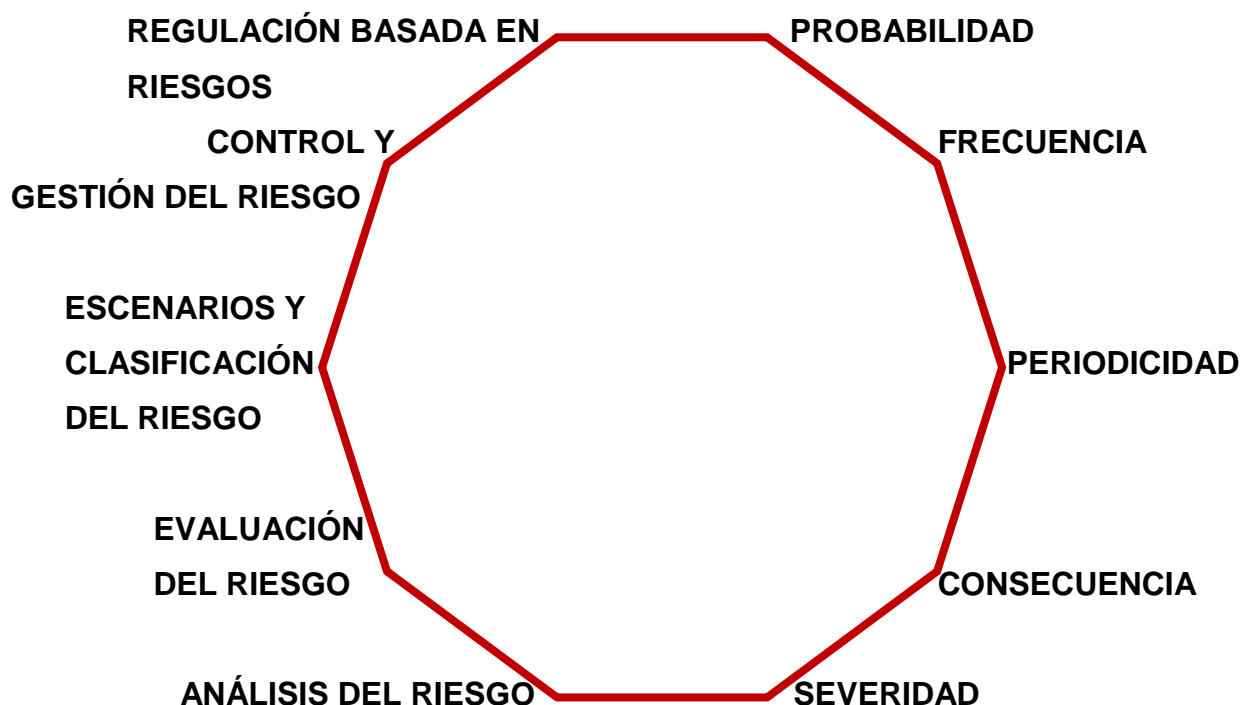
⁴² Cfr. *Ídem*.

implementar estrategias, métodos, acciones, lineamientos, entre otros, considerando lo establecido a través de estándares nacionales e internacionales y las mejores prácticas realizadas en una determinada industria, principalmente.

De esta forma, se tienen disponibles las soluciones que ayudan a controlar y gestionar oportunamente los riesgos y, a su vez, dar atención ante la manifestación de incidentes y accidentes, permitiendo así proteger adecuadamente a las personas, su entorno y las instalaciones de trabajo donde se desarrollen las actividades de riesgo.

Los elementos anteriormente descritos conforman el “Decágono del Riesgo”, toda vez que estos son esenciales para que se integre y contemple al riesgo como factor vital en el desarrollo de toda actividad o hecho, coadyuvando a implementar estrategias, medidas y acciones, entre otros, que brinden seguridad y propicien bienestar a las personas, sus centros de trabajo (instalaciones) y sus distintos entornos, incluyendo al medio ambiente, ya sea durante el desarrollo y operación de actividades industriales, sectores productivos o actividades en general.

A continuación, se muestra el diagrama que ejemplifica la conformación de los elementos del “Decágono del Riesgo”:



En virtud de lo anterior, es esencial comprender la interdependencia entre estos elementos, toda vez que cada uno representa una parte esencial en la conformación del riesgo. El “Decálogo del Riesgo” también facilita el entendimiento e importancia de las implicaciones del riesgo para el inicio y establecimiento de toda actividad productiva en cualquier industria, permitiendo hacer más seguro su desarrollo, salvaguardando a las personas, instalaciones y medio ambiente.

En la siguiente tabla se presenta una muestra representativa de ejemplos del riesgo que implica el desarrollo de ciertas actividades dentro de la industria energética y sus diferentes sectores:

SECTOR DE LA ACTIVIDAD DENTRO DE LA INDUSTRIA ENERGÉTICA	ACTIVIDAD	SUSTANCIA O CONDICIÓN	PELIGRO	RIESGO
Hidrocarburos	Llenar el tanque de un automóvil en una estación de servicio (Gasolinera)	Gasolina	Inflamabilidad	Probabilidad de que se produzca un incendio
Hidrocarburos	Instalación de un ducto	Gas Natural	Explosividad	Probabilidad de que se produzca una explosión
Eléctrica	Reparación de una línea de transmisión y/o distribución	Electricidad	Corriente Eléctrica	Probabilidad de que se produzca una descarga eléctrica
Energías Renovables	Implementación de un pozo de exploración en un yacimiento de energía geotérmica	Calor del interior de la Tierra	Cuerpos de roca caliente	Probabilidad de que se produzca un incendio

En razón de lo analizado y explicado previamente, es indispensable que exista el peligro para que el riesgo se encuentre latente, dado que primero debe haber una condición de peligro para que esta, a su vez, implique un riesgo.

Por ende, debemos comprender que de inicio es primordial el poder identificar el peligro que implican las características químicas, elementos biológicos y/o agentes físicos presentes durante el desarrollo de una actividad. Seguido de eso, es fundamental dimensionar las condiciones de riesgo que implica ese peligro previo; analizando y evaluando para tales efectos la probabilidad, frecuencia, periodicidad, consecuencia y severidad del riesgo que conlleva realizar determinada actividad; para posteriormente, proceder a analizar y evaluar el riesgo de las actividades a realizar e implementar escenarios de riesgos en cada actividad y poder clasificar los riesgos inmersos en ellas.

Permitiendo contar con las condiciones necesarias para controlar y gestionar el riesgo, empleando las medidas y estrategias de seguridad con los mejores estándares nacionales e internacionales, así como las mejores prácticas de la industria, ambas previamente normalizadas y plasmadas en diversa regulación basada en riesgos y demás normatividad aplicada a cuestiones de seguridad, tanto a nivel local como mundial.

Tomando en cuenta todo lo anterior, estaremos en condiciones idóneas para desarrollar e implementar las estrategias o medidas de seguridad que se ejecutarán para identificar de inicio el peligro y, a la postre, analizar y evaluar el riesgo que implica el desarrollo de cualquier actividad industrial o en general. Así, en el caso de materializarse tal riesgo y derivar en un evento indeseable (accidente y/o incidente), permitir con base en la implementación de las medidas de seguridad el estar en posibilidades de mitigar y atender adecuadamente los daños que se puedan generar a las personas, instalaciones y entorno ambiental de la población (medio ambiente).

1.4 Concepto de Seguridad

La seguridad es la técnica preventiva no médica, que se ocupa del estudio prevención y control del riesgo que puede dar lugar a la materialización de incidentes y accidentes. Los accidentes son sucesos bruscos, inesperados e indeseables que causan afectaciones a las personas y sus entornos (laboral, medio ambiente, social, entre otros), en el entendido de que si estos producen exclusivamente daños materiales, se les denomina incidentes⁴³.

En este sentido, la seguridad es la garantía que nos permite hacer una actividad con plena confianza y certidumbre de saber que los efectos negativos de realizar la misma son mínimos.

Seguridad en todas sus connotaciones implica la cualidad de protección, certeza o confianza que otorga el uso o manejo de algún objeto o sustancia, así como el realizar una determinada actividad. Se infiere que el desarrollo de la misma o uso de ese objeto o sustancia es seguro, brindando así el blindaje necesario en favor de algo o alguien para no sufrir una consecuencia con resultados negativos que pudieran ocasionar algún daño⁴⁴.

El término de seguridad trae intrínseco *per se* el entendimiento de que el riesgo latente al momento de realizar determinada actividad o ejecutar cierto procedimiento es mínimo o nulo. Sin embargo, el generar condiciones para que una actividad pueda desarrollarse de forma segura implica el diseñar y establecer una serie de mecanismos y procesos que garanticen la salvaguarda de esa actividad, así como del capital humano necesario para su operación y funcionamiento.

Como ha quedado demostrado anteriormente, el peligro, el riesgo y la seguridad son conceptos inherentes uno del otro. Al presentarse las condiciones de peligro de alguna sustancia, actividad, entre otros, y al existir la posibilidad de que se pueda

⁴³ Cfr. Ruíz Rodríguez, Ignacio y Torollo González, Francisco Javier (coords.), *Curso de prevención de riesgos laborales: España en el marco de la Unión Europea*, España, Editorial Dykinson, 1999, p. 163.

⁴⁴ Real Academia Española, "Seguridad", recuperado de <https://dle.rae.es/seguridad>

materializar el riesgo (ya sea que se ocasione un accidente, incidente, siniestro, entre otros), debe haber una medida o estrategia de seguridad que contenga y haga frente a esa materialización del riesgo. Por lo tanto, la seguridad primariamente tiene una esencia preventiva, por lo que debe contemplar los escenarios de riesgo que impliquen un peligro para las personas, instalaciones y su entorno ambiental.

La seguridad es vital para gestionar con éxito los proyectos en cualquier industria. Las estrategias de seguridad se ven inmersas desde la planeación o diseño de un proyecto hasta la culminación y abandono de las actividades industriales respectivas. El contar con estrategias de seguridad coadyuva a minimizar la propagación de incidentes y accidentes, así como dar atención oportuna ante cualquier evento que se llegue a suscitar e implique un riesgo humano, material y al medio ambiente.

Aplicar una correcta y eficiente administración de la seguridad en los proyectos de trabajo permite generar un entorno seguro, confiable y saludable para la realización de actividades, que también conduce a mejorar la calidad y productividad entre los trabajadores y las obligaciones que estos tienen en cada proceso productivo de sus actividades laborales⁴⁵.

Asimismo, la seguridad debe permitir una coexistencia sana entre el ser humano, el desarrollo de sus actividades industriales o productivas y el medio ambiente. Procurando aplicar las mejores y más eficientes medidas, estrategias y acciones de seguridad. Logrando proteger, en primer plano, tanto a los trabajadores como al medio ambiente y, en un segundo plano, a las instalaciones y centros de trabajo donde se realicen las actividades industriales o productivas del ser humano. Imperando un entorno sostenible y un desarrollo sustentable en la interacción de estos tres elementos (ser humano, desarrollo de actividades industriales o productivas y medio ambiente).

Ante esto, los tres grandes rubros de la seguridad que deben fungir como estandarte en la protección de las personas, instalaciones y medio ambiente son: **(i)** la

⁴⁵ Cfr. Goestch L., David, *Administración de la seguridad total: Seguridad, salud y competitividad en el mercado mundial*, México, Prentice Hall, 1998, pp. 1-3.

prevención, misma que es prioritaria para contemplar, afrontar y, a la postre, poder controlar riesgos, **(ii)** la atención, que permite dar respuesta, así como evitar daños catastróficos ante la presencia de incidentes y accidentes, al igual que las situaciones de emergencias derivadas de estos y, finalmente, **(iii)** la promoción de mejoras, que coadyuva a propiciar mejoras a la salud y bienestar de las personas, así como de su entorno ambiental. Estos rubros citados dan pie a generar un ambiente de confortabilidad y sensación de protección en el desarrollo de cualquier actividad⁴⁶.

La seguridad, desde una óptica legal, tiende a ir enfocada hacia un contexto punitivo, donde se prioriza la seguridad a través del establecimiento de diversas sanciones ante el incumplimiento de las medidas o acciones de seguridad, pudiendo ser de carácter administrativo, civil y penal, principalmente.

La siniestralidad laboral es un problema social cuyo debate se enmarca en el discurso del riesgo, dado que este se define en atención a su implicación en el desarrollo económico, científico, tecnológico, entre otros, de diversas actividades productivas. A raíz de esto, es necesario instrumentar legalmente las necesidades de protección de todos los trabajadores, en especial de sectores vulnerables o desfavorecidos históricamente, v.gr., las personas que laboran en actividades mineras o cualquier otra de alto riesgo⁴⁷.

Por ende, es necesario prevenir y proteger legalmente a los trabajadores ante los riesgos implícitos de las actividades que estos realicen cotidianamente; anteponiendo la salud de estos. Es así que los conceptos de prevención y protección se vuelven objetivo primario para evitar consecuencias lesivas, contemplando las situaciones de riesgo, no sólo hacia las personas, sino también sobre los bienes (instalaciones), recursos naturales y/o entorno ambiental⁴⁸.

⁴⁶ Cfr. Orozco García, Octavio Alberto *et al.*, *Seguridad integral en el trabajo: un enfoque psicosocial*, Colombia, Editorial Bonaventuriana, 2018, p. 42.

⁴⁷ Cfr. Gallardo García, Rosa M., *Protección jurídica de la vida y salud de los trabajadores Derecho Penal Derecho Administrativo Sancionador*, España, Editorial Comares, 2016, Colección Trabajo y Seguridad Social dirigida por José Luis Monereo Pérez, p. 1.

⁴⁸ Cfr. *Ibidem*, pp. 15-16.

El sentido jurídico de la seguridad procura establecer medidas que garanticen la salvaguarda, no sólo de las personas que trabajan en el desarrollo de una actividad, sino también de los derechos que tienen estas para contar con las condiciones idóneas para poder realizar su trabajo de forma segura. Estas condiciones tienen como objetivo el estipular normativamente los medios de protección de los trabajadores, los protocolos de acción, funciones o tareas específicas del personal de trabajo para dar atención ante la manifestación de algún riesgo o situación de emergencia, entre otras.

La seguridad en el trabajo se define inicialmente como la disciplina que contrarresta los potenciales peligros y riesgos en el ejercicio cotidiano de una actividad laboral, a través de un conjunto de técnicas y procedimientos que brindan certidumbre en el desarrollo del trabajo que previenen o ayudan a dar atención oportuna al momento de producirse algún accidente o incidente de trabajo⁴⁹.

La seguridad y la salud son componentes intrínsecos uno del otro y ambos son esenciales tanto en la calidad del trabajo, como en la calidad de vida de las personas. El contar con estrategias y técnicas de seguridad idóneas da origen a generar un bienestar laboral, mismo que coadyuva con la mejora en la capacidad productiva diaria de los trabajos y procesos industriales realizados⁵⁰.

La implementación de estrategias y técnicas de seguridad se organiza en dos principales apartados. El primero comprende la identificación del peligro, así como el análisis, evaluación y clasificación del riesgo. El segundo sitúa la parte operativa de la seguridad en la que se ven inmiscuidos todos los mecanismos y acciones con los que se va controlar y gestionar el riesgo, permitiendo con ello prevenir situaciones adversas para los trabajadores, instalaciones y su entorno, además de tener un control y plan de atención ante la materialización de siniestros o eventos no deseados, tales como incidentes y accidentes⁵¹.

⁴⁹ Cfr. Millán Villanueva, José Antonio y Viñas Armada José María, “La Seguridad en el Trabajo”, en Monereo Pérez, José Luis (coord.), *Los servicios de prevención de riesgos laborales. Evolución y régimen jurídico*, España, Editorial Comares, 2009, Colección Trabajo y Seguridad Social dirigida por José Luis Moliner Pérez, p. 239.

⁵⁰ Cfr. *Ídem*.

⁵¹ Cfr. *Ibidem*, p. 241.

En este sentido, el contar con una certidumbre legal en cuestiones de seguridad repercute de forma positiva en la ejecución de cualquier trabajo dentro de una actividad productiva, a preservar y garantizar los derechos humanos en materia de seguridad laboral de los trabajadores y de salud para la población en general.

Es importante tomar en consideración que la seguridad jurídicamente es multidisciplinaria al coexistir con diferentes aspectos o condiciones legales, a través de los que se determina expresamente que conducta se considera o no segura, a la par de que esa seguridad vaya en coordinación con las garantías individuales de los trabajadores de una actividad productiva determinada. Esto desarrolla una mejora en el equilibrio que debe persistir entre la seguridad, las relaciones laborales y la justicia social en torno a los derechos humanos esenciales para el desarrollo sustentable de las actividades industriales en un determinado territorio⁵².

Por lo tanto, el aspecto legal de la seguridad es vital para dar certeza jurídica al desarrollo de actividades productivas en cualquier industria, a la par de estar en condiciones de poder brindar protección jurídica a los derechos de los trabajadores, población y su entorno ambiental, a través de la normativa aplicable que contempla las estrategias, medidas y acciones de seguridad a seguir en el desarrollo de esas actividades.

Por otra parte, desde una perspectiva técnica, es decir, el punto de vista de las ciencias exactas (ingeniería, física, química, entre otras), la seguridad implica un conjunto de métodos y técnicas para evitar incidentes, accidentes o enfermedades⁵³.

Por consiguiente el concepto de seguridad está conformado por un conjunto de actividades multidisciplinarias encaminadas a la promoción, instrucción, prevención, control, preservación, recuperación, restauración, entre otras; para el cuidado o protección de las condiciones de peligro y las situaciones o escenarios de riesgo a

⁵² Cfr. Rodríguez Campos, Ismael, "Los derechos humanos en el derecho del trabajo", en González Garza, Heberardo y Rodríguez Campos, Ismael (coords.), *Los derechos humanos en el derecho del trabajo*, México, Porrúa, 2019, pp. 3-5.

⁵³ Cfr. Lapedes, Daniel N., *Diccionario de términos científicos y técnicos*, España, McGraw-Hill Boixareu, 1981, vol. 4, p. 1840.

los que se encuentran expuestos los trabajadores, las instalaciones o lugares de trabajo y el entorno medioambiental donde se llevan a cabo las actividades productivas de diferentes industrias⁵⁴.

En este sentido, la seguridad en líneas generales ha dirigido sus políticas, estrategias, medidas y acciones para lograr:

- El mejoramiento y mantenimiento de la salud y bienestar de trabajadores y población en general.
- Servir como herramienta regulatoria y técnica para eficientar la productividad y calidad de las actividades y sus respectivos procesos, procedimientos o fases que integran a las mismas, en múltiples sectores productivos e industrias.
- Coadyuvar con la mejora en la calidad de vida de la sociedad y del entorno medioambiental donde habita la misma, aportando protección a los diversos elementos y/o recursos naturales que forman parte del medioambiente⁵⁵.

En las actividades industriales, la seguridad ha ido evolucionando y abarcando más elementos de protección de forma paulatina y progresiva, ya que en un inicio las compañías sólo contemplaban compensaciones mínimas a los trabajadores perjudicados por algún accidente o incidente laboral. Con el paso del tiempo eso fue cambiando; hoy en día la seguridad es un elemento esencial que debe estar contemplado en el desarrollo de cualquier actividad industrial o sector productivo. La seguridad cuenta con un componente pilar en su composición, la prevención, por medio de la que se contemplan, diseñan y establecen estrategias, medidas y acciones de seguridad que protejan la vida, salud y bienestar de las personas ante la posible manifestación de un accidente o incidente que estas puedan sufrir, ya sea en su vida profesional o cotidiana⁵⁶.

⁵⁴ Cfr. Henao Robledo, Fernando, *Seguridad y salud en el trabajo: conceptos básicos*, 3ª ed., Colombia, Ecoe Ediciones, 2014, p. 38.

⁵⁵ Cfr. *Ibidem*, pp. 38-39.

⁵⁶ Cfr. Janania Abrahan, Camilo, *Manual de seguridad e higiene industrial*, México, Limusa, 1989, pp. 16-17.

Por ende, la acción preventiva nos permite facilitar la protección ante los peligros y riesgos y su posible materialización en incidentes y accidentes, a los que estamos expuestos a diario a causa de nuestras actividades cotidianas y/o profesionales. La prevención va vinculada al análisis y evaluación de riesgos, por lo que en primera instancia se toma en consideración la naturaleza de la actividad y la identificación de sus peligros intrínsecos. Posterior a ello, se analizan y evalúan los potenciales riesgos que pueden derivar en situaciones adversas, dadas las condiciones previas de peligro. Con esto se comprende que tanto el análisis como la evaluación del riesgo coadyuvan para prevenir situaciones que exponen a las personas a daños contra su salud y bienestar en general. Específicamente, la evaluación del riesgo nos sirve como una herramienta para poder dimensionar los riesgos implícitos en el desarrollo de una actividad y sus procesos⁵⁷.

Es así que las acciones que se deben realizar en materia de seguridad primordialmente son las siguientes:

- ✓ Formar e informar a las personas sobre los peligros y riesgos presentes en una actividad y sus procesos.
- ✓ Elaborar planes de prevención que incluyan el análisis, evaluación y clasificación de riesgos.
- ✓ Correcta aplicación de las medidas de seguridad.
- ✓ Realizar protocolos de respuesta a emergencias y simulacros para saber cómo actuar y que acciones deben proceder, en caso de la manifestación de un riesgo.
- ✓ Concientizar a todas las personas acerca de la importancia que tiene el establecer e implementar estrategias, medidas y acciones seguridad para el desarrollo de sus actividades profesionales y cotidianas⁵⁸.

Las personas asumen el riesgo de hacer una actividad cuando se tienen los elementos de seguridad necesarios que brindan la certidumbre de protección, aun sabiendo que el riesgo de realizar esa actividad se encuentra latente.

⁵⁷ Cfr. Guixà Mora, Jaime, *Técnicas generales de análisis...*, cit., pp. 53-54.

⁵⁸ Cfr. Guixà Mora, Jaime et. al., *Prevención de riesgos laborales...*, cit., pp. 20-21.

Por ello, la seguridad debe estar presente antes de realizar cualquier actividad que contenga condiciones de peligro y representen un riesgo, con el objetivo de generar las condiciones necesarias que permitan hacer seguro el desarrollo de esa actividad, encaminando los esfuerzos suficientes para poder identificar el peligro inherente a esa actividad y así tener controlado su riesgo⁵⁹.

En este sentido, hay que hacer énfasis en las técnicas de seguridad que son los métodos para prevenir y controlar siniestros. Estas pueden ser clasificadas conforme a diversos criterios, siendo parte de los más importantes los enunciados a continuación:

A) Según su alcance:

- Técnicas Generales: Son aquellas que pueden ser aplicadas en cualquier tipo de riesgo.
- Técnicas Específicas: Son aquellas que se limitan a riesgos concretos (electricidad, incendios, hidrocarburos, entre otros).

B) Según la forma de actuación:

- Técnicas de Prevención: Anteriores al accidente o incidente, tratan de evitar los mismos.
- Técnicas de Protección: Su objetivo es evitar las consecuencias del accidente o incidente.

C) Según el lugar de aplicación:

- Técnicas de Concepción: Se aplican en la fase de proyecto a través del diseño de equipos y lugares de trabajo.
- Técnicas de Corrección: Se emplean para adaptar las condiciones de trabajo hacia las situaciones de mayor seguridad.

⁵⁹ Cfr. Ruíz Rodríguez, Ignacio y Torollo González, Francisco Javier (coords.), *op. cit.*, p. 164.

D) Según sus causas:

- Son las técnicas que actúan sobre los factores humano y tecnológico.

A su vez, todos estos criterios referidos para clasificar las técnicas de seguridad pueden ser incluidos dentro de dos grandes subgrupos, considerados fundamentales para el estudio de la seguridad y que definen un criterio clasificatorio adicional:

E) Según su objetivo:

- Técnicas Analíticas: Se encargan del análisis y valoración de los riesgos, subdivididos en dos grupos:
 - Anteriores al accidente o incidente: Contemplan la realización de inspecciones de seguridad, análisis de los procesos industriales o productivos y el análisis estadístico sobre la cuantificación de riesgos a través del estudio sistemático de los mismos.
 - Posteriores al accidente o incidente: Notificación y registro de incidentes y accidentes, así como la investigación o análisis de causa raíz de los mismos. Aquí también se puede dar lugar a visitas de inspección para conocer el origen de los incidentes y accidentes, tanto como el grado de afectación que estos ocasionaron.
- Técnicas Operativas: Actúan mediante la aplicación de técnicas de prevención y la protección que estas pueden ofrecer ante los riesgos:
 - Sobre el Factor Técnico:
 - Diseño y proyecto de instalaciones o equipos: Aplicación de los conceptos de seguridad en la fase previa al inicio de operaciones.

- Estudio y mejora de métodos: Análisis, planificación y estudio de los métodos y procedimientos de trabajo a implementar para posteriormente ser aplicados.
 - Normalización: Evita la improvisación de soluciones, estableciendo en instrumentos normativos los mecanismos de actuación ante la materialización de riesgos.
 - Sistemas de Seguridad: Actúan sobre los riesgos sin estorbar o interrumpir el proceso productivo.
 - Señalización: Información acústica, visual o sensorial de cualquier índole sobre situaciones que puedan alterar la seguridad del lugar de trabajo.
 - Mantenimiento Preventivo: Revisión y control de los equipos de trabajo con el fin de evitar averías o fallas operacionales que desencadenen en situaciones adversas.
 - Equipos de protección individual (EPI's): Materiales de uso individual que son empleados para proteger de los riesgos que no hayan sido contemplados en técnicas colectivas.
- Sobre el Factor Humano:
 - Selección de personal: Mediante una serie de diversas pruebas (físicas, psicológicas, psicométricas, entre otras), elegir a las personas más óptimas para cada puesto de trabajo.
 - Formación: Instrucción teórica y práctica para el personal de trabajo, con la finalidad de prepararlo de la mejor manera posible para afrontar y resolver situaciones de peligro y riesgo y la manifestación de estos en eventos negativos⁶⁰.

⁶⁰ Cfr. *Ibidem*, pp. 165-167.

Como ha quedado denotado previamente, debe imperar siempre una relación entre la parte legal y la técnica, con la finalidad de dar certidumbre normativa a todos los procedimientos de seguridad que sean diseñados y posteriormente llevados a la práctica. Es decir, el poder plasmar jurídicamente la praxis técnica de las medidas de seguridad propicia la estandarización de las mismas, lo que brinda mayor certidumbre en el uso de todas aquellas acciones técnicas de seguridad estandarizadas, generando así que la implementación de las mismas marque la directriz a seguir en el desarrollo seguro de una determinada actividad y fije el ejemplo para ser replicado a futuro, ya sea en otro proyecto de la misma actividad o en otra similar.

Con lo anterior, comprendemos que el binomio técnico-jurídico es esencial en temas de seguridad, ya sea dentro del sector energético o en cualquier otra industria, toda vez que se cuente con la certeza de que los procedimientos utilizados en un proyecto o actividad en específico cumplen con los más altos niveles de seguridad; por ende, facilitando el desarrollo de toda actividad, aun y cuando por su naturaleza implique peligros y represente escenarios de riesgo que puedan propiciar un resultado o evento negativo.

Es así como la interdependencia entre los aspectos legales y técnicos debe coexistir para lograr construir estrategias, medidas y acciones de seguridad eficientes y entendibles para garantizar la salvaguarda de las personas, instalaciones y medio ambiente.

A continuación, se muestran ejemplos de acciones o medidas de seguridad que pueden ser implementadas para atender y, en su defecto, aminorar el impacto adverso ante la manifestación de alguna situación desfavorable dentro de la industria energética y sus diferentes sectores.

SECTOR DE LA ACTIVIDAD DENTRO DE LA INDUSTRIA ENERGÉTICA	ACTIVIDAD	SUSTANCIA O CONDICIÓN	PELIGRO	RIESGO	ACCIONES O MEDIDAS DE SEGURIDAD
Hidrocarburos	Llenar el tanque de un automóvil en una estación de servicio (Gasolinera)	Gasolina	Inflamabilidad	Probabilidad de que se produzca un incendio	Establecer señalamientos que indiquen el uso de aparato móviles antes y durante el llenado del tanque de un automóvil en una estación de servicio (Gasolinera)
Hidrocarburos	Instalación de un ducto	Gas Natural	Explosividad	Probabilidad de que se produzca una explosión	Diseñar escenarios de riesgo y atención a estos cuando se materialice un accidente y/o incidente durante la instalación del ducto
Eléctrico	Reparación de una línea de transmisión y/o distribución	Electricidad	Corriente Eléctrica	Probabilidad de que se produzca una descarga eléctrica	Determinar una metodología o procedimiento para realizar la correcta reparación de la línea de transmisión y/o distribución
Energías Renovables	Implementación de un pozo de exploración en un yacimiento	Calor del interior de la Tierra	Cuerpos de roca caliente	Probabilidad de que se produzca un incendio	Establecer protocolos de atención a emergencias ante un evento adverso

	de energía geotérmica				en el desarrollo de la exploración en un yacimiento de energía geotérmica
--	-----------------------	--	--	--	---

Cabe mencionar que las acciones o medidas de seguridad no son limitativas. Entre más procedimientos de seguridad normalizados y estandarizados existan, mayor certeza y confianza brindarán para el desarrollo de una actividad, propiciando viabilidad técnica y legal en torno a la seguridad de los proyectos derivados de esa actividad.

En la industria energética (hidrocarburos, electricidad y energías renovables), la protección al medio ambiente cobra una relevancia mayor debido a la progresividad que se debe alcanzar en materia ambiental.

Poder coadyuvar en tener el mejor desarrollo sustentable con el menor impacto al medio ambiente es sustancial en aras de que la transición energética tenga una gran celeridad sin descuidar la seguridad en todos los procesos que la misma involucre. Es decir, tanto en las actividades en las que se usen combustibles fósiles como en las que se aprovechen las energías renovables siempre debe imperar la seguridad, para que la gestión de todos los proyectos sea exitosa y con ello la protección ambiental sea un pilar en el desarrollo de esos proyectos.

En este sentido, la seguridad en el ámbito energético (seguridad energética) tiende a considerar elementos adicionales a los estudiados de forma tradicional, o sea, contempla vertientes de índole social, económica, entre otras, como elementos sustanciales de la seguridad.

De tal forma que el estudio contemporáneo de la seguridad energética agrega los siguientes elementos:

1.- Disponibilidad: Implica que la energía se encuentre siempre utilizable para cuando se requiera hacer uso de la misma.

2.- Asequibilidad: Conlleva a que económicamente la energía sea adquirible para las personas, sin que implique costos extraordinarios para hacerse de su uso.

3.- Accesibilidad: Determina que sea fácil el llegar a hacer uso de la energía al contar con los medios suficientes para tenerla al alcance de cualquier persona.

4.- Aceptabilidad: Comprende que, derivado del uso de la energía, sea validado el mismo y por consecuente fiable el consumo de energía para las personas.

Estos elementos, denominados como “las cuatro As”, abordan cuatro dimensiones novedosas y progresivas en torno a la seguridad energética. Si bien la conceptualización y uso de “las cuatro As” suele ser complejo, el involucrar su contenido en cuestiones de seguridad robustece y ayuda a fortalecer los esquemas normativos empleados en la seguridad energética, ya que toma en consideración elementos adicionales en aras de hacer más completo el panorama legal y técnico del uso de la energía⁶¹.

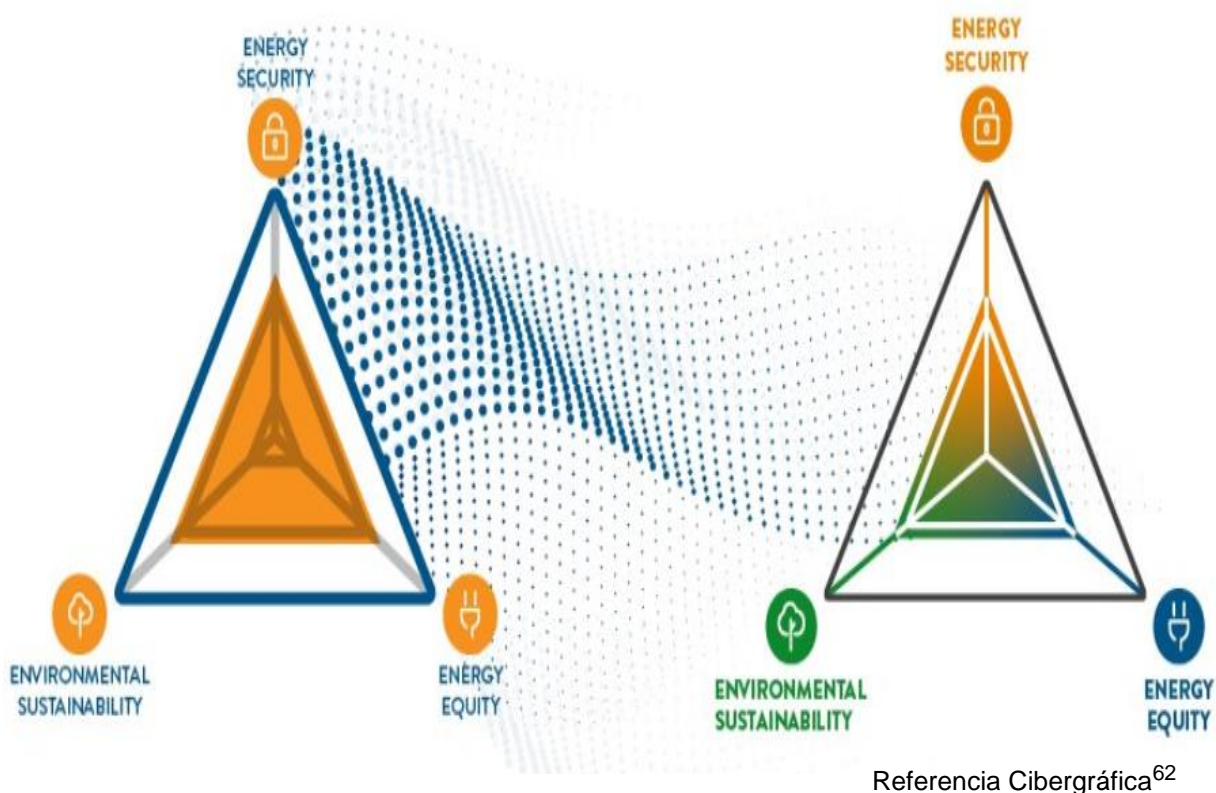
Cabe hacer mención que los elementos de “las cuatro As” no son los únicos adicionales al entendimiento tradicional de la seguridad energética, ya que puede haber otros como la confiabilidad, calidad, continuidad, entre otros. No obstante, “las cuatro As” denotan la progresividad que debe existir en el estudio y pragmatismo del uso energético a nivel mundial, haciendo hincapié en lo relativo a la seguridad energética.

Por lo anterior, la seguridad energética debe ir a la par de la sostenibilidad ambiental y la equidad energética, implicando que la sostenibilidad sea el uso correcto de los recursos actuales para el origen de proyectos energéticos y el consumo de energía sin poner en riesgo los recursos naturales a futuro. Asimismo, la equidad en materia energética busca compensar las afectaciones ambientales y económicas, principalmente, que han ocasionado países y personas con mayor poder adquisitivo a lo largo de la historia humana y, por ende, con mayor implicación en el deterioro

⁶¹ Cherp, Aleh y Jewell, Jessica, *El concepto de seguridad energética: más allá de las cuatro A*, Países Bajos, Elsevier, (2014), pp. 416-417, recuperado de file:///C:/Users/51zay/Desktop/FUENTES%20TESIS/REDUCCI%C3%93N%20DE%20CARBONO%20EN%20LA%20INDUSTRIA%20ENERG%C3%89TICA/Energy%20Security%20and%20beyond%20the%204%20A's.pdf

al medio ambiente, en contraste con personas y países con menor implicación en la afectación ambiental. Por lo tanto, si bien todos somos responsables del uso energético y desgaste al medio ambiente, cada responsabilidad debe ser dimensionada de forma distinta, buscando que los que mayor afectación han generado ayuden a los que menor afectación generan a través de programas de financiamiento económico, instrumentos financieros, entre otros. Permitiendo así que el acceso y los precios de la oferta energética sean asequibles para el consumo generalizado de toda la población, evitando desigualdades y discriminación en el acceso y uso de la energía.

En este sentido, la seguridad energética, la sostenibilidad ambiental y la equidad energética forman un vínculo necesario para dimensionar las implicaciones ambientales, sociales y económicas que derivan del uso energético cotidiano, tal y como se muestra con la siguiente imagen:



⁶² World Energy Council, (2020), *World Energy Trilemma Index*, recuperado de <https://www.worldenergy.org/PUBLICATIONS/entry/world-energy-trilemma-index-2020>

Los tres conceptos (seguridad energética, sostenibilidad ambiental y equidad energética) deben interactuar siempre, con la finalidad de poder lograr una progresividad energética, protección ambiental, crecimiento económico y mejora social, tanto a nivel local como a escala global.

Asimismo, es importante señalar que hay incidentes y accidentes que no son propios de las actividades energéticas, es decir, que son eventos adversos que están relacionados con otras actividades laborales rutinarias, v.gr. desprendimientos o derrames de materiales e infraestructura, como botes de pintura, escaleras móviles, sustancias peligrosas, así como caídas y golpes dentro de las instalaciones de trabajo o eventos derivados de caso fortuito o fuerza mayor, entre otros.

En México, incluso varias instituciones de distinta naturaleza jurídica convergen en regular y vigilar el cumplimiento normativo de diversos aspectos de la seguridad, por ejemplo: Una institución se aboca en temas de la seguridad en el trabajo, otra en la seguridad industrial y operativa, otra en la seguridad en aspectos ambientales, otra en la seguridad en la salud de los trabajadores, entre otras.

En razón de todo lo anteriormente descrito, podemos concluir que un accidente o incidente tiene diferentes orígenes (actividades, industrias, lugares, entre otros) y este puede o no ocurrir. Sin embargo, las medidas y acciones de seguridad siempre deben estar presentes, sin importar la naturaleza u origen de estos. Es decir, ocurra o no una situación o evento adverso, deben existir los elementos de seguridad para en principio prevenir y, en caso de ser necesario, dar atención ante la materialización de esa eventualidad adversa, brindando así protección y garantías de seguridad para las personas, instalaciones y el medio ambiente.

A la par de esto, se deben tomar en consideración nuevos elementos en el estudio, conformación y aplicación de la seguridad energética, teniendo como objetivo el procurar, en la medida de lo posible, que todos los proyectos energéticos sean desarrollados en el aspecto ambiental de forma sostenible, propiciando la protección al medio ambiente y coadyuvando con la equidad en el uso y

aprovechamiento de la energía, evitando rezagos y discriminaciones entre los habitantes de un territorio en específico y/o a nivel mundial.

Lo anterior sin descuidar los aspectos de seguridad que deben imperar dentro de la industria energética, contando para ello con los más altos estándares locales e internacionales de seguridad, así como normalizar los procedimientos de seguridad y llevar a cabo las mejores prácticas realizadas dentro de dicha industria.

Resaltando que la seguridad es una parte sustancial en el desarrollo de todo proyecto industrial y en la actualidad cobra mayor relevancia su repercusión en aspectos ambientales, económicos y sociales, principalmente.

1. 4.1 Normalización de la Seguridad

Como hemos referido a lo largo del presente capítulo, la seguridad es el elemento que hace frente al peligro y riesgo que conlleva el desarrollo de una actividad en específico, permitiendo salvaguardar la integridad de las personas, instalaciones y el medio ambiente.

La mayor parte de los errores, incidentes y accidentes durante los trabajos de determinada actividad nace de prácticas o procedimientos sin normalizar o estandarizar⁶³.

Lo anterior implica que no hay procedimientos o estrategias de seguridad bien definidas ni una regulación que obligue al cumplimiento de esos procedimientos o estrategias de seguridad, lo que propicia un mayor riesgo que puede desencadenar en la materialización de efectos adversos durante el desarrollo de una determinada actividad.

Es por ello que es importante el poder plasmar los mecanismos, medidas, procedimientos o estrategias de seguridad en diversos instrumentos normativos, a

⁶³ Cfr. Rodellar Lisa, Adolfo, *op. cit.*, p. 36.

través de los que sea permisible el regular y dar cumplimiento a los mismos. Los instrumentos regulatorios pueden ser: Normas Oficiales Mexicanas, Disposiciones Administrativas de Carácter General, Lineamientos, Guías, ente otros a nivel local; o en el ámbito internacional, Convenios, Tratados Internacionales, Estándares Internacionales, entre otros.

Por lo que el compilado regulatorio en torno a la seguridad facilita en primera instancia la observancia de los mecanismos y estrategias a seguir para hacer lo más seguro posible el diseño y aplicación de la seguridad en las actividades a desarrollar. Posterior a esto, supervisar y verificar el cumplimiento normativo de las medidas de seguridad, para que finalmente se acate la regulación fijada en los instrumentos normativos locales e internacionales.

Máxime lo anterior, la normalización de medidas de seguridad debe contemplar la mayoría o, de ser posible, todos los peligros y riesgos, sin importar la naturaleza de estos.

La normalización de la seguridad se gesta a partir de la legislación de diversos instrumentos normativos, ya sea a nivel local y/o internacional. Partiendo de esto, se sientan las bases normativas para poder regular de forma eficiente el cumplimiento normativo de los procedimientos o medidas de seguridad a través de una o varias instituciones reguladoras que, en virtud del ejercicio de sus atribuciones jurídicas, realicen la supervisión, inspección y vigilancia de forma continua sobre lo relativo a las cuestiones de seguridad en todas sus vertientes (seguridad en el trabajo, seguridad ambiental, seguridad energética, entre otros), durante el desarrollo de determinadas actividades.

En este sentido, las personas reguladas o sujetos obligados, refiriéndonos a los que realicen la actividad objeto de la normativa aplicable en torno a la seguridad, deben observar y acatar las obligaciones que determinen esas instituciones reguladoras, a través de los instrumentos normativos previamente creados.

Asimismo, es importante hacer énfasis en los principales errores que se cometen al momento de crear regulación para normalizar los procedimientos o estrategias seguridad:

A) No establecer de forma correcta los procedimientos o estrategias de seguridad que deben ser implementados en ciertos escenarios de riesgo, propiciando la subregulación en las actividades. Es decir, se regula de forma deficiente, ya que los instrumentos normativos no contemplan los supuestos de riesgo más relevantes para brindar seguridad ni cubren de forma íntegra las necesidades de seguridad que requiere el desarrollo de esa actividad.

B) Establecer regulación en procedimientos o de estrategias seguridad donde el desarrollo de una actividad no lo amerita. O sea, se genera sobrerregulación, ya que hay normatividad suficiente para dar seguridad a esa actividad y el agregar nuevos elementos innecesarios puede entorpecer las acciones de seguridad durante el desarrollo de esa actividad.

C) Exagerar en la implementación de instrumentos normativos, creando una regulación excesiva y dificultando el cumplimiento de esos instrumentos normativos, volviendo poco práctica la implementación y seguimiento de ciertos procedimientos o estrategias de seguridad.

En la actualidad, el acervo normativo en el ámbito de la seguridad, en particular respecto a la prevención de riesgos en el trabajo, ha ido evolucionando tanto cuantitativamente como cualitativamente, produciendo más legislación nacional e internacional con la finalidad de normalizar una mayor cantidad de procedimientos y estrategias de seguridad. Este aumento de creación legislativa de instrumentos normativos tendientes a garantizar la seguridad de trabajadores, instalaciones y procedimientos de una determinada actividad va íntimamente relacionado con la creciente preocupación por no dejar descubierta legalmente la protección de la seguridad para trabajadores, industrias y medio ambiente, propiciando con esto el

generar las condiciones suficientes para tener el mejor bienestar social y económico posible⁶⁴.

Con la normalización de la seguridad se brinda *de facto* protección a la salud de todas las personas que habitan en un territorio donde se llevan a cabo actividades industriales. Dicha cobertura de salud no sólo aplica para los trabajadores en el desarrollo de dichas actividades, sino también para la población en general de ese territorio en específico.

Esa protección a la salud debe de estar establecida desde el máximo ordenamiento legal de un país, su constitución. Tal como sucede en México, que en su Carta Magna estipula esta protección al derecho a la salud, con el fin de garantizar la extensión progresiva, cuantitativa y cualitativa de los servicios de salud para la atención integral y gratuita de las personas que no cuenten con seguridad social. Así como la obligación que tiene el Estado mexicano con sus habitantes para preservar el derecho a un medio ambiente sano, propiciando su desarrollo y bienestar de las personas, sancionando a quién provoque daño y deterioro ambiental dentro de su territorio⁶⁵.

Por lo anterior, el reconocimiento y salvaguarda que las personas deben tener respecto a sus derechos a la salud y la seguridad tienen que estar establecidos a través de los ordenamientos jurídicos del país o región donde esas personas habiten. Es la directriz que todo gobierno debe seguir dentro de sus funciones esenciales ligadas a sus potestades regulatorias en actividades socioeconómicas. Así pues, debiendo proveer a sus gobernados de los medios jurídicos necesarios para garantizar su seguridad y salvaguardar sus derechos, es una responsabilidad del Estado definir los medios legales suficientes para tales efectos, haciendo progresiva esa asistencia y protección para facilitar el bienestar de su población⁶⁶.

La normativa que contempla y regula cuestiones de seguridad en lo específico a la seguridad social va íntimamente relacionada con la higiene y salud en el trabajo,

⁶⁴ Cfr. Gallardo García, Rosa M., *op.cit.*, pp. 57-58.

⁶⁵ Cfr. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, art. 4º, 2023, México.

⁶⁶ Cfr. Aparicio Tovar, Joaquín, *La seguridad social y la protección de la salud*, España, Civitas, 1989, pp. 48-49.

con el fin de prevenir la manifestación de incidentes y accidentes, disminuir las afectaciones que estos puedan generar a los trabajadores y sus lugares de trabajo (instalaciones) y, en su defecto, evitar que la siniestralidad de un evento negativo sea de grandes proporciones. Esta normativa se caracteriza por el sólido y detallado contenido técnico y jurídico que presenta, el cual tiene una fuerte incidencia en el desarrollo de actividades industriales o diversos sectores productivos, propiciando la protección de los trabajadores que intervienen en todas las fases productivas, además de esclarecer las obligaciones de los patrones y las compañías que estos dirigen, incluyendo el establecimiento de procedimientos, asignación de tareas y sus respectivas responsabilidades, implementación de estrategias y medidas de seguridad, entre otras. Todo con el propósito de operar de forma correcta y segura durante la realización de múltiples actividades al amparo de las distintas disposiciones técnico-legales que existen en materia de seguridad en el trabajo, higiene y salud⁶⁷.

Toda actividad productiva se caracteriza por la tecnificación y organización. La primera se refiere a la utilización de maquinaria y herramientas, tanto físicas como tecnológicas, que facilitan al ser humano la transformación de los elementos naturales en los que habita. Su propósito es modificar los elementos biológicos y químicos de su medio ambiente con el afán de mejorar y progresar en los aspectos económico y social. Mientras que mediante la organización se coordinan y planifican las tareas y procedimientos para realizar de forma eficaz las distintas actividades productivas⁶⁸.

Esto último tiene una estrecha correlación con la seguridad y salud de las personas, en particular con aquellas que laboran en industrias que por naturaleza tienen grandes condiciones de peligro y sus respectivos riesgos exponen frecuentemente la vida de esas personas.

Ante esto, es vital conocer que la Organización Mundial de la Salud (OMS) define a la palabra salud como el estado completo de bienestar físico, mental y social; y no

⁶⁷ Cfr. Ruíz Rodríguez, Ignacio y Torollo González Francisco Javier (coords.), *op. cit.*, pp. 3-5.

⁶⁸ Cfr. *Ibidem*, p. 33.

se refiere solamente a la ausencia de daño o enfermedad. Asimismo, tanto la OMS como la Organización Internacional del Trabajo (OIT) declaran que la salud laboral es una actividad que tiene como finalidad fomentar y mantener el más alto nivel de bienestar físico, mental y social de los trabajadores de todas las áreas e industrias, ayudando a prevenir todo daño a la salud de éstos debido al entorno laboral al que están expuestos de forma cotidiana⁶⁹.

Es importante comprender que los conceptos citados previamente tienen un alcance más amplio del que comúnmente asumimos de inicio, los cuales sientan las bases conceptuales para priorizar la salud y seguridad de las personas mediante la correcta normalización de las actividades laborales e industriales, garantizando que sus procesos sean lo más seguro posibles desde el plano teórico hasta el fáctico. Por ello, es sustancial el contar con instrumentos normativos que prevean las condiciones de peligro y situaciones de riesgo durante la realización de una actividad.

Toda vez que, ante la falta de normalización en actividades industriales o productivas, se aumentan *de facto* las posibilidades de la ocurrencia de eventos adversos o negativos para las personas y su entorno ambiental principalmente.

La funcionalidad de la normalización de la seguridad y su vínculo con la protección a la salud recae en contar con las condiciones de seguridad necesarias que ayuden a prevenir y proteger a las personas, sus medios de trabajo y al medio ambiente donde habitan.

La prevención es el conjunto de actividades o medidas adoptadas previstas en todas las fases de la cadena productiva de un proyecto en un sector productivo o industria, permitiendo controlar los riesgos derivados de esas actividades y sus procesos. Centra su objetivo en hacerle frente al riesgo y controlarlo en caso de que este se materialice⁷⁰.

⁶⁹ Cfr. *Ídem*.

⁷⁰ Cfr. *Ibidem*, p. 39.

Por su parte, la protección hace referencia a las actuaciones encaminadas a minimizar las consecuencias de incidentes y accidentes. Cabe resaltar que la protección no elimina el riesgo, ya que, como hemos expuesto en otros puntos del presente trabajo de investigación, siempre está presente cuando hay condiciones de peligro que lo anteceden. Sin embargo, la protección ayuda a contrarrestar y reducir los efectos adversos del riesgo y el grado de siniestralidad del mismo⁷¹.

Pese a la distinción entre los conceptos de prevención y protección, el segundo se incluye dentro de las estrategias o medidas del primero. En otras palabras, la protección viene inmersa como parte de las estrategias o medidas de prevención⁷².

Es así que la implementación de instrumentos normativos relativos a la seguridad es una labor bastante compleja, toda vez que se debe armonizar en primera instancia el aspecto técnico y el legal en todas las actividades de los diversos procesos industriales realizados en actividades productivas. Asimismo, se deben analizar cómo deben ser integrados estos mecanismos y estrategias de seguridad en correlación con otra normativa aplicable, como lo son instrumentos jurídicos en materia ambiental, laboral, social, entre otros. Todo esto priorizando el bienestar de los trabajadores y sus respectivos derechos a la salud, así como el derecho de la población a un medio ambiente sano⁷³.

Por lo que el poder complementar legalmente los aspectos técnicos de los procesos llevados a cabo en una determinada actividad, específicamente procesos industriales, a través de la creación de instrumentos normativos, genera un mayor grado de certidumbre respecto al uso y la práctica de esos procesos.

En otro orden de ideas, la creación de normatividad que regule los aspectos de seguridad necesita partir de un punto de referencia sólido que permita fungir como línea base en la conformación de esa normativa nueva.

⁷¹ Cfr. *Ídem*.

⁷² Cfr. *Ídem*.

⁷³ Cfr. Blasco Pellicer, Ángel, "Responsabilidades y sanciones administrativas en materia de prevención de riesgos laborales", en Monereo Pérez, José Luis (coord.), *op. cit.*, p. 535.

Permitiendo con lo anterior que los encargados de elaborar los instrumentos normativos de seguridad (legisladores, instituciones gubernamentales, compañías privadas, ente otros) tengan la posibilidad de tener una retroalimentación legal y técnica en la observancia de estándares internacionales y de las mejores prácticas usadas en la normativa de seguridad, mismos que sirven como línea base o “normativa madre” para realizar la creación de la normativa de seguridad propia.

Es importante hacer mención que los estándares internacionales y las mejores prácticas son catalogados con ese estatus debido a la funcionalidad y eficacia que genera su implementación en el desarrollo de actividades. Los mismos son aceptados y empleados por el personal inmiscuido en la práctica cotidiana de la industria en la que se realicen esas actividades.

A raíz de lo anterior, podemos comprender que cierta normatividad (línea base o “normativa madre”) sirve de guía o parámetro en la conformación de nuevos instrumentos normativos de seguridad. Esto debido a la calidad y pericia de los estándares internacionales y mejores prácticas integrados en esa normativa, toda vez que esta logra plasmar de manera íntegra lo que en la praxis genera los mejores resultados de seguridad y protección hacia las personas, instalaciones y medio ambiente.

Dentro de esa normativa que sirve como línea base o “normativa madre”, destaca como parámetro a nivel internacional lo establecido por la ISO, cuya principal actividad es la elaboración de normas técnicas internacionales.

Las normas ISO contribuyen a que el desarrollo, producción y suministro de bienes y servicios sean más eficaces, seguros y transparentes. Proporcionan a los distintos Estados un fundamento técnico para la legislación en materia de salud, seguridad y medio ambiente, principalmente. También contribuyen a la transferencia de tecnología para los países en vías de desarrollo y, además, sirven para proteger a

los consumidores y usuarios en general ante cualquier problema surgido de un producto o servicio⁷⁴.

Es así que la implementación de normas ISO en los instrumentos normativos de una organización, industria o gobierno (instrumentos normativos internos) tiene la ventaja de que estas se integran con facilidad, además de ser ampliamente aceptadas y validadas en los instrumentos normativos internos, proporcionando un marco común para todos y permitiendo la existencia de un único sistema de gestión⁷⁵.

Sus orígenes se remontan al año 1946, como una unión de otros organismos que existían previamente y cuyo objetivo era la regulación y establecimiento de estándares para la fabricación. Dentro de estos organismos destacan la “ISA” (International Federation of National Standardizing) y la “UNSCC” (United Nations Standards Coordinating Committee). En la reunión inicial, que tuvo lugar en el Instituto de Ingenieros Civiles de Londres, asistieron 64 delegados en representación de 25 países. Desde entonces y hasta la fecha se han creado más de 23,000 estándares que cubren una multitud de áreas de gestión, tecnologías y procesos de producción. Se trata de una organización no gubernamental en la que se encuentran presentes 164 países, con 781 comités y subcomités técnicos implicados en el desarrollo de estándares y que tienen su Secretaría Central en Ginebra, Suiza⁷⁶.

Por lo que las normas ISO son un conjunto de estándares con reconocimiento internacional, creados con el objetivo de ayudar a las empresas y gobiernos en todo el mundo a establecer niveles de homogeneidad en relación con la gestión, seguridad en el desarrollo de actividades, prestación de servicios y desarrollo de productos en diferentes industrias. En este sentido, a través de las normas ISO, se

⁷⁴ Cfr. Fundación Iberoamericana para la Gestión de la Calidad, (s.a.), *¿QUÉ ES ISO?*, recuperado de [https://www.fundibeq.org/informacion/infoiso/que-es-iso#:~:text=ISO%20\(Internacional%20Organization%20for%20Standardization,elaboraci%C3%B3n%20de%20normas%20t%C3%A9cnicas%20internacionales](https://www.fundibeq.org/informacion/infoiso/que-es-iso#:~:text=ISO%20(Internacional%20Organization%20for%20Standardization,elaboraci%C3%B3n%20de%20normas%20t%C3%A9cnicas%20internacionales).

⁷⁵ Cfr. GlobalSuite Solutions, (5 de marzo de 2020), *¿Cuál es el objetivo fundamental de las normas ISO?*, recuperado de <https://www.globalsuitesolutions.com/es/que-son-normas-iso/>

⁷⁶ Cfr. *Ídem*.

implementan niveles reconocidos de cumplimiento de calidad, eficiencia y seguridad en relación con las áreas y actividades concretas que desarrolla cada norma. En la actualidad existen normas de gestión de calidad, de medio ambiente, de seguridad de la información, de riesgo, entre otras, las cuales permiten a las empresas, organizaciones y gobiernos en todo el mundo el certificarse en diferentes áreas de cumplimiento en función de las actividades y negocios que desarrollen, facilitando así la correcta adecuación a las normativas y requerimientos que se puedan tener de clientes u otras entidades y organizaciones, pudiendo evidenciar el cumplimiento de estos de una forma documental y fiable, lo que redundará en mayores niveles de confianza, tanto de forma interna como a terceros⁷⁷.

En la actualidad, las normas ISO son una herramienta fundamental para cualquier organización, compañía o institución gubernamental que desee avanzar y mejorar sus procedimientos u ordenamientos legales en relación con los complejos sectores productivos, industrias y mercados, transmitiendo confianza y seguridad en los proyectos o actividades que realicen y regulen respectivamente⁷⁸.

En este sentido, a nivel internacional también se cuenta con la instrumentación normativa de la “OHSAS”, por sus siglas en idioma inglés (Occupational Health and Safety Assessment Series).

El sistema OHSAS (Sistema de Gestión de la Salud y Seguridad Ocupacional) guarda profundas similitudes con las mundialmente conocidas normas ISO, haciendo visible su parecido estructural, que facilita la integración de los sistemas de gestión de calidad, medio ambiente, seguridad y salud ocupacional en una empresa o institución de gobierno. Su función en las organizaciones es asegurar la mejora de los estándares de seguridad y salud de los empleados y las condiciones de los puestos de trabajo⁷⁹.

⁷⁷ Cfr. *Ídem*.

⁷⁸ Cfr. *Ídem*.

⁷⁹ Cfr. Envira Ingenieros Asesores, (11 de marzo de 2018), *¿Qué es y qué regula el sistema OHSAS?*, recuperado de <https://envira.es/es/que-es-y-que-regula-sistema-ohsas/>

La presencia conjunta en una organización de las normas de calidad, medio ambiente y seguridad contribuye a un funcionamiento más eficiente y eficaz y, por supuesto, a la mejora de la productividad. Toda vez que las organizaciones buscan implantar sistemas de gestión de salud y seguridad laboral, que no solo velen por el cumplimiento de las políticas de seguridad y salubridad dentro de una empresa o actividad industrial, sino que también acaben con el absentismo laboral gracias a las mejoras que introducen⁸⁰.

Independientemente de la industria, sector, actividad o localización geográfica, el sistema OHSAS es aplicable a cualquier empresa privada o institución gubernamental. Su éxito reside en la cooperación conjunta de todos los niveles internos de la organización, fijando objetivos comunes encaminados al desarrollo y apoyo de buenas prácticas para la seguridad y la salud en el trabajo (SST), reduciendo al máximo cualquier riesgo que implique un accidente o daño a la salud⁸¹.

De este modo, el sistema OHSAS se postula como el modelo por excelencia para la identificación y evaluación de riesgos conforme a los requisitos legales suscritos por la propia organización para la prevención de daños y el deterioro de la salud. Como ejemplo de esto, sirve referir al sistema OHSAS 18001, que es aceptado a nivel internacional y actualmente es la norma más extendida y utilizada en materia de seguridad y salud laboral para regular el cumplimiento de los requerimientos legales de SST, evitando que las organizaciones hagan frente a multas derivadas del incumplimiento de la legislación de seguridad y salud que les aplica⁸².

En este sentido, la falta de una norma de seguridad y salud propia de las normas ISO ha ido provocando que las organizaciones muestren cierta reticencia respecto a la certificación, sobre todo las que emprenden la triple certificación en calidad, medio ambiente y seguridad. Ante esto, la ISO decidió asumir la elaboración de este sistema de gestión, preocupada por la siniestralidad laboral y el incremento de

⁸⁰ Cfr. *Ídem*.

⁸¹ Cfr. *Ídem*.

⁸² Cfr. *Ídem*.

enfermedades originadas en el entorno del trabajo. De esta forma comienza el camino para el desarrollo de la ISO 45001, sustituta del sistema OHSAS 18001⁸³.

Derivado de lo anterior, la principal diferencia entre ambas normas es que la ISO 45001 adopta un enfoque proactivo que requiere que los riesgos, mismos que se derivan de condiciones de peligro, se evalúen y corrijan antes de que causen accidentes y lesiones. Por su parte, el sistema OHSAS 18001 adopta un enfoque que se centra únicamente en los riesgos y no en las soluciones⁸⁴.

Como hemos demostrado, aunque el sistema OHSAS tiene profundas similitudes con las normas ISO, el primero está más orientado a la seguridad laboral. Por ejemplo, cuando una empresa quiere demostrar que cumple con los requerimientos de protección del medio ambiente, desarrolla un sistema y lo certifica a través de la ISO 14001. De este modo, cada vez que un usuario le requiera respuestas sobre su política medioambiental, la empresa mostrará la certificación, demostrando que ésta se encuentra alineada a los estándares más avanzados en materia de preservación del medio ambiente. Lo mismo sucede con el sistema OHSAS 18001; a partir de esta estándar, toda empresa que la certifique asegurará a sus clientes y, en especial, a sus empleados, los mejores procedimientos conocidos sobre la prevención de riesgos laborales⁸⁵.

Existe un fuerte paralelismo entre el sistema OHSAS 18001 y la norma ISO 14001. Máxime lo anterior, el sistema OHSAS 18001 se nutre de múltiples fuentes:

- Se documenta en legislación internacional sobre riesgos laborales.
- Aprovecha experiencias previas de otras normas, tales como la familia ISO 9000.
- Trabaja con procesos y conceptos conocidos (gestión documental, auditorías y registros, mejora continua)⁸⁶.

⁸³ Cfr. *Ídem*.

⁸⁴ Cfr. Avetta Marketing, (02 de marzo de 2021), *La norma OHSAS 18001 frente a la norma ISO 45001*, recuperado de <https://www.avetta.com/es/blog/la-norma-ohsas-18001-frente-la-norma-iso-45001>

⁸⁵ Cfr., Entolux, (s.a.), *OHSAS - Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud Ocupacional*, recuperado de <https://entolux.com/page.php?id=63>

⁸⁶ Cfr. *Ídem*.

El concepto del sistema OHSAS 18001 está estructurado de forma muy similar al concepto de la norma ISO 14001, con la salvedad de que esta última se enfoca en la calidad. De tal manera que el sistema OHSAS 18001 comprende principalmente los siguientes aspectos:

- Establecer todas las definiciones, instrucciones y documentos necesarios que garanticen la salud y seguridad laboral.
- Definir los elementos que componen el sistema de gestión de OHSAS.
- Contemplar los requisitos generales (legislación) y particulares (auditorías), a fin de alinear el sistema de gestión a las normas vigentes y los requerimientos del usuario final.
- Definir la estructura y responsabilidades según las que se implementará el sistema.
- Establecer un programa de formación y concientización en todos los niveles de la organización.
- Efectuar procesos periódicos de control documental y operacional y sus correspondientes revisiones.
- Disponer de un sistema de emergencia o contingencia.
- Verificar medidas correctivas en caso de accidente o incidente.
- Auditar en forma programada todo el sistema de gestión.
- Efectuar la revisión periódica de los procesos ⁸⁷.

Con base en lo desarrollado previamente, es importante recalcar que cada país es libre de regirse por los instrumentos normativos de seguridad que mejor considere. Aun así, el tener como pilares de la seguridad en sus procedimientos a normas y sistemas altamente conocidos a nivel internacional, como las normas ISO y los sistemas OHSAS, ayuda a instituciones públicas y privadas en diversos países a fortalecer su normativa interna en torno a aspectos de seguridad, toda vez que se crea una retroalimentación y guía para plasmar nuevos instrumentos normativos para cuestiones de seguridad con los más altos estándares internacionales y mejores prácticas.

⁸⁷ Cfr. *Ídem*.

Con esto hay que entender que no existe una confrontación entre la normativa nacional con la internacional. Por el contrario, es una complementación normativa lo que se da para gestionar de mejor manera los peligros y riesgos intrínsecos al desarrollo de una actividad en específico.

En México, la normalización de la seguridad se ve establecida en diversos instrumentos normativos, ya que, como hemos citado en puntos anteriores, la palabra seguridad tiene diversas connotaciones en el contexto jurídico y, a su vez, es aplicado para diferentes ámbitos, v.gr. seguridad pública, seguridad sanitaria, seguridad en el trabajo, entre otras.

Abocándonos a la índole jurídica de los conceptos de seguridad en el trabajo y su vínculo con la salud, en específico, durante el desarrollo de actividades industriales o productivas, es importante hacer mención de que ambos conceptos (seguridad en el trabajo y salud) están contenidos en todos los niveles de jerarquía normativa en México, regulados a través de diversos preceptos normativos, principalmente en nuestra Constitución Política, la Ley Federal del Trabajo, la Ley General de Salud, otras leyes y reglamentos en materia de seguridad en el trabajo y salud emitidos por diversas autoridades competentes dentro de su ámbito de atribuciones legales, así como el resto de ordenamientos legales supletorios.

Asimismo, es importante hacer referencia a las Normas Oficiales Mexicanas (NOMs) emitidas en materia de seguridad en el trabajo y la salud.

En principio, se debe entender que las NOMs son regulaciones técnicas de observancia obligatoria expedida por las autoridades normalizadoras competentes, que son aquellas dependencias o entidades competentes de la Administración Pública Federal con atribuciones o facultades expresas para realizar actividades de normalización y estandarización⁸⁸.

Su fin esencial es el fomento de la calidad para el desarrollo económico y la protección de los objetivos legítimos de interés público previstos en la Ley de Infraestructura de la Calidad, mediante el establecimiento de reglas, denominación,

⁸⁸ Cfr. Ley de Infraestructura de la Calidad, 2023, México.

especificaciones o características aplicables a un bien, producto, proceso o servicio, así como aquellas relativas a terminología, marcado o etiquetado e información. Las NOMs se considerarán como reglamentos técnicos, medidas sanitarias o fitosanitarias, según encuadren en las definiciones correspondientes previstas en los tratados internacionales de los que el Estado mexicano es parte⁸⁹.

En este sentido, las NOMs que emite la STPS determinan las condiciones mínimas necesarias para la prevención de riesgos de trabajo y se caracterizan por que se destinan a la atención de factores de riesgo a los que pueden estar expuestos los trabajadores⁹⁰.

A su vez, las NOMs en materia de prevención y promoción de la salud son regulaciones técnicas de observancia obligatoria expedidas por las dependencias competentes, cuya finalidad es establecer las características que deben reunir los procesos o servicios cuando estos constituyan un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud humana, así como aquellas relativas a terminología y las que se refieran a su cumplimiento y aplicación. Una vez aprobadas por el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Prevención y Control de Enfermedades (CCNNPCE), son expedidas y publicadas en el Diario Oficial de la Federación (DOF) y, por tratarse de materia sanitaria, entran en vigor al día siguiente de su publicación⁹¹.

Las NOMs deben ser revisadas cada 5 años posteriores a partir de su entrada en vigor o su última modificación. El CCNNPCE, así como otras autoridades normalizadoras, deberán de analizar y, en su caso, realizar un estudio de cada NOM que emitan, cuando su periodo venza en el transcurso del año inmediato anterior y,

⁸⁹ Cfr. *Ídem*.

⁹⁰ Cfr. Secretaría del Trabajo y Previsión Social, (2012), *Marco normativo de seguridad y salud en el trabajo*, recuperado de <http://asinom.stps.gob.mx:8145/Centro/CentroMarcoNormativo.aspx>

⁹¹ Cfr. Secretaría de Salud, (20 de agosto de 2015), Normas Oficiales Mexicanas, recuperado de [https://www.gob.mx/salud/en/documentos/normas-oficiales-mexicanas-9705#:~:text=August%2020%2C%202015-,Las%20Normas%20Oficiales%20Mexicanas%20\(NOM\)%20son%20regulaciones%20t%C3%A9cnicas%20de%20observancia,las%20personas%20o%20da%C3%B1ar%20la](https://www.gob.mx/salud/en/documentos/normas-oficiales-mexicanas-9705#:~:text=August%2020%2C%202015-,Las%20Normas%20Oficiales%20Mexicanas%20(NOM)%20son%20regulaciones%20t%C3%A9cnicas%20de%20observancia,las%20personas%20o%20da%C3%B1ar%20la)

como conclusión de dicha revisión y/o estudio, podrán decidir la modificación, cancelación o ratificación de las mismas⁹².

Finalmente, también hay NOMs que regulan y velan por los intereses ambientales, ponderando, entre otros detalles, el manejo de residuos, el control de emisiones contaminantes a la atmósfera, el impacto ambiental derivado del desarrollo de ciertas actividades, entre otros. Esto muestra la interdependencia que existe entre las NOMs ambientales, con las abocadas en salvaguardar la seguridad en el trabajo y la salud de las personas. Un ejemplo de esa correlación es la que se da en materia de residuos, ya que se compaginan legalmente una porción de cada uno de estos elementos (la seguridad, la salud y la protección ambiental).

Por otra parte, es necesario mencionar a las Disposiciones Administrativas de Carácter General (DACGs), que son el sistema normativo que establece un cúmulo de acciones y decisiones técnicas y/o legales para el cumplimiento regulatorio de las mismas por parte de los sujetos obligados, mismos que son todos aquellos que se encuentren en el supuesto normativo que determinen esas DACGs. Dichas DACGs tienen un rango jurídico inferior a las leyes y son emitidas por las distintas entidades administrativas en sus tres niveles de gobierno (federal, estatal y municipal) que cuenten con atribuciones legales para tales efectos⁹³.

En este sentido, las DACGs son un complemento regulatorio a las leyes o NOMs establecidas para regular una actividad o materia en específico, al igual que lo son los reglamentos, lineamientos, circulares, entre otra normativa.

Por tal motivo, para garantizar la seguridad de las personas, sus medios de trabajo y el entorno, tanto laboral como ambiental de las mismas, así como preservar su

⁹² Cfr. *Ídem*.

⁹³ Cfr. Gobierno del estado de Campeche, (08 de abril de 2022), *I-G. Las Disposiciones Administrativas, directamente o a través de la Autoridad competente, con el plazo de anticipación que prevean las disposiciones aplicables al Sujeto Obligado de que se trate, salvo que su difusión pueda comprometer los efectos que se pretenden lograr con la disposición o se trate de situaciones de emergencia, de conformidad con dichas disposiciones*, recuperado de <https://coespo.campeche.gob.mx/19-transparencia/obligaciones-especificas/123-las-disposiciones-administrativas-directamente-o-a-traves-de-la-autoridad-competente-con-el-plazo-de-anticipacion-que-prevean-las-disposiciones-aplicables-al-sujeto-obligado-de-que-se-trate>

integridad y proteger sus derechos como el de la salud, es vital contar con instrumentos normativos eficientes, certeros y con claridad legal.

Esto da pie a sentar unas bases jurídicas sólidas que permitan el correcto cumplimiento regulatorio por parte de los sujetos obligados y asimismo faciliten la revisión de ese cumplimiento por parte de las autoridades competentes para tales efectos.

En otro orden de ideas, como ya referimos en puntos anteriores, la creación de instrumentos normativos concernientes a la seguridad está vinculada a la regulación basada en riesgos, la cual surge de los gobiernos miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) al reconocer la importancia crítica y necesidad de políticas efectivas para identificar, medir y responder a los riesgos derivados de la realización de actividades en diversas industrias.

Esta regulación basada en riesgos es una aplicación de recomendaciones de la OCDE para desarrollar e implementar políticas para la gestión de riesgos en diferentes países e instituciones públicas y privadas como una mejor práctica. Resultando así en una integración de mejores prácticas utilizando metodologías para identificar y evaluar los riesgos de una actividad, instalación, proceso, producto, servicio, sistema, medio u operación.

Lo anterior con la finalidad de que esas mejores prácticas sean primero contempladas, después analizadas y, por último, implementadas en instrumentos regulatorios que brinden certidumbre técnica y jurídica durante el desarrollo de determinadas actividades. A su vez, siendo observados y aplicados por los sujetos obligados que realizan las actividades de riesgo, teniendo la responsabilidad técnica y legal de acatar lo estipulado en esos instrumentos regulatorios, previamente establecidos por las autoridades competentes, quienes supervisarán, inspeccionarán y vigilarán, entre otros aspectos, lo relativo al cumplimiento regulatorio de medidas de seguridad durante el desarrollo de dichas actividades, así como del resto de obligaciones legales: la salud de los trabajadores, la protección al medio ambiente, el contar con instrumentos financieros para cubrir daños por responsabilidad civil, entre otras.

De tal forma que los gobiernos tienen la finalidad de proteger a sus habitantes de los riesgos sociales, al medio ambiente, a la salud, laborales, económicos, financieros, entre otros. Es así que, conforme va incrementándose la información disponible y la experiencia, se reduce la incertidumbre, posibilitando que la regulación para combatir los riesgos que implica el desarrollo de actividades productivas vaya evolucionando hacia un enfoque en el que los instrumentos normativos que se emiten correspondan a los niveles de riesgo a los que nos enfrentamos a diario, entendiendo que el riesgo cero es inalcanzable, puesto que invariablemente al reducir un riesgo en un área se estará incrementando un riesgo en otra⁹⁴.

Ante la dificultad que representa el poder generar regulación que atienda de manera óptima a los riesgos que enfrenta la sociedad y, al mismo tiempo, una utilización eficaz y eficiente de los recursos, la OCDE ha estipulado una serie de principios generales para emitir regulación basada en riesgos:

- 1.- Valorar el grado y siniestralidad de cada riesgo, así como su probabilidad de ocurrencia.
- 2.- Ponderar qué riesgos son tolerables y a qué nivel.
- 3.- Ordenar o “rankear” las actividades conforme al tipo de riesgos que representan las mismas.
- 4.- Asignar recursos humanos, económicos y de seguridad para la supervisión, inspección y vigilancia conforme al ordenamiento de las actividades de riesgo⁹⁵.

Una vez aplicados estos principios, la OCDE identifica cuatro tipos de alternativas regulatorias para atender la problemática de regular el riesgo:

- 1.- Evitar el riesgo: Esto implica el prohibir la realización de actividades. Ejemplos: No fumar, no desechar productos industriales, entre otros.

⁹⁴ Cfr. Rocha López, Julio César, (s.a.), *Beneficios Económicos de la Regulación Basada en Riesgos. El Caso de los Dispositivos Médicos*, recuperado de <https://www.oecd.org/gov/regulatory-policy/48658862.pdf>

⁹⁵ Cfr. *Ídem*.

2.- Transferir riesgos: Buscar que otro agente incurra en el riesgo. Ejemplos: Contratos de cobertura, mecanismos financieros.

3.- Retener los riesgos: Significa aceptar las pérdidas asociadas al riesgo. Ejemplos: Actividades de bajo riesgo, planes de manejo de generadores de residuos peligrosos.

4.- Reducir los riesgos: Disminuir la probabilidad de que el riesgo ocurra. Ejemplos: Establecimiento y aplicación de NOMs, DACGs y demás normatividad aplicable⁹⁶.

A su vez, para la conformación de nuevos instrumentos regulatorios basados en riesgos, existen herramientas que ayudan a analizar y evaluar los riesgos derivados de la ejecución de una determinada actividad, proceso u operación en alguna instalación o lugar en específico, así como su relación con actividades transversales desarrolladas por grupos multidisciplinarios con capacidad técnica y legal. La finalidad es generar una serie de recomendaciones para ser implementadas en la creación de esa normativa basada en riesgos.

Estas herramientas se denominan “matrices de regulación basada en riesgos”, que sirven para planificar de forma segura un proyecto, a través de la evaluación de la probabilidad de ocurrencia de un riesgo y su potencial siniestralidad durante la realización de actividades y sus respectivos procesos. En dichas matrices se insertan diversos elementos (tipo de actividad, probabilidad de ocurrencia de un evento adverso, frecuencia y periodicidad con la que ocurre ese evento adverso), así como sus respectivas consecuencias y afectaciones, el tipo de instalaciones donde se realiza la actividad, entre otros.

Las matrices de regulación basada en riesgos analizan los riesgos latentes en el desarrollo de actividades y procesos de un proyecto, identificando para ello, en primera instancia, los peligros y, posterior a esto, analizar y evaluar los riesgos que estos implican, pudiendo detonar su materialización en eventos adversos para las personas, instalaciones y medio ambiente. Una vez que se hayan analizado y evaluado la probabilidad, frecuencia, severidad y demás elementos que conforman

⁹⁶ Cfr. *Ídem*.

a cada riesgo, estos son considerados en la elaboración de las matrices de regulación basada en riesgos. La finalidad es dimensionar y calcular el riesgo, otorgando prioridad en la atención que amerita a cada riesgo y permitiendo la preparación ante la materialización de una posible consecuencia y su impacto negativo al momento de llevar a cabo una actividad y sus respectivos procesos⁹⁷.

Los riesgos forman parte de todos los proyectos y no hay una forma infalible de saber cuáles se pueden materializar, cuándo pueden ocurrir y la severidad de los mismos. En ocasiones, se transitará un proyecto completo sin experimentar un solo contratiempo y otras veces podrán presentarse muchas adversidades derivadas de la manifestación de riesgos. Ante esto, la única forma de prevenir los riesgos de un proyecto es prepararse de manera proactiva para enfrentarlos y parte de ello deriva en contar con matrices de regulación basada en riesgos⁹⁸.

Como consecuencia de esto, es necesario elaborar un *benchmark*, conocido como un cuadro comparativo de funcionalidad y rendimiento, con el objetivo de comprobar iniciativas, medidas, políticas, estrategias o sistemas de seguridad. El afán es poder observar y analizar el comportamiento más adecuado para un determinado fin en torno a la seguridad.

Identificando, a su vez, las mejores prácticas y estándares internacionales usados en el desarrollo de una actividad específica y con esto determinar, a través del *benchmark*, qué iniciativas, medidas, políticas, estrategias o sistemas de seguridad pueden resultar funcionales y viables en la creación de instrumentos normativos propios de seguridad, cumpliendo con los más altos estándares internacionales y mejores prácticas en la conformación de esta nueva normatividad para el desarrollo seguro de determinadas actividades llevadas a cabo en un lugar o territorio en concreto.

Es fundamental que primero se realice el *benchmarking*, por medio del que se analizan y seleccionan los más altos estándares nacionales e internacionales,

⁹⁷ Cfr. ASANA, (16 de marzo de 2022), *Matriz de riesgos: cómo evaluar los riesgos para lograr el éxito del proyecto*, recuperado de <https://asana.com/es/resources/risk-matrix-template>

⁹⁸ Cfr. *Ídem*.

además de las mejores prácticas aplicables a la industria y/o sector y la normatividad más eficiente que contenga las mejores acciones regulatorias, tanto legal como técnicamente, para las actividades que se pretenden llevar a cabo.

El *benchmarking* es un proceso de fijación de metas. Un medio a través del que se descubren y comprenden las mejores prácticas necesarias para llegar a nuevas y mejores metas. Cuando el *benchmarking* se integra por completo en procesos de trabajo, estimula la conformación de metas realistas y reemplaza las prácticas arcaicas u obsoletas realizadas en una actividad o en los procesos de esta, mejorando así la calidad y eficiencia de esas actividades y procesos, aunado a innovar, actualizar y emplear las mejores prácticas realizadas en una industria o sector productivo⁹⁹.

Entre los beneficios más importantes del *benchmarking* se encuentran los siguientes:

- ✚ Estar conscientes de las mejores prácticas de la industria, buscarlas, analizarlas, compararlas y decidir cuáles son más funcionales en las actividades y procesos a realizar o regular.
- ✚ Establecer metas basadas en un punto de vista concertado de condiciones externas.
- ✚ Determinar medidas de productividad o cumplimiento certeras.
- ✚ Lograr una posición competitiva ante otras compañías o instituciones.
- ✚ Satisfacer las necesidades que se requieren cubrir o mejorar en el desarrollo de una actividad y sus procesos¹⁰⁰.

Es importante referir que el *benchmarking* es la actividad base de un *benchmark*, donde se busca investigar, rastrear e incluso copiar los principios que sustentan el mejor comportamiento de estándares, prácticas, normas, entre otros, los cuales son

⁹⁹ Cfr. Camp C. Robert, *Benchmarking. La búsqueda de las mejores prácticas de la industria que conducen a un desempeño excelente*, México, Panorama Editorial, 1993, p. 45-46.

¹⁰⁰ Cfr. *Ídem*.

aplicados durante el desarrollo de ciertas actividades o procesos en una industria o sector en específico¹⁰¹.

El proceso de *benchmarking* para obtener un *benchmark* funcional se compone de las siguientes fases:

1.- Planificación: Se decide qué objetivo se desea cumplir con el *benchmark*, qué parámetros se necesitan comparar, cuáles son las fuentes y qué medios se van a emplear para llevar a cabo la recopilación de información.

2.- Captura y análisis de información: También denominada fase de “*benchmark test*”, es donde se utilizan determinadas herramientas para acceder a las fuentes de datos, analizarlos según los objetivos marcados y mostrar la comparativa en el formato más adecuado para una posterior toma de decisiones.

3.- Plan de acción: En función de los resultados obtenidos, los responsables de un proyecto deciden qué conviene copiar, mejorar, cambiar o eliminar, con el objeto de implementar lo anterior en sus propios procedimientos, actividades, normas, entre otros.

4.- Evolución o mejoras adicionales: Inserción de nuevos elementos que, aunque no estuvieran contemplados como objetivos prioritarios en la fase inicial, están implementados una vez finalizado el *benchmark* v. gr., la necesidad de disponer de nuevas estrategias de mayor calidad, mejoras a un procedimiento, determinación de métodos de supervisión más eficientes, entre otros¹⁰².

Finalmente, hay que contemplar que los *benchmarks* tienen una correlación con los “KPI”. El término KPI, por sus siglas en idioma inglés (Key Performance Indicator), cuyo significado en castellano es Indicador Clave de Desempeño o Medidor de Desempeño, hace referencia a una serie de métricas que se utilizan para sintetizar la información, respecto a la eficacia y productividad de las acciones y procesos que se lleven a cabo durante el desarrollo de una actividad, con el fin de poder tomar

¹⁰¹ Cfr. Tableau Software, (s.a.), *Qué es un benchmark*, recuperado de <https://www.tableau.com/es-es/learn/articles/what-is-a-benchmark>

¹⁰² *Ídem*.

decisiones a la postre y determinar aquellas que han sido más efectivas al momento de cumplir con los objetivos trazados para esa actividad¹⁰³.

Los KPI son utilizados y aplicados en cualquier industria o sector productivo, toda vez que:

- 1.- Permiten obtener información útil y valiosa para observar la eficacia en el desarrollo de actividades y la aplicación de sus respectivos procesos.
- 2.- Miden determinadas variables y resultados a partir de dicha información.
- 3.- Analizan la información y los efectos de unas determinadas estrategias; así como las tareas que se utilizaron para llevar a cabo las mismas.
- 4.- Comparan la información para a futuro determinar las estrategias y tareas más efectivas.
- 5.- Brindan la oportunidad para tomar mejores decisiones, haciendo oportunas las modificaciones o cambio de ruta en el desarrollo de una actividad o en los procesos de la misma¹⁰⁴.

Como resultado genérico, los KPI propician grandes ventajas para mejorar las actividades y procesos llevados a cabo en diversas industrias o sectores productivos, en gran medida gracias al uso y mejora de las nuevas tecnologías de la información, como el *Big Data* (bases de datos, sistemas de automatización y computarización de datos, entre otros), ofreciendo una medición mucho más sencilla, objetiva y fiable en comparación con los canales tradicionales, en los que la cuantificación de determinadas cuestiones es tediosa y complicada. Por lo que los KPI no sólo permiten determinar los resultados para una acción o estrategia concreta, sino que ofrecen una visión global de la situación, ya que facilitan la

¹⁰³ Cfr. Logicalis, (29 de septiembre de 2017), *KPI's ¿Qué son, para qué sirven y por qué y cómo utilizarlos?*, recuperado de <https://blog.es.logicalis.com/analytics/kpis-qu%C3%A9-son-para-qu%C3%A9-sirven-y-por-qu%C3%A9-y-c%C3%B3mo-utilizarlos>

¹⁰⁴ Cfr. *Ídem*.

determinación de puntos fuertes y débiles (aspectos de mejora) para la gestión exitosa de proyectos¹⁰⁵.

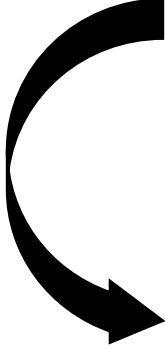
Ante tal situación hay que ponderar que los *benchmarks* toman información de diversas fuentes, tanto internas como externas, para conocer el comportamiento que tienen determinadas estrategias, acciones, normatividad, entre otros, durante el desarrollo de una determinada actividad. Mientras que los KPI como parámetros de rendimiento son posteriores, tanto a la elaboración del *benchmark* como del desarrollo de actividades y sus respectivos procesos. Los mismos se establecen a partir de variables internas y sus resultados, con el propósito de medir la evolución y comportamiento de actividades y sus respectivos procesos y así conocer su tendencia y comparación con lo contemplado y esperado inicialmente¹⁰⁶.

A continuación, en el siguiente ejemplo, se muestra parte del contenido esencial que puede conformar una matriz de regulación basada en riesgos:

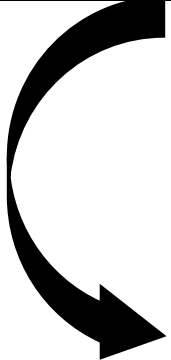
¹⁰⁵ Cfr. *Ídem*.

¹⁰⁶ Cfr. Tableau Software, *op. cit.*, recuperado de <https://www.tableau.com/es-es/learn/articles/what-is-a-benchmark>

MATRIZ DE REGULACIÓN BASADA EN RIESGOS								
Actividad	Proceso	Peligro	Tipo de Riesgo	Clasificación del riesgo	Escenario de riesgo	Probabilidad	Frecuencia	Periodicidad



MATRIZ DE REGULACIÓN BASADA EN RIESGOS			
Posibles Consecuencias a las personas (trabajadores)	Posibles Consecuencias a los activos (instalaciones)	Posibles Consecuencias al entorno ambiental (medio ambiente)	Mejor práctica aplicable



MATRIZ DE REGULACIÓN BASADA EN RIESGOS				
Estándar nacional o internacional aplicable	Acción regulatoria a implementar	Medidas de Control y Gestión de riesgos	Actos de Supervisión, Inspección y/o Vigilancia	de y/o

Por ende, las matrices de regulación basada en riesgos permiten que un proyecto sea iniciado de la manera más segura posible, analizando y evaluando de forma objetiva las actividades que se van a llevar a cabo y sus procesos mediante el planteamiento de escenarios de riesgo, la inclusión de los más altos estándares nacionales e internacionales, las mejores prácticas regulatorias, criterios para la correcta gestión de procesos industriales, ente otras.

Dando como resultado final una regulación que contemple los peligros y riesgos intrínsecos a cada elemento que se ve involucrado en el desarrollo de una actividad y sus respectivos procesos, entendiendo como elemento a todos aquellos objetos, sustancias, condiciones climatológicas o fenómenos naturales, entre otros.

Dentro de los instrumentos regulatorios que integren elementos relacionados a la seguridad durante el desarrollo de actividades industriales o en sectores productivos, es necesario que se contemplen planes o protocolos de respuesta a emergencias, bajo el argumento de tener disponible de forma inmediata un documento que contenga los pasos a seguir ante la manifestación de una emergencia y poder dar atención a la misma, evitando así una catástrofe que pueda ocasionar un deterioro a la salud de las personas o la propagación de alguna afectación a las mismas.

En el entendido de que las situaciones de emergencia son aquellos eventos de carácter excepcional que conllevan un peligro intrínseco y representan un riesgo que puede ocasionar daños a las personas, instalaciones y medio ambiente.

Ante esto, es indispensable que las personas que laboran en el centro de trabajo donde se desarrollan actividades productivas tengan el conocimiento de los equipos e instalaciones de trabajo, identificando la peligrosidad de los elementos existentes, así como el análisis y evaluación de sus correspondientes riesgos¹⁰⁷.

Disponiendo así de un personal de trabajo organizado, con la mejor formación profesional técnica y legal, que garantice una actuación pronta y expedita, haciendo eficaces las acciones para atender las emergencias que se susciten. Asimismo, es vital el informar al resto de trabajadores y ocupantes de las instalaciones el cómo debe actuar ante esa emergencia. Así como facilitar la posible intervención de servicios externos de emergencia, como bomberos, paramédicos, policía, entre otros¹⁰⁸.

La normalización de aspectos como la seguridad, la salud, el trabajo, entre otros, ha vivido una serie de constantes cambios y modificaciones, derivadas principalmente de la creación de nuevas industrias, así como del desarrollo y perfeccionamiento de las actividades y procesos que estas conllevan, aunado a las

¹⁰⁷ Cfr. Viñas Armada, José María, *Formación básica en prevención de riesgos laborales*, 3ª ed., España, Lex Nova, 2009, p. 175.

¹⁰⁸ Cfr. *Ídem*.

mejoras promulgadas en favor de los derechos de los trabajadores, sus condiciones y lugares de trabajo, así como a su entorno ambiental.

Por lo que la progresión paulatina de los instrumentos normativos ha procurado un resultado positivo en la promoción y mejora que estos brindan en el bienestar de las personas, instalaciones y medio ambiente, aunado a garantizar su seguridad. Considerando para ello avances técnicos y legales en las medidas de higiene, de seguridad en el trabajo, de protección ambiental, entre otras¹⁰⁹.

La seguridad tiene la aspiración de mantener incólumes los bienes jurídicos de las personas. En el caso de los peligros y riesgos latentes durante el desarrollo de actividades productivas, esos bienes jurídicos primordiales a salvaguardar son la integridad física y mental de las personas, la salud en general y su vida misma. Sin embargo, esa aspiración de la seguridad abarca más aspectos que involucran los diferentes entornos en los que se ven inmersos cotidianamente las personas. Es así que la seguridad también vela por la protección del medio ambiente, los bienes materiales de las personas, entre otros. Esta protección se encuentra plasmada en diversos instrumentos normativos que regulan múltiples aspectos, como el debido uso y aprovechamiento de estos recursos, lo permitido y lo prohibido con esos recursos, por citar algunos ejemplos¹¹⁰.

Con motivo de esto, la normalización cobra una relevancia primaria en la protección de los derechos que tienen las personas y sus entornos, destacando de entre estos al medio ambiente. La normalización para efectos de la seguridad en el desarrollo de actividades industriales procura fijar reglas claras y certeras, para así contribuir a proteger la salud y condiciones de trabajo de las personas, además de aportar elementos técnicos y legales que ayuden a mejorar el entorno ambiental donde habitan las personas.

¹⁰⁹ Cfr. Moliner Díaz, Rafael, *Guía Práctica para la prevención de riesgos laborales*, 4ª ed., España, Lex Nova, 2004, p. 29.

¹¹⁰ Cfr. *Ídem*.

Para fortalecer y hacer cumplir lo contenido en los instrumentos regulatorios, el Estado, a través de sus respectivas instituciones gubernamentales, tiene reservadas las funciones de supervisión, inspección y vigilancia en el desarrollo de las actividades industriales o sectores productivos. Contando con las atribuciones legales para imponer medidas correctivas, sanciones, recisión y revocación de autorizaciones, permisos, concesiones, entre otros, además de clausurar instalaciones y prohibir el desarrollo de aquellas actividades que pongan en riesgo a las personas, sus centros de trabajo y sus diversos entornos.

Estas funciones de supervisión, inspección y vigilancia tienen el objetivo de apoyar al cumplimiento normativo por parte de los sujetos obligados, quienes son los que realizan las actividades industriales o de sectores productivos, reguladas en múltiples ordenamientos legales en materias de seguridad, trabajo y salud, primordialmente. Como parte de este apoyo que brindan las instituciones gubernamentales a los sujetos obligados, se encuentran las acciones de asesoramiento, mismas que están orientadas a la formación del conocimiento regulatorio que deben brindar a los sujetos obligados en caso que estos lo requieran o cuando estos incumplan parte de la normativa que regula las actividades que llevan a cabo¹¹¹.

Esas funciones dictaminadas por las instituciones gubernamentales también versan sobre la revisión documental para el otorgamiento de autorizaciones o permisos que soliciten los sujetos obligados para realizar sus actividades. Esto incluye el validar los diseños de sus instalaciones, los sistemas de administración para la realización de sus actividades, los procesos de tales actividades, el pre-arranque de operaciones, entre otros, dando un seguimiento puntual por parte de las autoridades competentes a todas las fases de cada proyecto que pretendan realizar los sujetos obligados.

Además de esto, las autoridades revisan que los sujetos obligados cuenten con los mecanismos y medios técnicos, económicos, financieros, legales, entre otros, necesarios para llevar a cabo de manera segura sus actividades y puedan

¹¹¹ Cfr. *Ibidem*, p. 612.

responder en caso de incurrir en responsabilidades civiles, penales, entre otras. Propiciando así que los sujetos obligados identifiquen los peligros de sus actividades, dando atención a posibles situaciones de emergencia derivadas de la manifestación de los riesgos intrínsecos a esas actividades y sus repercusiones adversas que puedan afectar a trabajadores, instalaciones y medio ambiente. Para tales efectos, las autoridades competentes pueden solicitar requerimientos de información y/o realizar visitas de inspección a los sujetos obligados, así como dar atención a denuncias por irregularidades e incumplimiento de la normativa o afectaciones derivadas del desarrollo de las actividades¹¹².

Reiterando que estas instituciones gubernamentales tienen la misión y el compromiso con la sociedad de coadyuvar a garantizar la seguridad y salud de las personas primordialmente, además de vigilar el correcto desempeño de las actividades productivas realizadas por parte de los sujetos obligados y, finalmente, participar en la protección del medio ambiente.

En virtud de lo anterior, la normalización de la seguridad debe basarse en instrumentos normativos sólidos y certeros, brindando los elementos necesarios que permitan a los sujetos obligados el observar y dar atención a lo establecido por dicha regulación durante la realización de sus proyectos y ejecutar de forma segura sus actividades y respectivos procesos.

Asimismo, una normalización de la seguridad eficiente facilita el seguimiento al cumplimiento normativo por parte de las distintas autoridades competentes, a través de acciones de supervisión, inspección y vigilancia, soportadas técnica y legalmente en el marco jurídico aplicable.

Es así que diversas dependencias gubernamentales convergen en regular, cada una desde su ámbito de competencia, aspectos tendientes a la seguridad durante el desarrollo de diversas actividades industriales o productivas. Cubriendo cada una diferentes aristas en correlación con sus atribuciones legales y la normativa que

¹¹² Cfr. *Ibidem*, p. 613.

respectivamente determinen, priorizando la eficiencia y claridad regulatoria para facilitar la observancia y cumplimiento normativo por parte de los sujetos obligados.

Como hemos desarrollado y determinado en los puntos anteriores, el vínculo entre el peligro, el riesgo y la seguridad genera una interdependencia continua y permanente entre estos tres conceptos, misma que sirve como base para poder plasmar estrategias, medidas y procedimientos de seguridad en diversos instrumentos normativos, a fin de garantizar la seguridad y propiciar el bienestar de las personas, las instalaciones y el medio ambiente.

Por lo que se refiere a la normativa previamente citada, la misma tiene como complemento a los estándares de seguridad, que pueden ser a nivel local o internacional, así como a las mejores prácticas, con la finalidad de que sean observables y aplicados en el desarrollo de una actividad determinada, elevando la calidad de los procedimientos o medidas de seguridad.

De tal forma que, el contar y tener correctamente establecidos instrumentos normativos de seguridad para el desarrollo de una determinada actividad ayuda a comprender de inicio el cumplimiento regulatorio que los sujetos obligados deben dar a esos instrumentos, para que posteriormente apliquen los procedimientos de seguridad estipulados en esos instrumentos. Lo que facilita y agiliza la supervisión, inspección y vigilancia llevada a cabo por parte de las autoridades competentes respecto al cumplimiento regulatorio de las actividades desarrolladas por los sujetos obligados.

En este orden de ideas, es importante hacer énfasis respecto a que las autoridades responsables de verificar el cumplimiento de esos ordenamientos legales, deben respetar los límites jurídicos de los mismos y no exigir más de lo establecido en esos instrumentos normativos. Generando un equilibrio entre el cumplimiento de las diferentes disposiciones normativas de seguridad por parte de los sujetos obligados y el seguimiento correspondiente a ese cumplimiento por parte de las autoridades responsables.

1.4.1.1 Estándares de Seguridad y Mejores Prácticas

Como hemos referido y desarrollado previamente, la necesidad de tener establecidos y normalizados diversos instrumentos normativos con contenido tanto legal como técnico, tendientes a la seguridad, es fundamental durante el desarrollo seguro de actividades y procesos industriales o de sectores productivos; toda vez que esa normalización brinda *de facto* protección a la salud de las personas y a su medio ambiente, incluyendo la colaboración para preservar al mismo y propiciar un desarrollo sustentable con los recursos naturales que este brinda a las personas. Asimismo, se da certeza en el uso de herramientas de trabajo e instalaciones donde se realizan dichas actividades productivas.

Dentro de esta normalización de la seguridad es importante tener estandarizados, reconocidos y comprobados los procedimientos, estrategias, protocolos, técnicas, entre otros, que son empleados en las actividades industriales y sus procesos, con la finalidad de garantizar el uso de los más altos estándares de seguridad y mejores prácticas de la industria para tales efectos.

Un estándar de seguridad es la referencia o el patrón común establecido dentro de una institución u organismo, a nivel local o internacional, que sirve para difundir aquellas indicaciones que ayuden a prevenir o evitar la ocurrencia de incidentes y accidentes durante el desarrollo de actividades industriales o en sectores productivos de la sociedad. Los estándares de seguridad se caracterizan por ser objetivos y categóricos, de tal manera que permiten identificar con facilidad si las instituciones u organismos están cumpliendo o no con lo establecido en ese estándar y su efecto esperado¹¹³.

¹¹³ Cfr. Positiva, (s.a.), *Modelo guía para la elaboración de estándares de seguridad*, recuperado de <https://posipedia.com.co/wp-content/uploads/2018/09/modelo-guia-elaboracion-estandares-seguridad.pdf>

Los estándares de seguridad no son sólo un tema legislativo, sino que reflejan el modelo, norma, patrón o referencia que deben contemplar los principios de las instituciones y organismos ante sus empleados o miembros, convirtiendo las actividades que estos realizan en altamente seguras y responsables¹¹⁴.

Por ello, el estándar de seguridad se entiende como una norma repetible, armonizada, acordada y documentada para realizar una actividad de la manera más segura posible. Los estándares de seguridad contienen especificaciones técnicas u otros criterios precisos diseñados para usarse de manera consistente como regla, guía o definición. Son niveles de referencia de condiciones de seguridad que deben estar implícitos en partes específicas de los procedimientos o métodos de trabajo, teniendo el objetivo de propiciar mecanismos seguros para desarrollar actividades específicas o comunes y sus respectivos procesos, dentro de diferentes industrias o sectores productivos¹¹⁵.

La alineación con un estándar de seguridad permite el diseño, desarrollo y aplicación de un marco de trabajo o *framework*, que, entre otras cosas, contribuye a estructurar y ordenar las actividades, documentos o controles de seguridad que se encuentren planeados o implementados dentro de una institución. Es una herramienta que nos permite medir nuestros procedimientos y darnos cuenta de qué parte de ellos podemos mejorar para involucrarnos en una mejora continua y enfocarnos en realizar procesos más seguros y productivos¹¹⁶.

Los estándares de seguridad se crean a partir de la reunión de todas las partes interesadas, como organismos nacionales e internacionales reconocidos; autoridades reguladoras; fabricantes y consumidores de un material, producto, proceso, servicio o actividad en particular, entre otros. Todas las partes se benefician de la estandarización, ya que ayuda a generar una mayor seguridad en

¹¹⁴ Cfr. Kiligann, Andrew, (22 de mayo de 2022), *¿Qué es un estándar en seguridad?*, recuperado de <https://elconsejosalvador.com/contrato/que-es-un-estandar-en-seguridad.html>

¹¹⁵ Cfr. *Ídem*.

¹¹⁶ Cfr. *Ídem*.

el desarrollo de actividades y sus procesos, aunado a favorecer la calidad y mejoras de materiales y/o productos, principalmente¹¹⁷.

Por ende, los estándares de seguridad corresponden al conjunto de normas, requisitos y procedimientos de obligatorio cumplimiento, mediante los cuales se establecen, verifican y controlan las condiciones básicas de capacidad técnico-jurídica. En síntesis, un estándar de seguridad contiene el nivel de referencia de algún factor de producción, actividad o proceso¹¹⁸.

Por su parte, en la base de datos institucional de Pemex, intitulada “Términos usados en la industria petrolera”, se hace referencia a la calidad que deben contener los estándares derivados de la ISO 9000 y define que es: el término aplicado a una serie de estándares patrocinados por la ISO. La ISO creó ISO 9000 con el propósito de uniformar los sistemas de calidad que deben establecerse por las compañías de fabricación y servicios alrededor del mundo¹¹⁹.

Al momento que una institución u organismo diseñe los estándares de seguridad, deberá tomar en consideración los siguientes parámetros:

- Los estándares deben ser claros en sus conceptos.
- Los estándares estarán diseñados de tal manera que expresen una secuencia lógica de actividades (antes– durante–después).
- Deberán contener tipografía sencilla de comprender, con el fin de que los trabajadores identifiquen los peligros y sus potenciales riesgos profesionales.
- Deberán ser publicados en diversos espacios dentro de las instalaciones de trabajo, con la idea de que los trabajadores entiendan y realicen de la mejor forma las tareas inscritas en los estándares.
- Permanentemente deberán ser analizados con el fin de identificar si los estándares consignados se están aplicando fehaciente y correctamente con el transcurrir del tiempo.

¹¹⁷ Cfr. *Ídem*.

¹¹⁸ Cfr. *Ídem*.

¹¹⁹ Cfr. Pemex, (s.a.), *Términos usados en la industria petrolera*, pp. 33, 61 y 62, recuperado de <http://www.ri.pemex.com/files/content/Glosario%2020101221.pdf>

- Deberán ser socializados a los trabajadores y, periódicamente al momento de hacer inspecciones planeadas de seguridad, la autoridad competente deberá cerciorarse que se estén cumpliendo con los estándares y hacer los refuerzos positivos según sea el caso¹²⁰.

Es importante el poder observar y aplicar estándares internacionales en materias de seguridad y salud en el trabajo, creando así un beneficio hacia los trabajadores para atender situaciones no previstas en la legislación nacional. De esta manera, la política laboral de prevención de riesgos se extiende a más campos donde la casuística puede originar casos muy particulares que no fueron contemplados de inicio en estándares nacionales o internos¹²¹.

El contenido de los estándares de seguridad debe fijar los parámetros y requisitos mínimos aceptables de medida, cantidad, calidad, entre otros, que son establecidos por medio de estudios experimentales, investigación, legislación vigente o resultado del avance tecnológico, con los que es posible comparar las actividades de trabajo, desempeño y comportamiento industrial¹²².

Es síntesis, el término estándar, ya sea aplicado a temas de seguridad, salud en el trabajo u otro en general, se debe comprender como un parámetro que indica la forma correcta de hacer las cosas y, a través de su observancia y aplicación, ayuda a replicar un modelo aceptable y funcional para su uso cotidiano en una determinada industria o sector productivo¹²³.

Finalizamos con el argumento de que los estándares son acuerdos que contienen especificaciones técnicas u otros criterios precisos para ser usados consistentemente como reglas, guías, o definiciones de características, con el fin de

¹²⁰ Cfr. Positiva, *op. cit.*, recuperado de <https://posipedia.com.co/wp-content/uploads/2018/09/modelo-guia-elaboracion-estandares-seguridad.pdf>

¹²¹ Cfr. Cero accidentes, (13 de marzo de 2018), *Seguridad y Salud en el Trabajo: qué entender por estándares de trabajo*, recuperado de <https://www.ceroaccidentes.pe/seguridad-y-salud-en-el-trabajo-que-entender-por-estandares-de-trabajo/>

¹²² Cfr. *Ídem*.

¹²³ Cfr. *Ídem*.

asegurar que los materiales productos, procesos y servicios se ajusten a su propósito.

Pasando a otro término que va de la mano con los estándares de seguridad, el desarrollo diario de actividades industriales o sectores productivos requiere una serie de prácticas continuas que garanticen la seguridad y propicien la eficiencia durante el desarrollo de esas actividades y procesos. En este contexto, las prácticas realizadas en todo sector e industria deben ser las mejores, más seguras y confiables. Que sirvan como soporte en el desarrollo de operaciones llevadas a cabo día con día, buscando garantizar la seguridad y no poner en riesgo el desarrollo de las actividades ni a las personas que las realizan, así como los lugares y herramientas de trabajo de esas personas, cuidando el entorno ambiental donde habitan los trabajadores y se llevan a cabo dichas actividades.

A lo largo de la historia, las empresas debido a sus niveles de operación, crecimiento y competencia, se han enfrentado a la necesidad de buscar y encontrar las mejores y más eficientes formas de hacerle frente a los problemas que afrontan durante el desarrollo cotidiano de sus actividades. Lo anterior ha dado lugar a la incesante búsqueda, desarrollo y aplicación de una serie de prácticas aplicadas a los proyectos o iniciativas de diversos sectores e industrias¹²⁴.

Propiciando así que, a base de prueba y error, se haya gestionado la implementación de diversas prácticas, hasta encontrar y reconocer a las más eficientes y sobresalientes durante el desarrollo de actividades y sus consecuentes procesos, acuñándoles a estas el nombre de 'mejores prácticas', que pueden ser replicadas por múltiples compañías, instituciones, sectores e industrias. Tal implementación auspicia a detonar un crecimiento más ordenado y eficiente, preparando el camino para lograr un desarrollo sustentable en distintos sectores productivos e industrias¹²⁵.

¹²⁴ Cfr. Instituto Mexicano de Mejores Prácticas Corporativas, (s.a.), *¿Qué son las Mejores Prácticas Corporativas?*, recuperado de <https://www.immpc.org.mx/que-son-mejores-practicas>

¹²⁵ Cfr. *Ídem*.

Estas ‘mejores prácticas’, con el paso del tiempo, han sido documentadas, perfeccionadas y publicadas, ya sea por una institución pública o privada o por estudiosos especialistas dedicados a la investigación de diferentes áreas, ciencias, institutos o asociaciones de diferentes especialidades o ámbitos. Es de mencionar que algunas ‘mejores prácticas’ han quedado en el interior de instituciones, sectores o compañías que no dieron difusión a las mismas, por lo cual nunca se hicieron del conocimiento público y tal vez nunca se lleguen a conocer para enriquecer las prácticas ya existentes en un sector o industria en específico¹²⁶.

Entorno a lo anterior, la CNH, en el artículo 3°, fracción XXI, de sus lineamientos que regulan el procedimiento para la presentación, aprobación y supervisión del cumplimiento de los planes de exploración y desarrollo para la extracción de hidrocarburos, así como sus modificaciones, define que las “mejores prácticas de la industria significan los métodos, estándares y procedimientos generalmente aceptados, publicados y acatados por operadores expertos, prudentes y diligentes, con experiencia en materia de exploración, evaluación, desarrollo, extracción de hidrocarburos y abandono, los cuales, en el ejercicio de un criterio razonable y a la luz de los hechos conocidos al momento de tomar una decisión, se consideraría que obtendrían los resultados planeados e incrementarían los beneficios económicos de la extracción de los hidrocarburos dentro del área de asignación petrolera y contractual”¹²⁷.

Con esto se entiende que las ‘mejores prácticas’ juegan un rol sustancial en el desarrollo seguro de actividades realizadas en todo el mundo, yendo aparejadas con la implementación de los estándares de seguridad. Ambos términos coadyuvan a maximizar los elementos de seguridad necesarios para prever situaciones de riesgo y controlar los eventos negativos derivados de la materialización de las mismas.

¹²⁶ Cfr. *Ídem*.

¹²⁷ Cfr. Lineamientos que regulan el procedimiento para la presentación, aprobación y supervisión del cumplimiento de los planes de exploración y de desarrollo para la extracción de hidrocarburos, así como sus modificaciones, art. 3°, fr. XXI, 2023, México.

El término ‘mejores prácticas’ es cada vez más popular en una diversa gama de industrias, empleándose desde la planeación y dirección estratégica, pasando por la administración de proyectos, hasta cada proceso de las actividades realizadas en diversos sectores productivos, contemplando los peligros y sus respectivos riesgos¹²⁸.

Las ‘mejores prácticas’ son diseñadas por expertos de un tema en específico – es decir, gente con una amplia y reconocida *expertise* en un sector, disciplina, trabajo, entre otros –, quienes, por medio de consultas, consensos, discernimientos, experimentación y comprobación, establecen prácticas que serán reconocidas por ser las mejores, más confiables y seguras, apoyándose de diversas herramientas, ya sea digitales, como el uso de las TICs, o cualquier otro recurso tecnológico o material que les ayude para tales efectos. Estas ‘mejores prácticas’ son adoptadas por compañías o instituciones líderes en su ramo, buscando, entre distintos objetivos, la generación de valor agregado de una manera efectiva a través de la implementación de procesos basados en estas¹²⁹.

En algunas industrias o sectores productivos, el término ‘mejores prácticas’ se usa como sinónimo de ‘buenas prácticas’, aunque, en sentido estricto, son conceptos diferentes, ya que una ‘buena práctica’ siempre debe de anteceder a una ‘mejor práctica’¹³⁰.

De tal forma que una ‘buena práctica’ implica el llevar a cabo una actividad o función entendida como adecuada, utilizando medidas e ideas recomendadas y aprobadas previamente. Las buenas prácticas están vinculadas a un buen hacer, es decir, a buenos hábitos que son empleados en el hacer laboral y profesional cotidiano. Comprendiendo así que, las buenas prácticas son acciones correctas que nos permiten ejecutar bien las cosas que hacemos en nuestra vida diaria¹³¹.

¹²⁸ Cfr. Redacción Orben, (s.a.), *Las mejores prácticas como generadoras de valor en tu empresa*, recuperado de <https://www.orben.com/las-mejores-practicas-como-generadoras-de-valor-en-tu-empresa/>

¹²⁹ Cfr. *Ídem*.

¹³⁰ Cfr. *Ídem*.

¹³¹ Cfr. Jiménez, Daniel, (19 de septiembre de 2014), *¿Buenas o Mejores Prácticas?: la diferencia que nadie te contará*, recuperado de <https://www.pymesycalidad20.com/mejores-practicas->

Mientras que las mejores prácticas implican la implementación y aplicación de un método catalogado como el mejor, tiene inherente un sentido de superioridad en comparación con otras prácticas, ya que esa mejor práctica tiene un mejor rendimiento en comparación con el resto de prácticas. Dicho rendimiento superlativo tiene un respaldo técnico, científico o legal, derivado de la acumulación y aplicación de múltiples experiencias, así como conocimientos funcionales, eficientes y seguros. Eso incluye lecciones aprendidas a través de procesos de retroalimentación, reflexión y análisis, principalmente, así como constantes repeticiones derivadas de esos procesos. Las mejores prácticas incrementan el rendimiento durante la realización de una determinada actividad o proceso, cuya aplicación es ampliamente reconocida por sus resultados¹³².

El observar y aplicar mejores prácticas en cuestiones de seguridad posibilita contar con más elementos de protección para las personas, instalaciones y medio ambiente, lo que facilita el desarrollo seguro de actividades, sea cual sea la naturaleza de estas.

Desarrollar una propia metodología de seguridad sustentada en el uso de las mejores prácticas de la industria abre la puerta a una administración eficaz de actividades y sus procesos, aumentando la oportunidad de tener éxito en nuestros proyectos y la operación de los mismos¹³³.

En resumen, las mejores prácticas son una serie de metodologías, sistemas, herramientas, técnicas, entre otras, aplicadas y probadas con resultados sobresalientes en compañías, sectores e industrias que han sido reconocidas como las más sobresalientes a escala mundial. Su implementación permite optimizar y/o potencializar procesos estratégicos, operativos y administrativos de forma metódica.

diferencia.html#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20son%20las%20mejores%20pr%C3%A1cticas,Mejor%C2%BB%20por%20otras%20organizaciones%20similares.

¹³² Cfr. *Ídem*.

¹³³ Cfr. Redacción Orben, *op. cit.*, recuperado de <https://www.orben.com/las-mejores-practicas-como-generadoras-de-valor-en-tu-empresa/>

Las mejores prácticas, por su conocimiento y comprensión, resultan indispensables para mejorar el desempeño y seguridad de actividades; a la postre, su aplicación permitirá evaluar la forma en la que estas se llevan a cabo y en un futuro podrán contribuir a ampliar la base de mejores prácticas existentes¹³⁴.

Definimos que una mejor práctica es una metodología o técnica que ha mostrado resultados superiores de manera consistente en comparación con otras y ahora se utiliza como una línea de base; de tal modo, una mejor práctica puede evolucionar y mejorar con nuevos descubrimientos. Una mejor práctica se considera una terminología popular para describir el desarrollo y seguimiento de procesos estandarizados entre una organización, institución, sector o industria.

A continuación se explican las semejanzas y diferencias entre los estándares y las mejores prácticas:

¹³⁴ Cfr. Instituto Mexicano de Mejores Prácticas Corporativas, *op. cit.*, recuperado de <https://www.immpc.org.mx/que-son-mejores-practicas>

ESTÁNDARES

MEJORES PRÁCTICAS

SEMEJANZAS

- Son de adopción voluntaria.
- Contienen especificaciones técnicas u otros criterios precisos para ser usados consistentemente como reglas, guías, parámetros, metodologías o definiciones.
- Ambas pueden quedar plasmadas por escrito en todo tipo de instrumentos normativos.

DIFERENCIAS

- Los estándares, ya sean nacionales o internacionales, son indicadores que buscan formalizar y regularizar los procedimientos y productos de un sector. Mientras que las mejores prácticas no buscan regularizar procedimientos, pero si ejemplifican su uso, técnicas, entre otros.
- Los estándares los fijan varios organismos nacionales o internacionales o, en su defecto, uno solo compuesto por varios Estados o compañías. Las mejores prácticas no se fijan forzosamente, ya que se pueden determinar, de hecho, por las actividades que desempeñan y son reconocidas como las más eficientes por todos los Estados o instituciones que las practican.
- Las mejores prácticas son usadas para mantener la calidad y eficiencia de procesos o mecanismos, pueden basarse en autoevaluaciones o líneas de base con la intención de perfeccionar el desarrollo de actividades y son un complemento o, en ocasiones, una alternativa a estándares obligatorios. Por otra parte, los estándares buscan formalizar y regularizar los procedimientos, productos, estrategias, acciones, entre otros, de una institución u organización; la adopción de la norma no garantiza el resultado final, pero sí otorga confiabilidad en el sentido de que la entidad hace las cosas adecuadamente y siempre de la mejor forma posible.

Del diagrama anterior se denota la importancia que tienen los estándares y mejores prácticas en los procedimientos de seguridad diseñados e implementados en cualquier industria o actividad productiva. Ambos (estándares y mejores prácticas) garantizan que las actividades desarrolladas serán realizadas del modo más seguro y eficiente, salvaguardando así a las personas, instalaciones y su entorno ambiental.

En ocasiones, ante la falta de existencia de regulación por parte de las autoridades competentes que contemple temas de seguridad o de otra índole específica, si existen estándares, mejores prácticas o prácticas aceptadas por la industria, el tema de la seguridad queda solventado y hace que las actividades a realizar sean seguras bajo el apego y seguimiento de esos estándares y mejores prácticas, esto, con independencia de si la autoridad tiene conocimiento o no de dichos estándares y mejores prácticas.

A manera de conclusión, establecemos que las mejores prácticas y los estándares son de observancia obligatoria para los miembros de una industria, así como de los Estados que permitan las actividades de esa industria en su territorio; la aplicación, tanto de las mejores prácticas como de los estándares nacionales e internacionales, es opcional. Sin embargo, de adquirir esa aplicación como obligatoria, se comprometen a seguir las directrices determinadas por los estándares y a equiparar o mejorar lo establecido en las mejores prácticas.

CAPÍTULO II. LA SEGURIDAD INDUSTRIAL Y LA SEGURIDAD OPERATIVA

2.1 La Seguridad Industrial

El crear condiciones de seguridad en toda actividad humana permite generar confianza y certeza para llevarlas a cabo, además de hacer frente a condiciones de peligro y los respectivos escenarios de riesgos que estas conllevan. En este sentido, todas las actividades realizadas en diferentes industrias y sectores productivos deben ejecutarse al amparo de la certidumbre legal y técnica, con la finalidad de proteger a las personas, sus centros y herramientas de trabajo, así como al medio ambiente.

Es necesario tomar en consideración que, en primer lugar, siempre hay condiciones de peligro y situaciones de riesgo presentes en cada actividad que realizamos. En segundo lugar, el riesgo no se puede eliminar por completo, ya que siempre estará latente la posibilidad de que el mismo se materialice. Por último lugar, la seguridad absoluta no existe, toda vez que, por muy completas que sean las medidas y acciones de seguridad, se pueden generar incidentes y/o accidentes. Sin embargo, tener una seguridad robusta ayuda a que se prolongue en demasía el tiempo sin que se susciten estos eventos adversos y, en caso de ocurrir, se disminuya el grado de afectación de los mismos.

Todo daño constituye por sí mismo una prueba de que no fue debidamente controlado algún riesgo. El buen funcionamiento en materia de seguridad sólo cabe donde la función o actividad se efectúa sin daño alguno¹³⁵.

Desde el punto de vista del pensamiento lógico-científico, la protección debe entenderse como un conjunto de actitudes y actividades ordenadas sistemáticamente (seguridad) que permitan reducir y, en la medida de lo posible, evitar tanto las causas capaces de hacer daño (peligros) como las causas

¹³⁵ Cfr. Ramírez Malpica, Roberto, *Seguridad Industrial*, México, LIMUSA, 1981, p. 19.

concurrentes que las desencadenan (riesgos), así como minimizar los daños en caso de producirse eventos negativos (incidentes y accidentes). En este sentido, los tipos de actuaciones para el proceso de protección (estrategias, medidas y acciones de seguridad), deben ir encaminados a prevenir y reducir las situaciones de riesgo, además de aminorar lo más posible los daños o pérdidas en caso de que las situaciones de riesgo se materialicen y se produzcan incidentes o accidentes, respondiendo de forma inmediata y eficiente ante la presencia de tales eventos adversos¹³⁶.

La seguridad debe estar presente en múltiples áreas de diversas actividades humanas. Como quedó comprendido en el punto alusivo al concepto de 'seguridad', la misma en todas sus vertientes, clasificaciones o ámbitos de aplicación (Seguridad Industrial, Seguridad Ocupacional o en el trabajo, Seguridad Energética, Seguridad Pública, entre otras) vela por los intereses de salvaguardar la salud, la integridad física y, en general, el bienestar del ser humano, primordialmente, aunado a la protección de sus medios, herramientas, recursos o lugares de trabajo, además de preservar su entorno ambiental.

Las estrategias, medidas y acciones de seguridad en actividades industriales permiten identificar las condiciones de peligro y prevenir las situaciones de riesgo derivadas de estas. Asimismo, hacen posible determinar el uso óptimo de equipo y herramientas de trabajo, como el definir los procedimientos adecuados para cada trabajo y protocolos de respuesta a emergencias. De igual forma, las estrategias, medidas y acciones de seguridad hacen posible el establecimiento de instrumentos regulatorios para que se observen y apliquen las mismas, previo, durante y posterior a culminar toda actividad industrial¹³⁷.

Todo esto con el objetivo de garantizar el desarrollo seguro de actividades industriales y brindar protección a los trabajadores, cuidar la integridad de las instalaciones y propiciar la preservación del entorno ambiental.

¹³⁶ Cfr. Enríquez Palomino, Antonio et al., *Seguridad industrial: Puesta en servicio, mantenimiento e inspección de equipos e instalaciones*, España, Fundación Confemetal, 2015, p. 18.

¹³⁷ Cfr. *Ibidem*, p. 50.

Por ende, la seguridad implementada en proyectos industriales debe, en primera instancia, contener los elementos necesarios que permitan un desarrollo de actividades seguro, con el objetivo de administrar, controlar y aminorar lo más que se pueda los factores de riesgo, aun y cuando los peligros inherentes a esas actividades industriales sean mayúsculos, en comparación con otro tipo de actividades productivas.

A su vez, esa Seguridad Industrial debe propiciar protección al bienestar de las personas y su entorno ambiental, situación de suma relevancia que debe estar implícita durante el desarrollo de actividades industriales. Por ello, es vital comprender el ámbito de aplicación de la Seguridad Industrial y lo que ésta implica en el desarrollo de actividades industriales.

Desde los albores de la historia, el hombre ha hecho de su instinto de conservación una plataforma de defensa ante la ejecución de las múltiples actividades que este ha llevado a cabo con el paso de los años¹³⁸, pero el desarrollo propiciado por la Revolución Industrial trajo consigo un incremento significativo de incidentes y accidentes. Esta fuerza industrial en un inicio y por mucho tiempo no contó con medidas de seguridad que contrarrestaran los efectos adversos (incidentes y accidentes) que afectaban a la integridad física de los trabajadores, resultando en la necesidad de prevenir, atender y controlar esas condiciones de peligro y sus consecuentes situaciones de riesgo presentes en las actividades industriales¹³⁹.

La Seguridad Industrial tiene su origen desde que el trabajador demanda la existencia de condiciones laborales dignas en sus centros de trabajo para permitir que sus actividades sean seguras; con esto surge la necesidad de prevenir los incidentes y accidentes de trabajo, ya que todo empleado tiene un riesgo latente de sufrir algún daño o lesión durante y a causa del ejercicio de su trabajo. El riesgo aumenta si dentro del lugar de trabajo no se tienen estrategias, acciones y medidas de seguridad para asegurar la integridad física y psicológica del trabajador. La evolución de la Seguridad Industrial se puede dividir en cuatro periodos:

¹³⁸ Cfr. Ramírez Cavassa, César, *Seguridad industrial*, México, Limusa, 1996, p. 23.

¹³⁹ Cfr. *Ídem*.

1. Edad Antigua: En la que no se valoraba la vida humana.
2. Edad Media: Empieza a valorarse la seguridad para proteger la vida humana; sin embargo, las organizaciones aún no aceptan la cultura preventiva.
3. Edad Moderna: Comienzan a realizarse los primeros reglamentos y normas sobre seguridad e higiene industrial.
4. Edad Actual: La seguridad e higiene son difundidas en las organizaciones donde se realizan actividades industriales o en sectores productivos y son un pilar fundamental para el desarrollo eficiente de las mismas; se basa en el establecimiento de estrategias, protocolos y procedimientos estandarizados en múltiples instrumentos normativos (normalización de la seguridad)¹⁴⁰.

El Código de Hammurabi (2100 a.C.) se considera como el primer reglamento de Seguridad Industrial de la historia, ya que exigía que las edificaciones fueran realizadas con seguridad, previendo fuertes sanciones contra los constructores cuyas edificaciones no se mantuvieran en pie y provocaran accidentes y muertes, entre otras cuestiones¹⁴¹.

Posteriormente, en la época del Imperio Romano se fijaron diversas especificaciones para la construcción de carretas, puentes, acueductos, coliseos, entre otras construcciones. No obstante, no fue hasta la Revolución Industrial que, con la aparición de nuevos riesgos como consecuencia del desarrollo tecnológico y sus múltiples aplicaciones industriales, se suscitaron una infinidad de incidentes y accidentes que provocaron lesiones y muertes a los trabajadores de las distintas industrias. Por tal motivo, los legisladores de los países industrializados de aquella época (Reino Unido y Alemania, principalmente) crearon e impusieron un número importante de leyes que regularan los aspectos de seguridad en las instalaciones industriales y sus respectivas actividades. Posteriormente, en países como Estados Unidos de América (EUA) y España, dichas leyes fueron revisadas, ampliadas y

¹⁴⁰ Cfr. Ptolomeo UNAM. Repositorio Digital de la Facultad de Ingeniería, (s.a.), *Antecedentes de la seguridad e higiene industrial*, p. 6, recuperado de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/57/A4.pdf?sequence=4>

¹⁴¹ Cfr. Enríquez Palomino, Antonio *et al.*, *op. cit.*, p. 20.

mejoradas, dando lugar a los actuales instrumentos regulatorios en materia de Seguridad Industrial, Seguridad Ocupacional, Higiene Industrial, entre otros¹⁴².

Antes del siglo XVII no existían estructuras industriales y las principales actividades laborales se centran en labores artesanales, agricultura, ganadería, entre otras, que producían accidentes fatales y un sin número de mutilaciones y enfermedades. Los trabajadores que practicaban esas actividades hacían de su instinto de conservación una plataforma de defensa ante la lesión corporal. Lógicamente eran esfuerzos personales de carácter defensivo y no preventivo, sin llegar a ser un sistema organizado. La Seguridad e Higiene Industrial tienen sus inicios alrededor del año de 1744, a raíz de la Revolución Industrial en Inglaterra, con la llegada de la máquina de vapor, la aparición del motor eléctrico y el gran aumento del empleo de maquinaria movida por estas invenciones. Surgen las grandes industrias y, a su vez, un índice muy elevado de incidentes y accidentes, que eran considerados como responsabilidad del trabajador, de manera que sólo cuando se comprobaba negligencia absoluta se adjudicaba la responsabilidad al patrón¹⁴³.

Esto ocasionó un cambio en la actitud del trabajador. Era fácil ver que un trabajador moría o resultaba lesionado por condiciones de peligro y posteriores situaciones de riesgo que se pudieron evitar o prevenir. Debido a esas observaciones, los trabajadores comenzaron a organizarse y utilizaron todos los medios a su alcance para obtener el apoyo a sus demandas y que se tomaran medidas preventivas. El movimiento obrero buscaba principalmente dos cosas:

1. La adecuada protección ante la maquinaria que pudiera ocasionar incidentes y accidentes que vulneraran la seguridad del trabajador.
2. La indemnización del trabajador y su familia, sobre todo cuando existía invalidez permanente o muerte del trabajador¹⁴⁴.

En 1833 se realizaron las primeras inspecciones gubernamentales. En 1855, en Inglaterra, se promulgó por primera vez una ley en beneficio de la salud y la

¹⁴² Cfr. *Ídem*.

¹⁴³ Cfr. Ptolomeo UNAM. Repositorio Digital de la Facultad de Ingeniería, *op. cit.*, p. 7.

¹⁴⁴ Cfr. *Ibidem*, p. 8.

seguridad de los trabajadores de las minas, porque seguía habiendo muchos incidentes y accidentes laborales; dicha ley tomaba en consideración varias acciones de mejora a la seguridad de los trabajadores, destacando las siguientes: ventilación del lugar de trabajo, protección de túneles no usados, señalización adecuada en cada lugar de trabajo, manómetros y válvulas adecuadas para las calderas de vapor, la exigencia de indicadores y frenos en el caso de uso de dispositivos para levantar equipo, entre otras¹⁴⁵.

De 1844 a 1891 se crearon diferentes leyes y reglamentos que procuraban garantizar la seguridad de todos los trabajadores, de cualquier tipo de compañía o actividad industrial en cualquier tipo de trabajo. En 1918 surge la OIT, organismo de mayor importancia a nivel mundial para la Seguridad e Higiene en el trabajo.

El primer programa continuo de Seguridad Industrial del que se tiene registro fue resultado de una reunión que se llevó a cabo en Milwaukee, en 1912, por parte de la Asociación de Ingenieros Electricistas del Hierro y el Acero¹⁴⁶.

En EUA, en 1913, se creó el Consejo Nacional de Seguridad Industrial. El alcance de ese consejo era sólo promover la seguridad en la industria; sin embargo, en 1915 se le cambió el nombre por el de Consejo Nacional de Seguridad y su alcance se incrementó para abarcar la prevención de incidentes y accidentes en calles, carreteras, escuelas, hogares, entre otros. En 1971 entró en vigor La ley Williams – Steiger, conocida como “OSHA” (Occupational Safety and Health Act). En esa Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo se autorizaba al gobierno federal a fijar e implementar normas sobre seguridad y salud en todos los centros de trabajo, de acuerdo con esta ley, los patrones debían facilitar a cada uno de sus trabajadores un lugar y un trabajo seguros, libres de riesgos que pudieran ocasionarles daños a su integridad física o incluso propiciar su muerte¹⁴⁷.

¹⁴⁵ Cfr. *Ídem*.

¹⁴⁶ Cfr. *Ibidem*, p. 9.

¹⁴⁷ Cfr. *Ibidem*, p. 10.

Con todo lo anterior resaltamos la importancia que ha tenido la Seguridad Industrial desde su creación y hasta su perfeccionamiento en años recientes, denotando la relevancia que esta representó para la seguridad y el bienestar de los trabajadores a lo largo de la historia, durante el desarrollo de actividades en diferentes industrias o sectores productivos.

Inicialmente se entiende a la Seguridad Industrial como aquella que se refiere a la protección de instalaciones industriales, recursos, servicios, materiales e información; contra la destrucción y el deterioro de los mismos¹⁴⁸.

La Seguridad Industrial comprende un conjunto de normas técnicas destinadas a proteger la vida, salud e integridad física de las personas y a conservar los equipos e instalaciones en las mejores condiciones de productividad¹⁴⁹.

Asimismo, desde un enfoque técnico, se define a la Seguridad Industrial como el área de la ingeniería que estudia, diseña, selecciona, promueve e implementa el uso de elementos de protección y de medidas de control específicas para el personal de trabajo, de acuerdo con su ocupación y entorno ambiental de trabajo. Investiga las condiciones de trabajo en los equipos, los procesos y la conducta del trabajador para descubrir situaciones, desarrollar hábitos o identificar actividades inseguras, con la finalidad de proponer medidas de control acordes con los hallazgos o puntos frágiles de seguridad previamente percibidos, aplicando los más altos estándares de seguridad y las mejores prácticas de la industria para tales efectos¹⁵⁰.

Desde una tónica legal, la Seguridad Industrial tiene como objetivo la prevención y el control de riesgos, así como la protección contra incidentes y accidentes capaces de producir daños o perjuicios a las personas, instalaciones de trabajo y medio ambiente derivados del desarrollo de actividades industriales, a través del

¹⁴⁸ Cfr. Lapedes, Daniel N., *op. cit.*, p. 1840.

¹⁴⁹ Cfr. Henao Robledo, Fernando, *op. cit.*, p. 42.

¹⁵⁰ Cfr. *Ídem*.

establecimiento, observancia y seguimiento de instrumentos normativos aplicados a la materia¹⁵¹.

La Seguridad Industrial es un concepto amplio que implica considerar no sólo las instalaciones industriales, sino su entorno. Al menos aquel donde sus actividades puedan llegar a producir algún impacto o afectación a la población aledaña, que puede sufrir daños en su salud o integridad física, así como en sus bienes o la contaminación del medio ambiente¹⁵².

Para apuntalar lo descrito previamente, dentro de la política de seguridad del sector hidrocarburos, se entiende por Seguridad Industrial al área multidisciplinaria que se encarga de identificar, reducir, evaluar, prevenir, mitigar, controlar y administrar los riesgos en dicho sector, mediante un conjunto de normas que incluyen directrices técnicas sobre las instalaciones y las actividades relacionadas con aquellas que tengan riesgos asociados, cuyo principal objetivo es proteger la integridad física de las personas, el cuidado de las instalaciones, así como preservar el medio ambiente¹⁵³.

Podemos entender que el objetivo principal de la Seguridad Industrial se aboca a crear e implementar estrategias, medidas y acciones de seguridad que logren prevenir, administrar y controlar los riesgos que comprometen el bienestar de los trabajadores y la integridad mecánica de las instalaciones industriales. Esos riesgos derivan por la exposición de los trabajadores a los peligros implícitos en sus actividades de trabajo.

Hay que añadir que el estudio y conocimiento de la legislación en materia de Seguridad Industrial (instrumentos regulatorios y/o técnicos) es imprescindible para gestionar con éxito los proyectos industriales en diferentes industrias o sectores

¹⁵¹ Cfr. Moliner Díaz, Rafael, *op. cit.*, p. 678.

¹⁵² Cfr. Energy Insurance Broker, (19 de septiembre de 2017), *Seguridad Industrial y Seguridad Operativa en el Sector Hidrocarburos*, recuperado de <https://nrgibroker.com/seguridad-industrial-y-seguridad-operativa-en-el-sector-hidrocarburos/#:~:text=Por%20seguridad%20operativa%2C%20se%20entiende,paros%20de%20emergencia%20y%20mantenimiento.>

¹⁵³ Cfr. Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, art. 3°, fr. XIII, 2023, México.

productivos. Toda vez que dicha legislación determina los aspectos jurídicos y técnicos que deben observar, seguir y aplicar los trabajadores, participantes en general y sujetos obligados para garantizar los elementos de seguridad necesarios en el desarrollo de actividades industriales, cuyo objetivo común recae en salvaguardar a las personas, instalaciones y medio ambiente¹⁵⁴.

La Seguridad Industrial, con el paso del tiempo, ha ido cristalizando, por medio de la formalización de instrumentos regulatorios, la certidumbre jurídica y técnica necesaria para poder realizar de la forma más segura posible las actividades en diversas industrias o sectores productivos. En la actualidad, la amplia y variada normativa técnico-legal en materia de Seguridad Industrial ha disminuido de forma gradual los riesgos preexistentes en las actividades industriales. A través de la reglamentación de la Seguridad Industrial, que parte de la iniciativa técnico-legal para la protección, se consolidan los mecanismos para regular dentro del ámbito de las industrias o sectores productivos; las estrategias, medidas y acciones o actuaciones de seguridad relacionadas con el análisis y control de riesgos, respuesta a emergencias, protocolos de atención para minimizar daños, entre otros. Esas medidas de seguridad aplican los principios de seguridad científica durante el desarrollo de actividades industriales con el objetivo de no producir daños a las personas, instalaciones y medio ambiente, generando los elementos de seguridad necesarios para hacer más seguro el desarrollo de esas actividades¹⁵⁵.

A su vez, la Seguridad Industrial interactúa de forma continua con tres áreas fundamentales para la protección de las personas durante sus actividades laborales:

1. Higiene Industrial. – Consistente en la identificación de agentes y factores de riesgo con el propósito de emitir recomendaciones que prevengan enfermedades y lesiones en los trabajadores.

¹⁵⁴ Cfr. Storch de Gracia, José M. a y García Martín, Tomás, *Seguridad industrial en plantas químicas y energéticas: Fundamentos, evaluación de riesgos y diseño*, España, Ediciones Díaz de Santos, 2008, p. 233.

¹⁵⁵ Cfr. Enríquez Palomino, Antonio et al., *op. cit.*, pp. 18-19 y p.p. 22-23.

2. Vigilancia Médica. – Enfocada en aplicar programas orientados a la prevención y control de riesgos a la salud por exposición, con estricto apego y cumplimiento a los protocolos establecidos por la ciencia médica, siendo parte de las medidas orientadas a mantener y mejorar el estado de salud de los trabajadores.

3. Compatibilidad puesto-persona. – Determina los requerimientos de desempeño de los puestos de trabajo, en aspectos anatómicos, funcionales y psicológicos, permitiendo ubicar a los trabajadores en puestos acordes a sus capacidades.

De las tres áreas citadas previamente, siendo enfáticos con el concepto de Higiene Industrial, esta va dirigida a dar atención a los agentes físicos, biológicos y químicos que interactúan en el desarrollo de actividades industriales.

La Higiene Industrial también conocida como higiene ocupacional, puede definirse como la técnica no médica de prevención de enfermedades profesionales. Es la disciplina preventiva que estudia las condiciones del medio ambiente de trabajo, identificando, evaluando y controlando los contaminantes de origen laboral, contribuyendo a través de su estudio y aplicación a evitar que se produzca un daño a la salud de los trabajadores¹⁵⁶.

Está catalogada como la ciencia dedicada al reconocimiento, evaluación y control de factores ambientales originados en o por el lugar de trabajo, los cuales pueden ocasionar enfermedades que menoscaben la salud y bienestar de los trabajadores o de los habitantes de una zona o área determinada¹⁵⁷.

Jurídicamente se comprende a la Higiene Industrial como el conjunto de técnicas que estudian, valoran y modifican las condiciones físicas, químicas o biológicas del medio ambiente de trabajo, logrando prevenir la aparición de enfermedades profesionales en trabajadores o comunidades cercanas a los sitios de trabajo que puedan estar expuestas a los efectos adversos de las condiciones ya

¹⁵⁶ Cfr. Ministerio de Trabajo, Migraciones y Seguridad Social, (s.a.), *Higiene Industrial*, recuperado de <https://saludlaboralydiscapacidad.org/disciplinas-preventivas/higiene-industrial/>

¹⁵⁷ Cfr. Henao Robledo, Fernando, *op. cit.*, p. 41.

mencionadas¹⁵⁸. Al mismo tiempo, la Higiene Industrial está compuesta por cuatro disciplinas:

1.- Higiene Teórica: Es la que estudia la relación dosis-respuesta, es decir, el vínculo entre el contaminante con su tiempo de exposición que tiene una persona o un ser vivo a dicho contaminante, estableciendo valores o estándares de referencia. Las personas expuestas deben conocer el tiempo necesario que tienen disponible para no sufrir ningún tipo de alteración funcional.

2.- Higiene Analítica: Es la que realiza la identificación y determinación cualitativa y cuantitativa de los contaminantes presentes en el ambiente.

3.- Higiene de Campo: Es la que efectúa el estudio de la situación higiénica en el ambiente de trabajo. Reconoce y toma muestras de los agentes de peligro, para que, *a posteriori*, sean evaluados los riesgos derivados de su exposición.

4.- Higiene Operativa: Es la que lleva a cabo los estudios tendientes a controlar los riesgos higiénicos detectados en los procesos o fases de una actividad en específico¹⁵⁹.

Desde la antigüedad, se tienen datos respecto a que Platón y Lucrecio realizaron descripciones de algunas enfermedades profesionales producidas en la minería. En 1473, Ulrich Ellberg creó la primera publicación en la materia, que consistía en un folleto que contenía enfermedades ocupacionales y lesiones en los trabajadores de minas de oro. El primer libro a profundidad en medicina ocupacional fue publicado en 1700 en Italia, por el considerado “Padre de la medicina industrial”, Bernardino Ramazzini, quien describe de una manera precisa 54 enfermedades de trabajo¹⁶⁰.

El desarrollo de actividades industriales o sectores productivos, en general, utilizan para su producción, sustancias químicas, biológicas y/o energía (físicas). Las mismas en sus múltiples procesos expulsan sustancias, subproductos y residuos al medio ambiente laboral, que en muchos casos son tóxicos para los trabajadores.

¹⁵⁸ Cfr. Ruíz Rodríguez Ignacio y Torollo González Francisco Javier (coords.), *op. cit.*, p. 119.

¹⁵⁹ Cfr. Henao Robledo, Fernando, *op. cit.*, pp. 43-44.

¹⁶⁰ Cfr. Ptolomeo UNAM. Repositorio Digital de la Facultad de Ingeniería, *op. cit.*, p. 12.

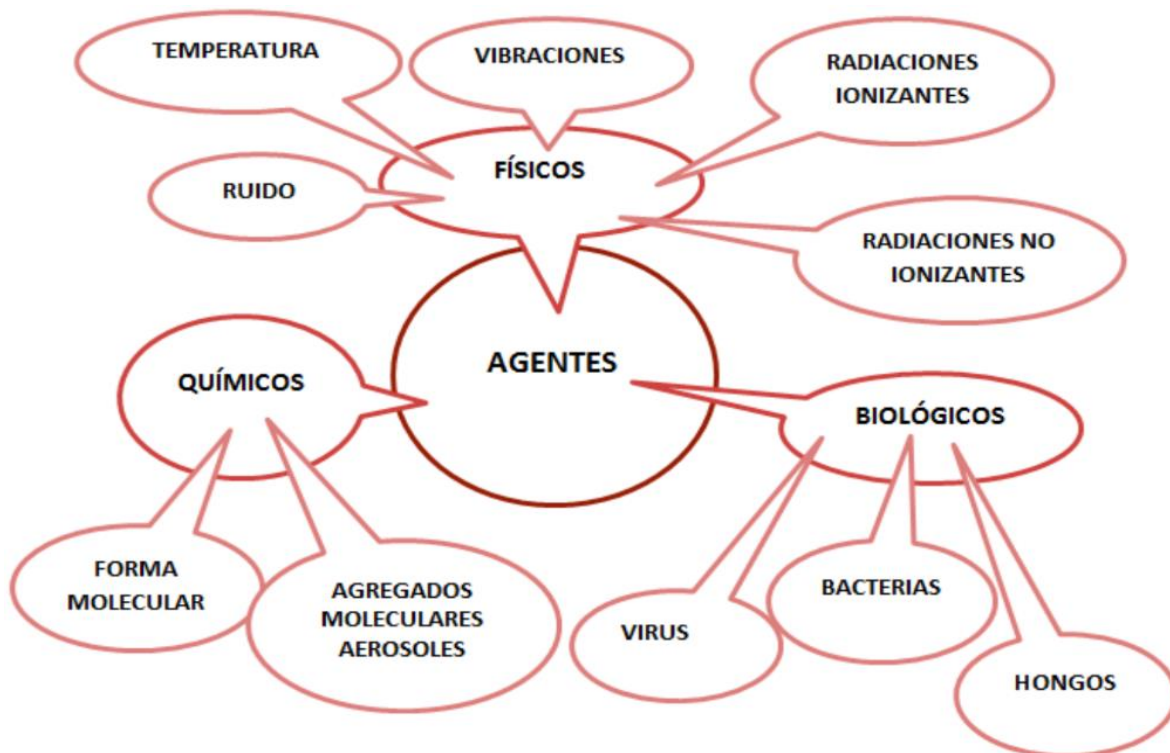
Con el objetivo de minimizar y, en su defecto, controlar los riesgos vinculados a las condiciones de peligro mencionadas, interviene la Higiene Industrial, mediante el diseño de estrategias y la implementación de técnicas y acciones que permiten de inicio el identificar a los agentes presentes en dicho medio ambiente o entorno laboral, para a la postre contar con las medidas de seguridad necesarias en caso de presentarse situaciones adversas en el trabajo y, con esto, poder dar atención a las mismas y permitir el preservar la integridad de las personas¹⁶¹.

Comprendemos así que un medio ambiente insano representa una potencial fuente de riesgo para la salud de los trabajadores, así como para los habitantes de las zonas aledañas a esos centros de trabajo y el medio ambiente circundante donde se realizan las actividades industriales, ya que, en caso de no atenderse las situaciones insalubres, con el paso del tiempo se van a producir enfermedades para los trabajadores y los habitantes, además de propiciar un deterioro ambiental. En definitiva, la Higiene Industrial tiene como objetivo primario el que no se materialicen enfermedades profesionales en los trabajadores que realizan actividades industriales, siendo derivadas esas enfermedades por la exposición a los peligros químicos, físicos y biológicos y sus respectivos riesgos implícitos en los lugares de trabajo¹⁶².

Los agentes que pueden ocasionar daños a la salud de las personas se agrupan de la siguiente manera:

¹⁶¹ Cfr. Ministerio de Trabajo, Migraciones y Seguridad Social, *op. cit.*, recuperado de <https://saludlaboralydiscapacidad.org/disciplinas-preventivas/higiene-industrial/>

¹⁶² Cfr. *Ídem*.



Referencia Cibergráfica¹⁶³

De tal forma que la Higiene Industrial es una disciplina no médica que está vinculada con la Seguridad Industrial, sin formar parte de esta. Su enfoque se encuentra en tratar los temas de prevención de enfermedades y la salubridad en general de los trabajadores, incluyendo el mantener en óptimas condiciones de limpieza e higiene los lugares de trabajo en múltiples industrias y sectores productivos.

Entonces, comprendemos que la Higiene Industrial se concentra en los riesgos a la salud. Se trata de los efectos crónicos de los riesgos, mismos que conllevan a un deterioro a largo plazo, debido a una prolongada exposición a una situación adversa; en tanto que la seguridad se ocupa de los efectos agudos de los riesgos, aquellos que implican una reacción repentina a un estado grave. De este modo, los riesgos a la salud y seguridad convergen en cualquier actividad industrial o sector productivo. Por ejemplo, el ruido industrial suele ser un riesgo para la salud debido a que una exposición a largo plazo de niveles de ruido en el intervalo de 90 a 100 db ocasiona daños permanentes en la salud de una persona, pero el ruido puede

¹⁶³ Ídem.

ser también un riesgo de seguridad, ya que una exposición aguda repentina a un estruendo puede lesionar el sistema auditivo de una persona. Asimismo, muchas exposiciones químicas durante el desarrollo de actividades industriales o sectores productivos tienen efectos tanto agudos como crónicos y, por lo tanto, conllevan a riesgos de seguridad y salud¹⁶⁴.

Parte de esta coexistencia entre seguridad y salud se ve más a detalle con las medidas preventivas que ayudan a controlar los riesgos de ambas vertientes (seguridad y salud). Desde el aspecto técnico (el enfoque de la ingeniería), se aplican 'controles de defensa' contra los riesgos a la seguridad, que intrínsecamente ayudan a administrar y controlar los riesgos a la salud. Lo anterior implica controles de ingeniería (sistemas de detección de gases, sistemas de cierre automático, sistemas de ventilación ante la presencia de sustancias peligrosas, entre otros) en actividades industriales y sus procesos; controles administrativos (prácticas o procedimientos de trabajo); uso de equipo personal de protección, por mencionar los 'controles de defensa' más relevantes. Los mismos permiten aminorar los riesgos de seguridad y coadyuvar a reducir los riesgos de salud, haciendo posible que las actividades industriales sean seguras y favorezcan a las condiciones de salud de los trabajadores¹⁶⁵.

La diferencia entre la Seguridad Industrial y la Higiene Industrial es que la primera utiliza técnicas, recursos y procedimientos para prevenir y proteger al trabajador de cualquier tipo de incidente y accidente, además de preservar la integridad mecánica de los equipos de trabajo y, adicional a esto, brinda protección al medio ambiente; en cambio, la segunda utiliza técnicas, recursos y procedimientos para la prevención de enfermedades producto del trabajo y los riesgos a la salud de las personas¹⁶⁶.

¹⁶⁴ Cfr. Asfahl, C. Ray, *Seguridad industrial y salud*, 4ª ed., trad. de Gabriel Sánchez García, México, Pearson Prentice-Hall, 2000, p. 4.

¹⁶⁵ Cfr. *Ibidem*, p. 52.

¹⁶⁶ Cfr. *Ídem*.

Concluimos que la Seguridad Industrial diseña, determina e implementa un conjunto de estrategias, medidas, programas, protocolos y acciones de seguridad con los que se previene la materialización de riesgos. O en su defecto, en caso de materializarse esos riesgos en situaciones adversas que generen daño a las personas, sus medios, materiales o instalaciones de trabajo y al medio ambiente se cuenta con los elementos de seguridad necesarios para controlar, dar atención y disminuir los daños ocasionados por esas situaciones adversas, brindando protección a las personas, sus medios, materiales o instalaciones de trabajo y su medio ambiente, antes, durante y al finalizar el desarrollo de actividades industriales o sectores productivos.

En continuidad con lo anterior, determinamos que la Seguridad Industrial es la seguridad que se aboca en la salvaguarda de las personas, instalaciones y medio ambiente durante el desarrollo de actividades industriales o sectores productivos.

La Seguridad Industrial comprende un cúmulo de estrategias, medidas y acciones de seguridad, tanto internas como externas, que buscan *a priori* prevenir la ocurrencia de incidentes y accidentes y *a posteriori* generar certidumbre técnica y legal para que se lleven a cabo de forma segura las actividades de trabajo en cualquier industria o sector productivo.

La Seguridad Industrial es una condición indispensable de empleo, la misma conlleva a un compromiso conjunto de empleadores y trabajadores para hacer seguras las actividades de trabajo y evitar la manifestación de incidentes y accidentes. Es decir, todos los participantes que interactúan cotidianamente en el desarrollo de actividades industriales o productivas deben apegarse a las estrategias, medidas y acciones de seguridad industrial en las áreas de trabajo, a fin de garantizar el bienestar de las personas, la integridad de los equipos de trabajo e instalaciones y proteger al medio ambiente.

2.1 La Seguridad Operativa

A la par de la implementación y aplicación de la Seguridad Industrial durante el desarrollo de actividades industriales o sectores productivos, dentro de los procesos ejecutados en el desarrollo de esas actividades, existen una serie de medidas y estrategias de seguridad internas denominada Seguridad Operativa.

Todos los sistemas o áreas operativas (operaciones) representan la conformación de diversas etapas o fases que, a su vez, integran uno o múltiples procesos llevados a cabo en una actividad determinada. Dichos procesos, en sus etapas o fases y desde las operaciones que integran a las mismas, implican una serie de desafíos de seguridad para poder controlar los riesgos en cada proceso que vienen antecedidos de condiciones de peligro de diversa naturaleza (química, biológica, física, entre otros)¹⁶⁷.

En general, un proceso se define como la aplicación de cuantiosas operaciones, a través de etapas o fases lógicas y ordenadas que persiguen un objetivo en común. Si a esta premisa se le adhiere la palabra industrial, entonces todo lo anterior forma parte íntegra del desarrollo de actividades industriales¹⁶⁸.

Se entiende por Seguridad Operativa al área multidisciplinaria que se encarga del análisis, evaluación, prevención, mitigación y control de riesgos asociados a los procesos de una actividad en específico, que comprenden los procedimientos u operaciones de las etapas o fases de: diseño, construcción, pre-arranque, arranque operación, paros normales, paros de emergencia, mantenimiento, desmantelamiento y abandono, por mencionar algunas¹⁶⁹.

¹⁶⁷ Cfr. Blair N., Raymond y Wilson C., Whitston, *Elementos de ingeniería de sistemas industriales*, trad. de Adolfo di Marco, España, Editorial Prentice-Hall Internacional, 1973, p. 240.

¹⁶⁸ Cfr. Baca U., Gabriel *et al.*, *Introducción a la ingeniería industrial*, 2ª ed., México, Grupo Editorial Patria, 2013, p. 32.

¹⁶⁹ Cfr. Energy Insurance Broker, *op. cit.*, recuperado de <https://nrgibroker.com/seguridad-industrial-y-seguridad-operativa-en-el-sector-hidrocarburos/#:~:text=Por%20seguridad%20operativa%2C%20se%20entiende,paros%20de%20emergencia%20y%20mantenimiento.>

La Seguridad Operativa se centra exclusivamente en los procesos internos de una o varias actividades, con el fin de evitar afectaciones a las instalaciones industriales y daños al personal encargado de llevar a cabo múltiples procesos en esas instalaciones, así como que algún incidente y accidente interno (dentro de los procesos) pueda llegar a adquirir mayores proporciones y se desencadenen afectaciones externas, como propiciar algún daño al medio ambiente¹⁷⁰.

Dentro del sector hidrocarburos, se define a la Seguridad Operativa como el área multidisciplinaria que se encarga de los procesos pertenecientes a distintas fases de los proyectos durante el desarrollo de actividades industriales o sectores productivos contenidos en las disposiciones y normas técnicas, administrativas y operativas, respecto de la tecnología aplicada. Asimismo, se encarga del análisis, evaluación, prevención, mitigación y control de los riesgos asociados a los procesos; desde la fase de diseño, construcción, arranque, puesta en operación, operación rutinaria, paros normales y de emergencia, mantenimiento preventivo y correctivo. También incluye los procedimientos de operación y prácticas seguras; entrenamiento y desempeño; investigación y análisis de incidentes y accidentes; planes de respuesta a emergencias; auditorías; aseguramiento de calidad; pre-arranque; integridad mecánica y administración de cambios, entre otros¹⁷¹.

Con estas expresiones, se entiende que la Seguridad Operativa se adentra en la creación e implementación de múltiples medidas, estrategias y acciones de seguridad dentro de los procesos que conforman el desarrollo de una o varias actividades realizadas en diversas industrias o sectores productivos. Esos procesos internos abarcan los procedimientos u operaciones llevadas a cabo en múltiples etapas o fases inmersas en los proyectos industriales.

De tal forma que la Seguridad Operativa considera e implementa un conjunto de estrategias, medidas y acciones de seguridad destinadas a identificar las condiciones de peligro para prevenir y controlar los riesgos de estas, presentes en

¹⁷⁰ Cfr. *Ídem*.

¹⁷¹ Cfr. Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, art. 3°, fr. XIV, 2023, México.

los diversos procesos y sus respectivos procedimientos u operaciones en las numerosas etapas o fases de los proyectos industriales, minimizando la materialización de eventos adversos que afecten al bienestar de los trabajadores y la integridad de las instalaciones.

Como parte estratégica de la seguridad de esos procesos, es importante que, a través de la capacitación del personal de trabajo, además de la utilización de barreras de contención y administración de riesgos tanto técnicas, como legales y financieras, se logre conformar un sistema integral de gestión de riesgos. Asimismo, es vital el requerimiento de competencia técnica y legal que deben tener y acatar los profesionales que ejecutan los procesos en cada fase del proyecto, ya que dicho requerimiento forma parte del proceso de acreditación de las compañías que realizan procesos y actividades industriales, certificando así sus actuaciones (reconocimiento en torno a la seguridad, calidad y eficiencia en la realización de un trabajo), a la par de seguir los estándares del más alto nivel nacional e internacional, poner en marcha las mejores prácticas y cumplir con la normatividad aplicable¹⁷².

El conocimiento de los riesgos y la manera de prevenirlos mediante la concientización y capacitación del personal de trabajo, aunado a garantizar las condiciones de seguridad mediante la implementación y utilización de múltiples barreras de distinta índole (técnica, legal, financiera, económica, entre otras), apropiadas para la prevención, contención y administración de riesgos inmersos en los procesos industriales, constituyen pilares fundamentales de la Seguridad Operativa¹⁷³.

Como complemento de esto, parte esencial de la Seguridad Operativa es la aplicación de técnicas operativas, cuyo objetivo directo es evitar incidentes y accidentes por medio de la aplicación de medidas preventivas que brinden protección a las personas e instalaciones, favoreciendo una adecuada preservación

¹⁷² Cfr. Anónimo, (09 de diciembre de 2015), *3.4 Seguridad operativa*, recuperado de <http://gestionyseguridad.blogspot.com/2015/12/34-seguridad-operativa.html>

¹⁷³ Cfr. *Ídem*.

del entorno ambiental adyacente a los sitios donde se llevan a cabo los procesos industriales.

Estas técnicas operativas se dividen en dos grupos:

a) Las que actúan sobre el Factor Técnico, esto es, diseño y proyecto de instalaciones o equipos; estudio y mejora de métodos; sistemas de seguridad; mantenimiento preventivo; señalización; medidas de protección individual y colectiva, entre otras.

b) Y las que actúan sobre el Factor Humano: selección de personal; formación o adiestramiento; campañas divulgativas; acciones individuales o de grupo; incentivos y disciplina, entre otras¹⁷⁴.

Respecto a las técnicas operativas que actúan sobre el Factor Técnico, estas son las más importantes y rentables desde el punto de vista de la seguridad, toda vez que permiten obtener garantías en la prevención de riesgos, a pesar de los factores humanos. Estas técnicas versan en:

- **Factores de Concepción:** Se basan en una concepción integral de la seguridad desde el momento de redacción del proyecto, planificación e instalación de procesos industriales, así como en el diseño de equipos y ejecución de métodos de trabajo.
- **Diseño de Equipos de Trabajo, Máquinas y Medios Auxiliares:** Se centran en la mejora preventiva de equipos de trabajo y medios auxiliares, establecidos en instrumentos normativos que contienen las medidas mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- **Diseño de Métodos de Producción:** Relacionadas con el estudio de los puestos de trabajo, así como de los procedimientos de producción en los que se integran las medidas preventivas adecuadas y oportunas.
- **Factores de Corrección:** Son acciones que se centran en la adopción de medidas que mejoren las condiciones de riesgo detectadas. Por ejemplo, los

¹⁷⁴ Cfr. *Ídem*.

resguardos de seguridad, las protecciones personales, la señalización o el mantenimiento correctivo y preventivo¹⁷⁵.

Por otra parte, en lo relativo a las técnicas operativas que actúan sobre el Factor Humano, estas pretenden influir sobre los actos y acciones peligrosas, mediante un cambio de actitud preventiva por parte de los trabajadores. De esta forma, se trata de evitar las causas humanas que pueden propiciar los incidentes y accidentes. Destinadas a crear la cultura preventiva en la plantilla laboral, estas técnicas son afines a dos tipos de acciones básicas:

- **Selección de Personal:** Teniendo en cuenta las diferencias individuales, como el nivel de adiestramiento o formación, en la asignación de tareas y funciones de trabajo; la actitud preventiva de los aspirantes; la competencia y certificación de los trabajadores, entre otras.
- **Cambios de comportamiento:** Se articulan a través del desarrollo de una política y programación formativa en materia de prevención de riesgos industriales y ocupacionales, principalmente. También se vincula con otras técnicas, como el análisis de cambios de comportamiento y su impacto en la accidentabilidad; la propaganda y las acciones de grupo; incluso las acciones disciplinarias y los incentivos¹⁷⁶.

El desenvolvimiento de operaciones en fases o etapas que integran los procesos de cualquier actividad industrial conlleva al estudio y mejora de numerosas técnicas operativas, abarcando las estrategias, medidas y acciones de seguridad puestas en práctica para el perfeccionamiento del control de riesgos¹⁷⁷.

Las técnicas operativas intentan evitar los incidentes y accidentes laborales, actuando sobre las causas principales de los mismos mediante la aplicación de

¹⁷⁵ Cfr. *Ídem*.

¹⁷⁶ Cfr. *Ídem*.

¹⁷⁷ Cfr. Hicks E., Philip, *Ingeniería industrial y administración*, 2ª ed., trad. de José Manuel Salazar Palacios, México, Grupo Editorial Patria, 2009, p. 311.

medidas correctoras que aislen o corrijan los nexos causales que los provocan, con el fin de eliminar su materialización o, como mínimo, controlar sus consecuencias¹⁷⁸.

Al margen de lo dicho, es indispensable que en la ejecución de cada procedimiento u operación haya sistemas de control de riesgos que incluyan la detección y advertencia inmediata de inminentes sucesos catastróficos, derivando en que las fuentes de riesgo sean bloqueadas y controladas¹⁷⁹.

La clave en la operación segura de un proceso es la capacidad de reconocer cuando hay una situación adversa. Para ello, en cada proceso se necesitan fijar límites preestablecidos para tener bajo control las situaciones de riesgo en el uso de maquinaria o equipo empleado durante su operación. V. gr., una bomba centrífuga en un ducto opera con una presión mínima de succión y una presión máxima de descarga previamente especificadas. Cada vez que la presión cae por debajo del mínimo prescrito del lado de la toma de la bomba, se vuelve necesario un paro automático para proteger la bomba. La presión del lado de la descarga que exceda los límites prescritos puede sobrepasar los límites de diseño del ducto. Algunas de estas condiciones se pueden utilizar para activar la acción de emergencia con el fin de impedir una situación más compleja, en particular, cuando se interactúa con químicos peligrosos¹⁸⁰.

Por ello, después de recabar y analizar la información, condiciones de peligro y situaciones de riesgo de cada proceso, se procederá a diseñar e implementar las diversas medidas y acciones de seguridad aplicables a cada procedimiento operativo que conforma uno o diferentes procesos. Entre ellas, indicar a los trabajadores cuáles son las consecuencias de no ejecutar las operaciones y procedimientos de forma correcta y apegadas a los lineamientos de seguridad correspondientes, así como qué hacer para restablecer el control de las operaciones en cada proceso durante alguna eventualidad, problema o emergencia. Cabe

¹⁷⁸ Cfr. Navarro, Francisco, (16 de julio de 2014), *Seguridad en el Trabajo. Técnicas Operativas.*, recuperado de <https://www.inesem.es/revistadigital/gestion-integrada/seguridad-en-el-trabajo-tecnicas-operativas/>

¹⁷⁹ Cfr. Asfahl, C. Ray y W. Rieske, David, *Seguridad industrial y administración de la salud*, 6ª ed., trad. de Jaime Espinosa Limón, México, Pearson Prentice-Hall, 2010 p. 136.

¹⁸⁰ Cfr. *Ibidem*, p. 137.

mencionar que durante una situación de emergencia algunos procesos pueden y deben continuar operando en modo 'operación de emergencia'¹⁸¹.

Establecer, seguir y aplicar una buena seguridad interna deriva en una continuidad óptima en la realización de los procedimientos u operaciones de un proceso, evitando que se vea interrumpido a cada rato o deteniendo por completo debido a situaciones de emergencia. A su vez, la seguridad en los procesos disminuye la posibilidad de propiciar efectos negativos que pueden afectar a situaciones externas, o sea, fuera de ellos.

Con base en lo descrito previamente, la Seguridad Operativa trata aspectos internos de los procesos integrados por procedimientos u operaciones llevados a cabo en múltiples etapas o fases inmersas en los proyectos industriales (como el diseño, construcción, pre-arranque y arranque de operaciones, operación rutinaria, paros normales y de emergencia, mantenimiento preventivo y correctivo, desmantelamiento, entre otras), pertenecientes a las actividades industriales o sectores productivos. Realizando las mejores prácticas y siguiendo los más altos estándares de seguridad para garantizar las mejores condiciones de seguridad, que a su vez brinden protección a las personas, instalaciones y medio ambiente durante la ejecución rutinaria de los procesos y sus procedimientos u operaciones que forman parte de actividades industriales o sectores productivos.

Culminamos con el argumento de que la Seguridad Operativa es el resultado de un sistema administrativo cuya implementación coadyuva a identificar los peligros, así como controlar y administrar los respectivos riesgos de los múltiples procesos que forman parte de diversas etapas o fases del desarrollo de actividades industriales o sectores productivos. Su finalidad es prevenir la manifestación de incidentes y accidentes que tuvieran el potencial de interrumpir la continuidad de esos procesos y su confiabilidad, al igual que situaciones que pudieran ocasionar daños al bienestar de los trabajadores, a la integridad mecánica de las instalaciones o a poner en entredicho la preservación del medio ambiente.

¹⁸¹ Cfr. *Ídem*.

Por otra parte, un punto adicional en la conformación de la Seguridad Industrial es la Seguridad Operativa, que tiene como campo de estudio y aplicación aspectos internos de seguridad. Es decir, se enfoca en garantizar la seguridad en los diversos procesos y sus correspondientes procedimientos u operaciones presentes en las etapas o fases que forman parte de los proyectos industriales.

La Seguridad Operativa forma parte integral de la Seguridad Industrial, ya que los procesos que la primera atiende no son aislados, sino que están vinculados y forman parte del desarrollo de actividades industriales o sectores productivos. Dichos procesos contienen procedimientos u operaciones adentrados en las múltiples etapas y fases de los proyectos industriales. Los mismos, deben contar con mecanismos, estrategias y acciones de seguridad interna con la finalidad de proteger, tanto a trabajadores como a instalaciones y zonas ambientales aledañas donde se ejecutan esos procesos industriales, de las condiciones de peligro y sus consecuentes situaciones de riesgo a las que se encuentran expuestos.

Todo ello da como resultado la presencia de los elementos de seguridad necesarios que propicien certeza jurídica y técnica al momento de ejecutar cada proceso, procedimiento u operación perteneciente al desarrollo de actividades industriales o sectores productivos.

2.3 Funcionalidad de la Seguridad Industrial y de la Seguridad Operativa en el desarrollo de actividades de la industria energética

En todo desarrollo de actividades y sus respectivos procesos, procedimientos o fases que integran a los mismos, es indispensable que se realicen con elementos de seguridad que brinden certidumbre técnica y legal, para poder brindar protección a las personas, instalaciones y el medio ambiente al momento de ejecutarlos.

La Seguridad Industrial y Operativa van de la mano. Ambas tienen la misma importancia y su sinergia es vital para que se desarrollen con éxito las actividades y procesos en toda industria o sector productivo.

En este sentido, todo nace con la Seguridad Industrial y esta da origen a la Seguridad Operativa, así ambas coexisten durante el desarrollo de las actividades industriales y los procesos necesarios para gestionar con éxito esas actividades. Ello hace seguras cada etapa o fase de los proyectos en cualquier industria o sector productivo, brindando protección a la integridad de las personas que trabajan en esos proyectos, así como de las que habitan en el entorno cercano a las instalaciones donde se llevan a cabo, aunado a coadyuvar en la preservación del medio ambiente contiguo a los sitios donde se realizan las actividades y sus procesos de los proyectos ya mencionados.

Con las definiciones previamente citadas en los puntos anteriores, se confirma que la Seguridad Industrial se encarga de prevenir la manifestación de incidentes y accidentes, dando atención a los mismos para contenerlos y que no generen un daño mayor a las personas, instalaciones y medio ambiente durante el desarrollo de actividades industriales o sectores productivos. La Seguridad Industrial es más amplia en torno a su campo de estudio y de aplicación, ya que abarca de forma general aspectos de seguridad internos y externos que garantizan el desarrollo seguro de diversas actividades productivas.

En cambio, la Seguridad Operativa es la encargada de prevenir incidentes y accidentes y de dar atención de los mismos durante los múltiples procesos, fases o etapas que integran las actividades industriales o sectores productivos. La Seguridad Operativa va más enfocada en garantizar la seguridad en aspectos internos, es decir, en los procesos, procedimientos, fases o etapas que conforman a las actividades industriales y, por ende, forma parte integral de la Seguridad Industrial.

Es importante recalcar la distinción entre la Seguridad Industrial y la Seguridad Operativa. Si bien se pueden confundir ambos conceptos e incluso darles un trato como sinónimos, tanto en la definición como en la práctica, esto no es correcto. Ambas tienen como común denominador el componente de la 'seguridad', es decir, tienen el mismo objetivo, que versa sobre generar e implementar los instrumentos legales y técnicos de seguridad necesarios para proteger a las personas,

instalaciones y medio ambiente, propiciando el desarrollo seguro de operaciones y actividades realizadas por el ser humano. Sin embargo, cada una tiene definiciones y ámbitos de aplicación distintos.

Con esto se entiende que una no puede funcionar una sin la otra. Su correlación es continua y permanente en todo momento de toda industria o sector productivo y los respectivos procesos, etapas, fases o procedimientos que conforman a tales actividades.

Por la naturaleza de los agentes físicos y químicos inmersos en la industria energética y sus respectivos sectores (hidrocarburos, electricidad y energías renovables) y las condiciones de peligro características de esos agentes, así como las situaciones de riesgo inherentes a los mismos, resulta vital el diseñar, establecer e implementar una serie de estrategias, medidas y acciones de seguridad para hacer frente, contener y atender a los peligros y riesgos latentes en el desarrollo de las actividades de la industria energética.

Entre los principales retos que afrontan a diario los proyectos de la industria energética durante el desarrollo de actividades y sus respectivos procesos u operaciones, se encuentra el tener suficiencia normativa y técnica en estrategias, medidas o acciones de seguridad, con las que se protejan a las personas, instalaciones y medio ambiente, previniendo la manifestación de incidentes y accidentes, además de tener un control y atención adecuados ante la materialización de los mismos. Para garantizar la seguridad en los proyectos de la industria energética, es importante emplear metodologías avanzadas de análisis y gestión de riesgos con el objetivo de contribuir a la mejora de los elementos de seguridad, evitando carecer de los mismos y propiciar la propagación de situaciones con efectos adversos en el desarrollo de actividades, operaciones y procesos en la industria energética¹⁸².

¹⁸² Cfr. Management Solutions, (2014), *Gestión del riesgo operacional en el sector energético*, recuperado de <https://www.managementsolutions.com/sites/default/files/publicaciones/esp/Riesgo-Operacional-Energia.pdf>

La industria energética requiere sistemas de seguridad física y tecnológica (medios digitales) con los que se prevengan las situaciones de riesgo y con ello la manifestación de incidentes y accidentes en las actividades de dicha industria¹⁸³.

En México y el resto del mundo, los sectores que integran a la industria energética cuentan con grandes compañías estatales o privadas de petróleo, gas, electricidad, nucleares y energías renovables que tienen a su cargo, controlan y operan grandes complejos, cuya infraestructura y/o la ubicación de sus instalaciones implican condiciones de peligro y situaciones de riesgo con un potencial de daño muy alto para los trabajadores de esas compañías estatales o privadas, además de los integrantes de la sociedad donde se encuentran instalados esos complejos energéticos. Asimismo, la industria energética es muy sensible a múltiples cambios, innovaciones y desarrollos de nuevas tecnologías, por lo que es necesario tomar conciencia de la magnitud de los riesgos que estos implican. Es fundamental el poder adoptar e implementar estrategias, medidas y acciones de seguridad, evitando la omisión o minusvaloración de riesgos, para no convertirse en condiciones de vulnerabilidad que menoscaben la seguridad y la protección de las personas, instalaciones y medio ambiente¹⁸⁴.

El análisis de riesgos y las acciones de respuesta a emergencias se convierten en elementos centrales en el diseño y la conducción del negocio energético, pasando de la inteligencia táctica y estratégica a la inteligencia operativa. Es decir, en inicio conocer las amenazas y anticiparse a los riesgos, para posteriormente ejecutar las acciones de seguridad ante la manifestación de incidentes y accidentes¹⁸⁵.

La Seguridad Industrial y la Seguridad Operativa multiplican sus esfuerzos con el objetivo de limitar los efectos adversos que pueden suscitarse en el desarrollo de actividades energéticas, así como de las etapas, fases y procesos de estas.

¹⁸³ Cfr. Astrum, (s.a.), *Seguridad física integral para el sector energético*, recuperado de <https://www.astrum.com.mx/esp/sectores/electricidad/seguridad-f%C3%ADsica-integral-para-el-sector-energ%C3%A9tico/>

¹⁸⁴ Cfr. Arteaga, Félix, (09 de julio de 2019), *Ciberseguridad y seguridad integral en el sector energético*, recuperado de <https://www.realinstitutoelcano.org/analisis/ciberseguridad-y-seguridad-integral-en-el-sector-energetico/>

¹⁸⁵ Cfr. *Ídem*.

Implementando para ello una serie de estrategias, medidas y acciones de seguridad que surgen de la observancia, adopción y aplicación del contenido legal y técnico establecido en diversos instrumentos regulatorios que conforman la normatividad aplicable a la industria energética, además del apego a los más altos estándares de seguridad tanto nacionales como internacionales y al uso de las mejores prácticas en la industria; así como de la concientización voluntaria en la formación profesional y la exigencia coactiva de empleados y cadenas de suministro (formación obligatoria y responsabilidad contractual). Ello previene los riesgos y limita los daños que estos pueden generar en caso de materializarse en incidentes y accidentes, fortaleciendo la seguridad y reforzando la resiliencia de cada actividad y proceso realizado en los sectores que conforman a la industria energética.

De tal modo, la Seguridad Industrial y Operativa son fundamentales para que las actividades y procesos de la industria energética sean gestionados con éxito; toda vez que la seguridad permite la viabilidad de proyectos, evitando paros continuos por situaciones de emergencia, afectaciones permanentes a la salud e integridad física del personal de trabajo o la integridad mecánica de las instalaciones, suspensión de actividades por infracciones a la normatividad aplicable, entre otros.

En la actualidad, el desarrollo de actividades en la industria energética debe considerar aspectos de mejora ambiental que ayuden a preservar las condiciones naturales que son benéficas para el bienestar y desarrollo pleno del ser humano. Es necesario el hacer cada vez más sustentables los proyectos de los sectores hidrocarburos, eléctrico y de energías renovables.

Como hemos desarrollado en las líneas previas, la funcionalidad de la Seguridad Industrial y Operativa deriva en garantizar un desarrollo seguro de actividades y procesos que, a su vez, coadyuve en la reducción de costos, tiempos y demás situaciones que puedan afectar la viabilidad y continuidad de proyectos energéticos. A la par de identificar y analizar las condiciones de peligro y, con ello, prevenir, controlar y administrar las situaciones de riesgo presentes en cada proyecto de la industria energética y sus respectivos sectores.

Tanto la Seguridad Industrial como la Operativa cobran una alta relevancia y son fundamentales para brindar certeza jurídica y técnica en todo el desarrollo de actividades y sus respectivas operaciones o procesos en diferentes industrias.

De todo lo antes referido, se denota la importancia de contar con elementos de seguridad en cada proyecto que llevamos a cabo en nuestra cotidianeidad, tanto laboral como personal.

Enseguida mostraremos como esta funcionalidad de la Seguridad Industrial y Operativa se ve reflejada y aplicada para diversos tipos de proyectos en cada sector de la industria energética.

2.3.1 Proyectos derivados del Sector Hidrocarburos

En todo desarrollo de actividades y sus respectivos procesos, procedimientos o fases que integran a las mismas, es indispensable que se realicen con elementos de seguridad que brinden certidumbre técnica y legal, así como protección para las personas, instalaciones y el medio ambiente al momento de ejecutarlas; ahí recae la importancia de contar con seguridad en cada proyecto que llevamos a cabo en nuestra cotidianeidad, tanto laboral como personal.

Dentro de las actividades de la industria energética, aquellas con un potencial de daño más latente son las del sector hidrocarburos, por los peligros inmersos a las mismas y sus consecuentes riesgos.

Los hidrocarburos tienen inherentes potenciales riesgos para las personas, instalaciones y medio ambiente, como lo son: la fácil combustión, el deterioro del medio ambiente por los gases que generan, la manipulación de sustancias peligrosas, la dificultad para retirarlos del subsuelo y cuerpos de agua, entre otros. El manejo de hidrocarburos debe ser realizado por personal capacitado, acreditado

y certificado para tales efectos, aplicando las medidas de seguridad correspondientes¹⁸⁶.

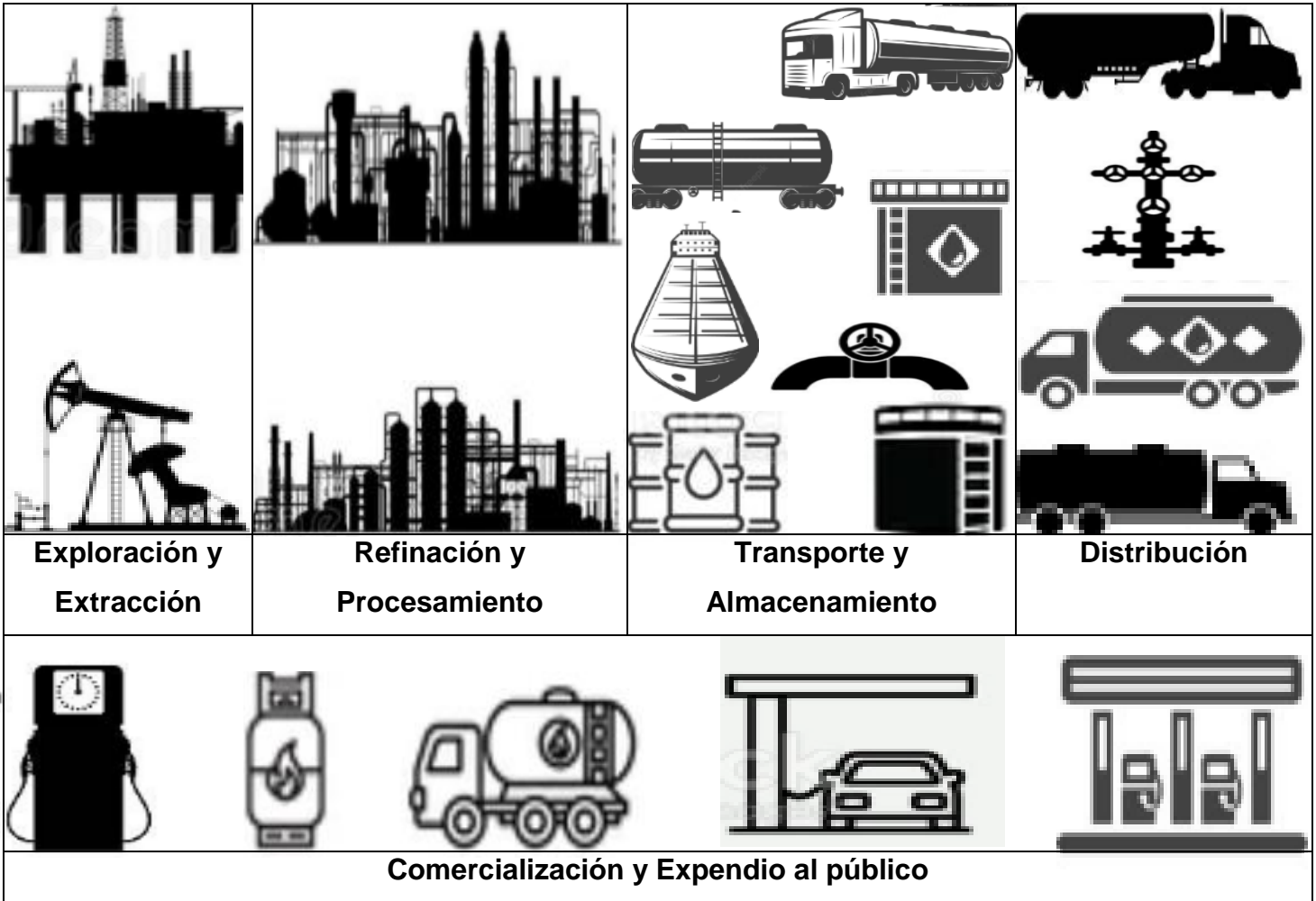
En el caso de México, la regulación respecto a la Seguridad Industrial y la Seguridad Operativa en el sector hidrocarburos es más detallada, clara y específica, en comparación con los otros dos sectores de la industria energética (electricidad y energías renovables). Dicha regulación en el sector hidrocarburos es llevada a cabo por la ASEA, órgano administrativo desconcentrado de la SEMARNAT.

Es importante reiterar que las facultades regulatorias en materia de seguridad ocupacional o en el trabajo que tiene la STPS dentro del sector hidrocarburos y, en general, en todas las actividades de la industria energética, son atribuciones de seguridad distintas a las reguladas por la ASEA (Seguridad Industrial y Seguridad Operativa). Asimismo, cabe hacer mención que hay otras autoridades a nivel municipal, estatal y federal que velan por la seguridad en materia de la salud y prevención de enfermedades, seguridad ciudadana, entre otras.

A lo largo de la cadena de valor del sector hidrocarburos, la Seguridad Industrial y Operativa están presentes en todo momento de cada fase de los múltiples proyectos que conforman las actividades del sector hidrocarburos.

La cadena de valor de los hidrocarburos se origina con la exploración y extracción de estos, culminando con la comercialización de los diversos productos finales de sus derivados. A continuación, el siguiente esquema ilustra la cadena de valor de los hidrocarburos.

¹⁸⁶ Cfr. Surtidores, (01 de septiembre 2013), *Capacitación: riesgos por manipulación de hidrocarburos*, recuperado de <https://surtidores.com.ar/capacitacion-riesgos-por-manipulacion-de-hidrocarburos/>



OIL AND GAS

DISTRIBUTION CHAIN



Referencia Cibergráfica¹⁸⁷

Gestionar los riesgos en un sector de alto impacto como lo es el de los hidrocarburos se ha convertido en el principal objetivo de seguridad para todos sus participantes, mostrando un claro interés en hacer más seguras sus actividades, fases y procesos. Dentro de este contexto, México fue expuesto a una profunda transformación de la industria energética en el año 2013 con su reforma constitucional en dicha materia, donde se incluyeron retos importantes para el sector hidrocarburos; uno de ellos era fortalecer la regulación y aplicación de la Seguridad Industrial y la Seguridad Operativa, así como la protección al medio ambiente durante el desarrollo de actividades en el sector hidrocarburos. Esto, toda vez que la frecuencia de incidentes y accidentes en el sector obligaba a cuestionar el grado de eficiencia de

¹⁸⁷ Recuperado de https://st4.depositphotos.com/7341970/25030/v/450/depositphotos_250308134-stock-illustration-oil-gas-production-distribution-chain.jpg

los actos de supervisión, inspección y vigilancia por parte de las instituciones gubernamentales competentes en México¹⁸⁸.

Ante ello, la reforma energética de 2013 permitió robustecer el marco normativo del sector y propiamente la correcta regulación e implementación de la Seguridad Industrial y la Seguridad Operativa en las actividades de ese sector. Con la creación de la ASEA se dio un avance sustancial en los actos de supervisión, inspección y vigilancia que hacían falta para regular a todos los participantes presentes en el mercado de los hidrocarburos en México, ahora obligados a implementar un sistema de administración de riesgos con sus propios principios que les permita incorporar las mejores prácticas en la industria. Con la implementación de los sistemas de administración, aunado a la aplicación de los análisis de riesgos en los diferentes tipos proyectos del sector hidrocarburos, se logró exponer, conocer y/o eliminar de forma eficaz la incertidumbre técnica y legal en el desarrollo de actividades del sector, situación que antes de la reforma energética de 2013 era muy distinta¹⁸⁹.

El concepto del sistema de administración establecido por la ASEA permitió facilitar el cumplimiento regulatorio de las obligaciones a las que están sujetos los participantes del sector hidrocarburos, a quienes la ASEA reconoce como “Regulados”. A ese sistema se le denominó Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente (SASISOPA)¹⁹⁰.

Existe una relación normativa entre el SASISOPA y los análisis de riesgos, donde se permite incorporar las mejores prácticas y estándares internacionales. Este sistema de administración permite, entre otros principios, que se cumplan los requisitos mínimos establecidos por la legislación aplicable del sector hidrocarburos en cuestiones de impacto ambiental y mitigación de riesgos. Los análisis de riesgos son imprescindibles para disminuir los impactos y afectaciones al medio ambiente,

¹⁸⁸ Cfr. Just-in-Time México, (s.a.), *Los Análisis de Riesgos en el Sector Hidrocarburos. Una mirada integral*, recuperado de <https://consultoria-just-in-time.ueniweb.com/publicaciones-y-aportes/los-analisis-de-riesgos-en-el-sector-hidrocarburos-una-mirada-integral>

¹⁸⁹ Cfr. *Ídem*.

¹⁹⁰ Cfr. *Ídem*.

a las instalaciones y a las personas, derivados del desarrollo de actividades, procesos, etapas y proyectos del sector hidrocarburos¹⁹¹.

“En materia de hidrocarburos, el petróleo y el gas son materiales peligrosos, dadas sus características de explosividad e inflamabilidad. Por eso, las actividades en las que se encuentran involucrados representan un riesgo, de ahí que sean definidas legalmente como actividades altamente riesgosas”¹⁹².

Al respecto, como ya se ha desarrollado previamente, el riesgo no es sinónimo de peligro, pues éste último refiere a las condiciones o características intrínsecas de un objeto o sustancia capaces de causar daño, mientras que el riesgo es la probabilidad de que se produzca ese daño. De lo anterior se desprende que hay objetos, sustancias, etc., que son peligrosos por sí mismos y por ello tienen el potencial de causar daño. Representan una situación de riesgo, de la que se pueden prevenir, controlar y minimizar sus efectos adversos en caso de materializarse¹⁹³.

Derivado de lo anterior, es necesario implementar medidas de seguridad para la correcta administración de riesgos, evitando así la ocurrencia de incidentes y accidentes. En el entendido que un riesgo puede prevenirse y controlarse, pero no puede eliminarse por completo, por lo que, en todo caso, será necesario transferirlo, con el objetivo de evitar que una compañía absorba el total de pérdidas económicas que puede representar un siniestro y que se pueden traducir en un importante detrimento patrimonial. El riesgo puede ser transferido a una empresa aseguradora por medio de un contrato de seguro, en el que la aseguradora se compromete con el asegurado a cambio de una serie de pagos (prima), para indemnizarlo en caso de que sufra un siniestro que le ocasione pérdidas económicas; siempre y cuando el evento corresponda con el objeto asegurado, se ajuste a los términos y condiciones establecidas en la póliza, entre otros¹⁹⁴.

¹⁹¹ Cfr. *Ídem*.

¹⁹² Energy Insurance Broker, (24 de abril de 2017), *Los riesgos en el Sector Hidrocarburos*, recuperado de <https://nrgibroker.com/los-riesgos-en-el-sector-hidrocarburos/>

¹⁹³ Cfr. *Ídem*.

¹⁹⁴ Cfr. *Ídem*.

En el sector hidrocarburos, existen seguros específicos para amparar los riesgos propios de estas actividades, que además han sido establecidos como obligatorios por la autoridad reguladora (ASEA), como lo son: 1) Control de pozos; 2) Responsabilidad Civil (RC) y 3) Responsabilidad por Daño Ambiental (RA)¹⁹⁵.

Es importante referir que, adicional a esos seguros, hay otros no contemplados por la normatividad de la ASEA asociados a la construcción de infraestructura. En particular, a plataformas fijas costa fuera, unidades de perforación, tuberías de producción flotante de almacenamiento y descarga (FPSO) y terminación submarina, entre otras. Además del seguro de pérdida de ingresos por producción, pérdida de flete y de interrupción de negocios, consistente en amparar al contratante con el fin de salvaguardar sus actividades en contra de la pérdida temporal de los flujos de ingresos como consecuencia directa de la pérdida física o daño a los activos de producción, resultado del cese total o parcial de las operaciones de producción a consecuencia de un siniestro. Aunado al seguro de gastos extras de operadores, que otorga la protección relacionada con los costos y gastos asociados, entre los que se incluyen costos de limpieza, filtración y contaminación resultante de un pozo fuera de control, normalmente como resultado de un *blow-out* (liberación descontrolada de petróleo crudo y/o gas natural de un pozo de petróleo o gas después de que fallaron los sistemas de control de presión), por citar algunos seguros ajenos a los considerados por la ASEA¹⁹⁶.

En este sentido, el Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos (ARSH) es fundamental para hacer frente a las condiciones de peligro y sus respectivas situaciones de riesgo durante el desarrollo de actividades y procesos derivados de los proyectos de ese sector.

¹⁹⁵ Cfr. *Ídem*.

¹⁹⁶ Cfr. NRGÍ Broker, (20 de mayo de 2015), Seguro de Energía, recuperado de <https://nrgibroker.com/seguro-de-energia/>

El ARSH tiene dos objetivos principales:

- A) Definir los escenarios de riesgo presentes en un proyecto o instalación.
- B) Formular recomendaciones para reducir la probabilidad y/o consecuencias adversas de los escenarios de riesgo identificados¹⁹⁷.

Este documento es aplicable en todo el ciclo de vida del proyecto y debe considerar todos los elementos que conforman la instalación al momento de llevar a cabo dicho análisis, de acuerdo con la etapa en la que se encuentre el proyecto. La elaboración de un ARSH puede ser aplicable en virtud de una renovación quinquenal, previa al inicio de cualquier etapa del proyecto o previa a un desmantelamiento¹⁹⁸.

Los puntos relevantes del ARSH son los siguientes:

1.- Descripción del proyecto, el proceso y el entorno: características de equipos principales y auxiliares del proyecto; planos; diagramas y resumen de sustancias peligrosas. La descripción del entorno debe incluir factores bióticos y abióticos, así como zonas vulnerables de población, infraestructura vial y componentes ambientales, solo por mencionar algunos.

2.- Identificación de peligros y jerarquización de escenarios de riesgo: Aquí se procede a identificar de manera preliminar los peligros y amenazas del proyecto (escenarios de riesgo). Para ello es importante seleccionar la metodología adecuada; ejemplos de éstas de tipo cualitativo son: el Análisis de Riesgos y Operatividad (HAZOP), Análisis de Modos de Falla, Efecto y Criticidad (FMEAC). Por su parte, entre las de tipo semi-cuantitativas se pueden citar: el índice *Dow*, el índice *Mond* y el Análisis de Capas de Protección (LOPA).

La totalidad de riesgos se somete a un análisis para conocer su frecuencia, probabilidad, consecuencia, severidad, entre otros aspectos, para poder generar la identificación de peligros y sus respectivos escenarios de riesgo. De tal forma, se

¹⁹⁷ Cfr. Loera Gallardo, Rogelio, (julio de 2022), *Análisis de riesgo del sector hidrocarburos (ARSH)*, recuperado de <https://e3c.mx/2022/07/15/analisis-de-riesgo-del-sector-hidrocarburos-arsh-agenda-ambiental-julio-2022/>

¹⁹⁸ Cfr. *Ídem*.

podrán definir cuáles son los escenarios de riesgo: No Tolerable, Tan Bajo Como Sea Razonablemente Practicable (ALARP) y Tolerable.

3.- Análisis cuantitativo: Partiendo de los resultados del punto anterior, para el caso de escenarios no tolerables detectados se realiza un análisis de frecuencias. Se pueden utilizar metodologías como árbol de fallas o análisis de árbol de eventos y, posteriormente, un análisis de consecuencias de toxicidad, radiación, sobrepresión, entre otros; para el peor de los casos y el caso más probable para cada sustancia peligrosa, así como casos alternos. El producto de este análisis es la determinación y representación en planos de potenciales radios de afectación.

4.- Análisis de vulnerabilidad e interacciones de riesgo: Aquí se describe a detalle, para las zonas de alto riesgo y de amortiguamiento, las posibles afectaciones a los receptores de riesgo. Adicionalmente, se identifican aquellos escenarios que pudieran potencializar el riesgo a través de un efecto dominó u otros mecanismos.

5.- Reposicionamiento de escenarios de riesgo: Los escenarios de riesgo que fueron definidos y jerarquizados podrán ser reubicados en la escala de mayor a menor. Por ejemplo, analizando los escenarios de riesgo con la información generada del análisis de vulnerabilidad e interacciones de riesgo. Para todos los escenarios de riesgo también se tendrán en consideración la ponderación de frecuencia y consecuencia, todos los controles y medidas de reducción de riesgos con que se cuente.

6.- Sistemas de seguridad y medidas para administrar los escenarios de riesgo: Abarca el describir de manera detallada los dispositivos, equipos y sistemas de seguridad con los que cuenta el proyecto, incluyendo medidas preventivas. También se incluyen recomendaciones técnico-operativas identificadas como oportunidades de mejora para reducir el nivel de riesgo derivado de las metodologías aplicadas.

7.- Conclusiones: Se describe la síntesis del ARSH, el proceso metodológico utilizado, indicando el nivel de riesgo del proyecto, la viabilidad del mismo y las recomendaciones derivadas en cada una de las fases del ARSH¹⁹⁹.

Todos estos elementos desarrollados (SASISOPA, ARSH, entre otros) surgen a raíz de la correcta regulación de la Seguridad Industrial y la Seguridad Operativa, coadyuvando con los sujetos obligados que realizan actividades del sector hidrocarburos a dar cabal cumplimiento a las diversas disposiciones normativas establecidas por la autoridad competente para tales efectos, con la finalidad de garantizar la seguridad técnica y legal durante el desarrollo de dichas actividades, brindando *de facto* protección para las personas, instalaciones y medio ambiente.

Las medidas y acciones de seguridad en el sector hidrocarburos

Dando continuidad a lo anterior, cada una de las actividades que conforman la cadena de valor de los hidrocarburos contiene peligros y escenarios de riesgo particulares, por lo tanto, un proyecto en específico conlleva peligros y riesgos que son propios. Acorde con esto, es indispensable contar con estrategias, medidas y acciones de Seguridad Industrial y Seguridad Operativa eficientes, eficaces y efectivas, con el objetivo de hacer frente a la totalidad de las condiciones de peligro y sus respectivos escenarios de riesgo respecto a los proyectos y actividades a realizar.

En el caso de las actividades de exploración y extracción de hidrocarburos, las medidas de seguridad tienden a ser más robustas que en el resto de la cadena de valor de los hidrocarburos, ya que las condiciones de peligro y sus riesgos son mayores en comparación con el resto de actividades del sector.

Los riesgos a los que se enfrentan día con día los trabajadores de las plataformas petroleras incluyen el uso de maquinaria pesada, las sustancias químicas con

¹⁹⁹ Cfr. *Ídem*.

características inflamables, las ubicaciones remotas de las instalaciones petroleras, entre otras situaciones. Es imperativo para prevenir incidentes y accidentes el asegurarse de seguir todas las estrategias, medidas y acciones de seguridad, incluyendo la capacitación que los trabajadores necesitan para ejecutar las más adecuadas y de forma oportuna, además de realizar reuniones semanales y ejercicios de emergencia en caso de incidentes y accidentes, entre otros²⁰⁰.

Aunado a esto, se debe elaborar, validar y retroalimentar los planes y programas de inspección, analizar y evaluar la integridad estructural de las plataformas y demás instalaciones o herramientas de trabajo, así como la extensión de la vida útil de las mismas. A la par de estas medidas de seguridad, se debe revisar periódicamente las áreas de trabajo y al estado de salud de los trabajadores, verificando el cumplimiento de los protocolos de salud y seguridad en el desarrollo de las actividades petroleras, entre otras²⁰¹.

Es así que las medidas de seguridad antes descritas son sólo una muestra de las múltiples medidas de seguridad llevadas a cabo en estos proyectos petroleros, siendo vitales para gestionar con éxito las actividades de exploración y extracción de hidrocarburos.

Tal y como se representa en las siguientes imágenes:

²⁰⁰ Cfr. Salinas, George, (s.a.), *¿Qué medidas de seguridad existen para prevenir explosiones en plataformas petroleras en Texas?*, recuperado de <https://www.salinastriallaw.com/es/blog/medidas-seguridad-campos-petroleros-texas/>

²⁰¹ Cfr. Ramos-Sánchez, L., (junio, 2021), *Evaluación estructural de plataformas marinas mediante análisis de riesgo y confiabilidad*, Vol.4, No.1, p. 30, recuperado de <https://www.uv.mx/veracruz/microna/files/2021/08/ART02-V4N1.pdf>



Referencia Cibergráfica²⁰²

Referencia Cibergráfica²⁰³

Respecto a las actividades de refinación de petróleo y gas, al igual que las actividades de exploración y extracción, representan una diversidad de peligros y riesgos, debido al manejo de sustancias peligrosas y la complejidad en el uso, operación y mantenimiento de las instalaciones utilizadas en esta parte de la cadena de valor de los hidrocarburos. El funcionamiento de los complejos donde se realizan esos procesos industriales implica una gran cantidad de condiciones de peligro y sus respectivos riesgos, de forma que las medidas de seguridad deben partir de la formación y capacitación del personal asociado a la operación de las diversas plantas, toda vez que una de las características principales de una refinería, es que funciona las veinticuatro horas del día, todos los días del año, requiriendo la presencia permanente de personal de operación, mantenimiento y servicios de apoyo. Tener un personal capacitado influye en la correcta operación de los sistemas de venteo y antorcha, mismos que contribuyen a la seguridad de las plantas²⁰⁴.

²⁰² *Ídem.*

²⁰³ Recuperado de <https://www.worldenergytrade.com/oil-gas/general/descubre-como-la-tecnologia-esta-haciendo-mas-segura-la-industria-del-petroleo-y-gas>

²⁰⁴ Cfr. ANCAP, (s.a.), *Procesos de la Refinería*, recuperado de <https://www.ancap.com.uy/1855/1/procesos-de-la-refineria.html>

La seguridad de los sistemas y procesos en las refinerías depende de la capacidad para identificar, mantener y reducir los puntos de fuga; los conocimientos adecuados y capacidad para crear un rendimiento sin fugas; y un equipo capacitado que colabore para la operación segura en todo momento. Los operadores y empleados deben acatar ciertos principios de ensamblaje e instalación para asegurar la fiabilidad, resistencia a las fugas y seguridad en los procesos a largo plazo, especialmente cuando están implicados productos químicos y gases peligrosos²⁰⁵.

Por lo anterior, la seguridad en los procesos industriales requiere de personal debidamente capacitado para operar, ejecutar y dar mantenimiento a los equipos de refinación de petróleo y gas, permitiendo que dichas actividades sean seguras y constituyan el menor riesgo posible para los trabajadores, instalaciones, población aledaña a esas instalaciones y al medio ambiente.

Tal y como se representa en las siguientes imágenes:



Referencia Cibergráfica²⁰⁶

Referencia Cibergráfica²⁰⁷

²⁰⁵ Cfr. Backus, Ken, (s.a.), *La Seguridad de los Sistemas de las Refinerías Depende de Empleados Formados y Capacitados*, recuperado de <https://www.swagelok.com/es/blog/refinery-safety-depends-on-educated-employees>

²⁰⁶ Recuperado de <https://petroquimex.com/h2s-en-la-industria-petrolera/>

²⁰⁷ Recuperado de <https://elestimulo.com/elinteres/energia/2018-07-11/la-produccion-de-pdvs-a-sigue-en-picada-134-millones-de-barriles-diarios/>

En torno a las actividades de Transporte y Almacenamiento de hidrocarburos, las medidas de seguridad parten desde las etapas de: **a) Diseño**, contemplando materiales, temperatura, fluidos y presión, entre otras aplicables a los sistemas de transporte. **b) Construcción**, donde se implementan elementos de seguridad estructural y de personal durante todo el proceso de construcción, incluidos los procedimientos relativos a la instalación de válvulas, soldaduras, daños al suelo, zanjas, medidas de protección, entre otros. Pasando por la etapa de **c) Pre-arranque**, previo al inicio de operaciones del sistema de transporte o de almacenamiento, se deberá de llevar a cabo una revisión de las instalaciones, a fin de asegurar su correcta operación a través de inspecciones visuales, pruebas de hermeticidad y generación de registros, entre otros. **d) Operación y Mantenimiento**, en esta etapa se implementan medidas de seguridad para prevenir incidentes y accidentes que incluyan un diseño seguro; alarmas críticas con procedimientos de acción de operadores; planes de respuesta a emergencias; programas de capacitación; procedimientos ante derrames y la instalación de dispositivos fijos de protección, entre otros. Finalizando con las etapas de **e) Cierre, Desmantelamiento y Abandono**, las mismas que deben contar con mecanismos de seguridad tales como escenarios de análisis de riesgos y las recomendaciones derivadas de los mismos; estrategias para desocupar los sitios donde se realizan las actividades de transporte y almacenamiento de manera segura y con el menor impacto ambiental posible; restaurando, en su defecto, las afectaciones que se hayan generado al momento de abandonar los sitios, entre otras²⁰⁸.

Un producto químico con características inflamables, o un conjunto de estas, representa un peligro y situaciones de riesgo con potencial para producir

²⁰⁸ Cfr. Jones Day, (mayo de 2017), *México Adopta Disposiciones de Seguridad Industrial y Protección al Medio Ambiente para Ductos de Hidrocarburos*, recuperado de <https://www.jonesday.com/es/insights/2017/05/mxico-adopta-disposiciones-de-seguridad-industrial-y-proteccion-al-medio-ambiente-para-ductos-de-hidrocarburos>

afectaciones graves a las personas y el medio ambiente, así como daños a las instalaciones durante su transporte, descarga, almacenamiento o uso²⁰⁹.

Con el fin de atenuar las consecuencias de esos peligros y riesgos, se deberá desarrollar sistemas de prevención, protección y mitigación: estos comprenden medidas de protección catalogadas como activas y pasivas y ambas reducen la magnitud de las consecuencias de eventos adversos y son adecuadas para la protección de las personas, instalaciones y medio ambiente. Las activas incluyen protección e instalación contra incendios, cortinas de agua, pulverizadores, válvulas de seccionamiento, entre otras. Las pasivas abordan distancias mínimas entre tanques e instalaciones, muros de contención de derrames, medios para la conducción de derrames, muros protectores, ventilación, inertización de espacios cerrados, aislamiento térmico e ignifugación, vías de acceso y escape, entre otras²¹⁰.

En el almacenamiento de hidrocarburos, los contenedores de ese producto deben de cumplir un riguroso sistema de seguridad. Todo tanque debe estar instalado en un lugar de fácil acceso que implique seguridad y manejo de los equipos de emergencia (equipos contra incendios), además de contar con sistemas de agua y espuma para el control y extinción del fuego²¹¹.

Es importante saber que alrededor de un tanque no debe existir algún tipo de plantación, inclusive en sus muros de contención. A su vez, debe haber letreros, avisos o carteles de seguridad colocados en lugares visibles, en donde cualquier persona pueda entender y tomar las medidas de seguridad correspondientes. Además, las válvulas de los tanques de almacenamiento no deben ser manipuladas

²⁰⁹ Cfr. Servicios Técnicos Especializados, (12 de julio de 2018), *Medidas de prevención complementarias, para el manejo de hidrocarburos*, recuperado de <https://serteces.com/medidas-de-prevencion-en-el-manejo-de-hidrocarburos/>

²¹⁰ Cfr. *Ídem*.

²¹¹ Cfr. Desconocido, (s.a.), *Seguridad en el almacenamiento de hidrocarburos, plataformas y estaciones de servicios flotantes*, recuperado de <http://www.ingenieriadepetroleo.com/seguridad-almacenamiento-hidrocarburos-plataformas-plataformas-estaciones-servicios-flotantes/>

indebidamente; para impedir eso, las válvulas deben poseer un número adecuado de sellos o cintas metálicas, entre otras medidas de seguridad²¹².

Por su parte, en el transporte de hidrocarburos existen algunas medidas de seguridad mínimas para evitar cualquier daño previo, durante y posterior al traslado del producto. En el caso del transporte por ductos, se debe priorizar la integridad de los mismos, evitando fugas y por ende condiciones que deterioren o desgasten el material de los ductos, dar mantenimiento a los mismos y dar seguimiento a su operación con la finalidad de observar cualquier situación que pueda provocar afectaciones (ej.: fugas y corrosión).

Para el transporte de hidrocarburos por medios distintos a ductos, de igual manera existen una serie de estrategias y mecanismos de seguridad para el correcto funcionamiento y fiabilidad en las operaciones de traslado. Por ello, es indispensable implementar varios elementos de seguridad como: la verificación de equipos de seguridad, mismos que deben encontrarse en buen estado; el número de sellos del tanque de almacenamiento de los vehículos o medios de transporte; abrir la válvula para iniciar la descarga de combustible, comprobando que se no se presenten pérdidas o fugas; en caso de existir algún derrame, suspender de inmediato la descarga. Posterior a la descarga, drenar el contenido de la manguera y las válvulas en el tanque de almacenamiento; cerrar las tapas de los tanques de almacenamiento del vehículo y retirar los elementos utilizados para la señalización del área, entre muchas otras²¹³.

Tanto el transporte de hidrocarburos, ya sea por ductos o medios distintos a estos, así como su almacenamiento implican medidas de seguridad específicas, resultando sustancial que se cumplan los más altos estándares de seguridad y ejecutar las mejores prácticas de la industria, generando certeza técnica y jurídica

²¹² Cfr. *Ídem*.

²¹³ Cfr. INVERTRAC, (21 de mayo de 2019), *En transporte de combustibles la regla es prevención*, recuperado de <https://es.linkedin.com/pulse/en-transporte-de-combustibles-la-regla-es-prevenci%C3%B3n-invertrac-s-a->

para la realización de estas actividades y con ello se proteja el bienestar de las personas, instalaciones y medio ambiente.

Tal y como se representa en las siguientes imágenes:

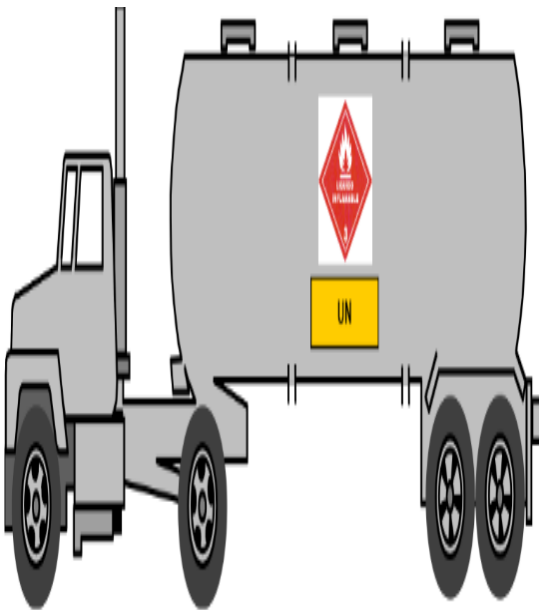


Referencia Cibergráfica²¹⁴

²¹⁴ Recuperado de <http://www.oronegro.net/servicios-y-productos/transporte-por-ductos/>



Referencia Cibergráfica²¹⁵



Referencia Cibergráfica²¹⁶



Referencia Cibergráfica²¹⁷

En las actividades de distribución de hidrocarburos, las medidas de seguridad comparten bastantes similitudes con las del transporte de hidrocarburos. Sin embargo, en la distribución la seguridad tiende a ir más enfocada en la dinámica y,

²¹⁵ Recuperado de <https://gestion.pe/economia/empresas/tgp-inicio-reparacion-ducto-transporte-liquidos-gas-natural-144775-noticia/>

²¹⁶ Recuperado de <https://1library.co/document/zg9964vq-descarga-de-combustibles.html>

²¹⁷ Recuperado de <https://www.apc-industries.com/limpieza-lavado-de-tanques.html>

en ciertas ocasiones, a la compatibilidad entre los sistemas y estrategias de seguridad de proveedores y consumidores, es decir, la entrega y recepción del producto (hidrocarburos); además de las buenas condiciones en las que deben operar los medios de transporte utilizados en la distribución, ya que estos deben contar con las señalizaciones de carga pertinentes y en apego a la normatividad aplicable, V.gr. la indicación del contenido de materiales peligrosos, con sus respectivas características químicas (inflamabilidad, explosividad, toxicidad, entre otras), así como contar con los elementos que permitan el correcto y buen funcionamiento de esas unidades en las que se distribuirán los hidrocarburos.

Desarrollar y mantener una respuesta a los riesgos presentes en la distribución de hidrocarburos garantiza certeza en el actuar de proveedores y consumidores. A la par de facilitar el accionar del mercado de los hidrocarburos, la respuesta a los riesgos debe identificar las estrategias necesarias para reducirlos, compartirlos o aceptarlos. La efectividad en las medidas y estrategias de seguridad asegura que aminore la exposición de los riesgos latentes en esta actividad y sus potenciales daños²¹⁸.

Tal y como se representa en las siguientes imágenes:

²¹⁸ Cfr. Luján Ruíz, Roger Orlando, (25 de marzo de 2014), Gestión de riesgos en el sistema de distribución de gas natural de Lima y Callao según lineamientos “Recommendations on transmission and distribution practice” y la gestión de los riesgos del proyecto del PMI (2008), Vol. 17, No. 1, p. 90, recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/816/81640855012.pdf>



Referencia Cibergráfica²¹⁹

Referencia Cibergráfica²²⁰

Con relación a las actividades de Comercialización y Expendio al público de hidrocarburos y sus derivados, las medidas de seguridad repercuten de forma directa en los usuarios o usuarios finales, es decir, las personas y sus bienes muebles e inmuebles, debido a la proximidad a la que se encuentran respecto al desarrollo de estas actividades.

La seguridad en esta parte final de la cadena de valor de los hidrocarburos es fundamental para preservar la integridad física de quienes utilizan o se encuentran en las instalaciones y de quienes laboran en los lugares donde se llevan a cabo dichas actividades.

En las estaciones de servicio se suelen manejar sustancias que en el suelo pueden desencadenar incendios, irritación o intoxicación por inhalaciones de gases u otro tipo de incidentes y accidentes. De ahí la importancia de implementar medidas y estrategias de seguridad para afrontar los peligros y riesgos pertenecientes a estas actividades del sector. La gasolina por sus condiciones químicas es altamente

²¹⁹ Recuperado de <http://www.osinergmin.gob.pe/empresas/hidrocarburos/transporte>

²²⁰ Recuperado de <https://www.cotratsac.pe/unidades-de-negocio/transporte-de-hidrocarburos/>

inflamable; no obstante, son los vapores que desprende los que se incendian, una mezcla de gasolina y aire puede ser encendida por una superficie caliente, un objeto ardiendo como un cigarrillo, una llama abierta o incluso una chispa estática. Por eso es importante tener mucha precaución con la bomba al momento dispensar la gasolina; siempre se debe apagar el motor del vehículo, no fumar, usar cerillos o encendedores, entre otras medidas, durante la carga de combustible²²¹.

Asimismo, en las estaciones de servicio es importante contar con rejillas de ventilación próximas a nivel de suelo para facilitar la correcta dilución de vapores y evitar la acumulación de sustancias peligrosas; también realizar operaciones de mantenimiento, reparación y limpieza de los depósitos o bidones que hayan contenido productos derivados de hidrocarburos, para eliminar vapores que aún pudieran estar en su interior.

Adicionalmente, los trabajadores de las estaciones de servicio deben vestir la ropa y el calzado necesarios para preservar su protección, debido a las desatenciones de los clientes al momento de realizar el llenado de combustible de su vehículo. De no hacerlo, se da lugar a la posible aparición de chispas electrostáticas por roce y/o fricción. Por sus características, la ropa de algodón y un calzado con conductividad a tierra (antiestático) son más que suficientes para controlar tal situación²²².

El uso de surtidores es fundamental en cuestiones de seguridad dentro de las estaciones de servicio, pues deben: garantizar la seguridad del repostaje; tener aspiración de los vapores del combustible; contar con un mecanismo de detección de llenado del depósito; contar con una válvula de seguridad contra golpes que evite provocar pérdidas de carburante, entre otros. A su vez, se les debe revisar periódicamente para prevenir incidentes y accidentes, además de utilizar arena por debajo de los surtidores para que actúe como aislante²²³.

²²¹ Cfr. SERPROGAS, (28 de noviembre de 2019), *Higiene y normas en las estaciones de servicio*, recuperado de <https://serprogas.com.gt/normas-en-las-estaciones-de-servicio/>

²²² Cfr. Quirónprevención, (24 de julio de 2019), *Atmósferas explosivas y gasolineras, dos viejos conocidos*, recuperado de <https://www.quironprevencion.com/blogs/es/prevenidos/atmosferas-explosivas-gasolineras-dos-viejos-conocidos>

²²³ Cfr. Euca GlobalPreventium, (s.a.), *Cuáles son las normas de seguridad en estaciones de servicio o gasolineras*, recuperado de <https://euca.es/seguridad-trabajo/normas-seguridad-estaciones-de-servicio/>

En otro orden de ideas, las medidas de seguridad en la comercialización de hidrocarburos, en particular el consumo de Gas L.P., requiere medidas de seguridad particulares, destacando las siguientes:

- Utilizar siempre un regulador de presión en la salida del Gas L.P., tanto en los recipientes transportables (cilindros) como en los tanques estacionarios.
- Las tuercas de las conexiones que unen a los cilindros con el regulador, debido al uso, son susceptibles de deteriorarse; por ello hay que vigilar su condición física, en caso de que presenten algún daño que deba ser reparado.
- Comprobar regularmente la hermeticidad de las conexiones en la instalación mediante la aplicación de agua jabonosa u otro método aplicable.
- Verificar que los cilindros se encuentren en buenas condiciones físicas.
- Mantener y transportar los cilindros siempre en posición vertical.
- Los cilindros y tanques estacionarios nunca deben calentarse por medios artificiales.
- Al tanque estacionario se le debe efectuar una evaluación de espesores por medición ultrasónica (efectuado por unidad de verificación) a partir de los 10 años de su fabricación, para determinar si es apto para continuar en servicio²²⁴.

Derivado de lo desarrollado con anterioridad, se denota que la comercialización y expendio al público de hidrocarburos y sus derivados tienen una serie de medidas de seguridad detalladas para que dichas actividades se realicen de forma segura y no se exponga el bienestar de usuarios y trabajadores, además de cuidar las instalaciones y ayudar a la protección del entorno ambiental próximo a los sitios donde se llevan a cabo las actividades finales de la cadena de valor de los hidrocarburos.

²²⁴ Cfr. Silva Arias, Miguel *et al.*, (2015), *Manejo seguro de gas L. P.: prioridad en las empresas*, recuperado de <https://www.prevencionintegral.com/canal-orp/papers/orp-2015/manejo-seguro-gas-l-p-prioridad-en-empresas#:~:text=Principios%20de%20seguridad%20en%20el%20manejo%20del%20gas%20L.%20P.&text=%C2%B7%20Verifique%20que%20los%20cilindros%20se,al%20almacenamiento%20de%20Gas%20L.P.>

Tal y como se representa en las siguientes imágenes:



Referencia Cibergráfica²²⁵



Referencia Cibergráfica²²⁶

En los proyectos del sector hidrocarburos existen múltiples condiciones de peligro y factores de riesgos, que pueden propiciar incertidumbre técnica y legal durante su desarrollo, impidiendo que se gestionen con éxito los objetivos previamente definidos y se cumplan las metas trazadas para los proyectos de ese sector.

Para hacer frente a esas condiciones de peligro y situaciones de riesgo que pueden afectar el desenvolvimiento de los proyectos y, por ende, a las actividades del sector hidrocarburos, se debe realizar análisis de riesgo de las mismas, para posterior a ello, diseñar y elaborar estrategias e implementar medidas y acciones de seguridad, permitiendo dar certeza técnica y jurídica para desarrollar de forma segura las actividades del sector, evitando en la medida de lo posible situaciones adversas que interrumpen las actividades y perjudiquen la salud de las personas, la integridad mecánica de las instalaciones y el entorno ambiental. Asimismo, es indispensable contar con la regulación que propicie y facilite el cumplimiento de los elementos de seguridad en las actividades del sector hidrocarburos, permitiendo evolucionar

²²⁵ Recuperado de <https://www.forbes.com.mx/el-precio-del-gas-lp-subio-4-3-durante-noviembre/>

²²⁶ Euca GlobalPreventium, *op. cit.*, recuperado de <https://euca.es/seguridad-trabajo/normas-seguridad-estaciones-de-servicio/>

hacia la supervisión de esas actividades del sector para identificar áreas de mejora, con el objetivo de hacer los ajustes necesarios y permitidos que posibiliten maximizar los elementos de seguridad en el sector de los hidrocarburos²²⁷.

La existencia de los distintos instrumentos normativos en materia de Seguridad Industrial y Seguridad Operativa en el sector de los hidrocarburos es un pilar sustancial en la protección de los tres elementos ya referidos: personas, instalaciones y medio ambiente. Toda vez que el cumplimiento técnico y legal de dichos instrumentos normativos por parte de los sujetos obligados y demás participantes del sector genera certidumbre y seguridad previa, durante y posterior al desarrollo de actividades y sus respectivos procesos, procedimientos o fases que integran a las mismas, a través de la observancia y aplicación de la normatividad aplicable en materia de Seguridad Industrial y Seguridad Operativa.

Como se ha visto y explicado a lo largo del presente punto, las estrategias, medidas y acciones de Seguridad Industrial y Seguridad Operativa implementadas a lo largo de la cadena de valor de los hidrocarburos, es decir, en el desarrollo de todas las actividades que conforman dicha cadena de valor, representan protección para el bienestar de las personas, el cuidado de instalaciones y la preservación del medio ambiente.

²²⁷ Cfr. Franco Hernández, Gaspar, (30 de abril de 2020), *Algunas estrategias para el sector de Exploración y Extracción de Hidrocarburos*, recuperado de <https://energyandcommerce.com.mx/algunas-estrategias-para-el-sector-de-exploracion-y-extraccion-de-hidrocarburos/>

2.3.2 Proyectos derivados del Sector Eléctrico

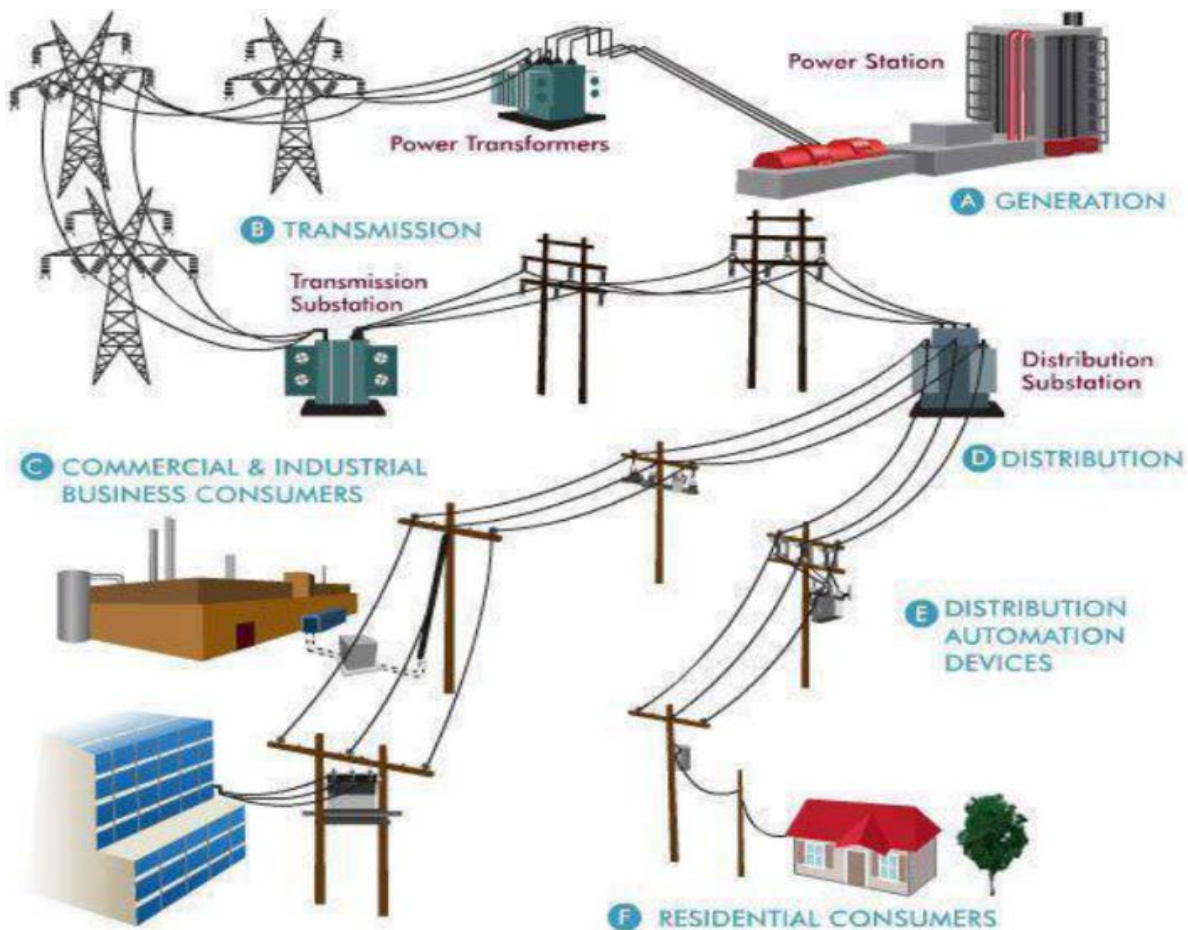
El curso de la vida moderna depende en gran medida del consumo de energía. Específicamente la energía eléctrica, ya que el uso de luces, celulares, electrodomésticos, computadoras, entre otros artículos indispensables para trabajar, estudiar e incluso satisfacer nuestras necesidades cotidianas, requiere de la electricidad. Sin ella, las funciones que llevamos a cabo serían más tediosas y difíciles de ejecutar o simplemente imposibles.

El desarrollo de proyectos o actividades que utilizan energía eléctrica también requiere de certeza técnica y legal antes, durante y después de llevarlos a cabo, por lo que necesitan contar en todo momento con elementos de seguridad (estrategias, medidas y acciones) que brinden confianza, a la par de proteger a las personas, instalaciones y medio ambiente. Esa seguridad, como ya hemos establecido previamente, debe estar prevista en instrumentos legales observados y aplicados por todos los participantes del sector eléctrico.

Si bien la industria eléctrica tiene condiciones de peligro y situaciones de riesgo distintas a las del sector hidrocarburos, eso no las hace menores, toda vez que representan un grado de afectación similar o, en ocasiones, superior. Por ejemplo: Una descarga eléctrica puede provocar los mismos daños que la explosión de algún recipiente con hidrocarburo.

Los riesgos en ambos sectores (eléctrico e hidrocarburos) pueden variar según la actividad. Por lo regular, es más riesgoso el desarrollo de actividades en el sector hidrocarburos por sus características, pero en ocasiones puede ser a la inversa. Sin embargo, todo depende de las condiciones físicas, químicas, entre otras de peligro y sus respectivas situaciones de riesgo en los proyectos o actividades a llevar a cabo.

La cadena de valor del sector eléctrico se origina con la generación de energía eléctrica, culminando con la comercialización y el suministro de esa energía a los usuarios finales.



Referencia Cibergráfica²²⁸

La Seguridad Industrial y Operativa deben estar presentes en toda actividad perteneciente a la cadena de valor del sector eléctrico, partiendo desde las fuentes de generación eléctrica, pasando por las líneas de transmisión y distribución, hasta las instalaciones industriales o habitacionales que consumen energía eléctrica.

Dentro del sector eléctrico, tales conceptos (Seguridad Industrial y Operativa) no se encuentran establecidos o desarrollados en la legislación aplicable, lo que ocasiona un vacío normativo al compararse con el sector hidrocarburos. Tal situación no implica que las personas encargadas de desarrollar actividades correspondientes al sector eléctrico se encuentren exentas de cumplir con estrategias, medidas y acciones de seguridad al momento de ejecutar sus proyectos o actividades. A pesar de la escasa regulación en materia de Seguridad Industrial y Operativa en el sector

²²⁸ Recuperado de <https://sites.google.com/site/luisamayateacher/generacion---distribucion-energia-electrica>

eléctrico, las autoridades competentes en México están obligadas a regular y vigilar el cumplimiento normativo de las disposiciones legales de todos los participantes y sujetos involucrados en dicha materia.

A diferencia del sector hidrocarburos, la PROFEPA vela por los intereses de la Seguridad Industrial y Operativa en el sector eléctrico y, al igual que la ASEA, es un órgano administrativo desconcentrado de la SEMARNAT. Sin embargo, la PROFEPA carece de atribuciones legales para regular respecto a la Seguridad Industrial y Operativa en el desarrollo de actividades del sector eléctrico, aunque sí tiene facultades de supervisión y, en caso de ser aplicable, de sancionar el incumplimiento a las disposiciones ambientales durante el desarrollo de esas actividades, incluyendo cuestiones relativas a la Seguridad Industrial y Operativa, a pesar de que tales conceptos no están debidamente caracterizados como tales en la legislación ambiental aplicable.

La regulación de la que carece la PROFEPA en materia de Seguridad Industrial y Operativa está determinada por la SEMARNAT, aunque no se definen ni se desarrollan normativamente los conceptos de Seguridad Industrial y Operativa en contraste con la normatividad emitida por la ASEA. Así, la regulación estipulada por la SEMARNAT está plenamente enfocada en aspectos ambientales y la protección a los mismos, dejando de lado o incluso denostando implícitamente a los aspectos de seguridad.

La PROFEPA tiene una naturaleza netamente ambiental con elementos punitivos que identifican su actuar como el de una “policía ambiental”, a diferencia de la ASEA, cuya naturaleza está más marcada por una dualidad energético-ambiental que prioriza la Seguridad Industrial y Operativa; como consecuencia de una buena gestión de estas, se favorece la protección al medio ambiente. Máxime lo anterior, la PROFEPA tiene a su cargo supervisar las condiciones de seguridad de los proyectos del sector eléctrico, así como del cumplimiento normativo de la materia por parte de los sujetos obligados y, en general, todos los participantes del sector.

Como ya mencionamos en el punto relativo a los proyectos derivados del sector hidrocarburos, las facultades regulatorias en materia de seguridad ocupacional o

laboral están a cargo de la STPS, abonando que esta institución también regula sobre el mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo, así como las condiciones de seguridad de estos, abarcando lo relacionado al equipo de protección personal de los trabajadores. Esas atribuciones de seguridad son distintas a las relativas a la Seguridad Industrial y Operativa, así como las de otras autoridades a nivel municipal, estatal y federal en materia de la salud y prevención de enfermedades, seguridad ciudadana, entre otras, así como en materia de protección civil a cargo usualmente de las autoridades locales.

Además, dentro de la legislación energética, en particular lo contemplado en la Ley de la Industria Eléctrica (LIE), la Secretaría de Energía (SENER), la Comisión Reguladora de Energía (CRE) y el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE), se cuenta con atribuciones legales para regular respecto al concepto de seguridad y sus diversas connotaciones aplicadas al sector eléctrico, como lo son la seguridad energética y la de despacho, significados que abordaremos más adelante.

Consideramos que esta falta de claridad normativa en materia de Seguridad Industrial y Operativa en actividades del sector eléctrico en gran medida se da por un enfoque exclusivo a la regulación ambiental. Es decir, la normatividad no da la trascendencia necesaria a la seguridad y a las repercusiones que su debida regulación puede tener en favor de la protección al medio ambiente. Por ende, no hay un equilibrio entre la regulación ambiental y la de seguridad. Somos de la idea de que, si se gestionan adecuadamente los elementos de seguridad, las posibles afectaciones ambientales implicadas en el desarrollo de cualquier actividad industrial podrían reducirse significativamente.

Es evidente que se requiere mayor claridad y regulación en materia de Seguridad Industrial y Operativa para el sector eléctrico, toda vez que los conceptos de seguridad más empleados en México en el sector son los de seguridad energética alusivos a la capacidad de un país de satisfacer la demanda nacional de energía con suficiencia, oportunidad, sustentabilidad y precios adecuados, entre otros

elementos²²⁹; así como el de seguridad de despacho, cuya definición refiere a la condición operativa en la que se puede mantener la calidad y continuidad de la operación del Sistema Eléctrico Nacional (SEN) en el corto plazo frente a la falla de uno o múltiples elementos del mismo²³⁰. Los conceptos antes citados distan de lo comprendido respecto a los de Seguridad Industrial y Operativa, más encaminados a lo que tradicionalmente entendemos como seguridad en el aspecto de protección.

Todo lo anterior propicia incertidumbre normativa para regular los aspectos de Seguridad Industrial y Operativa dentro del sector eléctrico, dado que las actuaciones de las autoridades competentes en la materia son poco claras y deficientes al no estar bien definidas sus atribuciones en el marco legal aplicable, generando que se pondere exclusivamente el aspecto ambiental y descuidando el de la seguridad. A consideración propia, ambos conceptos (protección ambiental y Seguridad Industrial y Operativa) deben desarrollarse concomitantemente y recibir la misma importancia en aras de garantizar de forma íntegra la protección de personas, las instalaciones y el medio ambiente.

Respecto al esquema normativo actual de la Seguridad Industrial y Operativa en la industria energética en México, consideramos que se debe generar una homologación normativa en torno a esta materia, esto es, una sola institución debe regular y supervisar la totalidad de la Seguridad Industrial y Operativa en todo desarrollo de actividades y sus respectivos procesos, procedimientos o fases que integran a las mismas en los sectores que conforman a la industria energética. Logrando uniformidad en la regulación de esta materia, fortaleciendo los elementos de seguridad que deben imperar en todo proyecto y actividad energética, bajo reserva de ponderar las circunstancias respectivas de cada sector.

²²⁹ Cfr. Rodríguez Padilla, Víctor, (diciembre de 2018), *Seguridad energética. Análisis y evaluación del caso de México*, Serie Estudios y Perspectivas, No. 179, p. 19, recuperado de file:///C:/Users/51zay/Desktop/FUENTES%20TESIS/Seguridad%20Energ%C3%A9tica_An%C3%A1lisis%20y%20evaluaci%C3%B3n%20del%20caso%20de%20M%C3%A9xico.pdf

²³⁰ Cfr. Ley de la Industria Eléctrica, art. 3°, fr. XLI, 2023, México.

Las medidas y acciones de seguridad en el sector eléctrico

La seguridad en el sector eléctrico involucra un cúmulo de elementos que se siguen con el objetivo de mitigar los peligros y situaciones de riesgo inherentes a este sector, evitando con ello la manifestación de incidentes y accidentes que puedan provocar daños a las personas, instalaciones y al medio ambiente. Los ingenieros electricistas y trabajadores en sitios elevados encabezan la lista de profesionales que están expuestos a los peligros y riesgos eléctricos. Las tareas comunes que ponen en riesgo a esos trabajadores incluyen la instalación eléctrica, reparaciones, prueba de accesorios y equipo, actividades de inspección y mantenimiento, entre otras. Sin embargo, quienes trabajan indirectamente con electricidad, como los trabajadores administrativos (por ejemplo, empleados de oficina), también están expuestos a dichos peligros y riesgos eléctricos²³¹.

Los principios fundamentales de la seguridad eléctrica son la protección contra choques eléctricos, efectos térmicos, sobrecorrientes, corrientes de falla y sobretensiones. El campo de aplicación de la seguridad eléctrica parte desde el diseño de las instalaciones eléctricas. En esa etapa se calculan o dimensionan los equipos a utilizar, como el calibre de los conductores, canalizaciones, interruptores de protección y sus ajustes. Además, cada uno de los componentes debe estar aprobado por los organismos de certificación correspondientes y la instalación física tiene que ser realizada por personal calificado, utilizando los más altos estándares nacionales o internacionales y las mejores prácticas del sector. Una instalación eléctrica es peligrosa cuando no reúne las condiciones mínimas de seguridad, por ende, la calidad en una instalación eléctrica es imprescindible. Para tales efectos es necesario contar con equipos y materiales certificados y personal especializado y

²³¹ Cfr. SafetyCulture, (01 de diciembre de 2022), *Riesgos eléctricos y seguridad eléctrica*, recuperado de <https://safetyculture.com/es/temas/riesgos-electricos-y-seguridad-electrica/>

debidamente capacitado, garantizando así la seguridad de las instalaciones y de sus ocupantes²³².

En las actividades eléctricas debe existir la premisa de que, hasta no demostrarse lo contrario, todos los elementos que puedan estar en tensión lo estarán de forma efectiva. Siempre se debe comprobar la ausencia de tensión antes de iniciar cualquier actividad, empleando los procedimientos y equipos de medida apropiados al nivel de tensión más elevado de la instalación. La verificación de ausencia de tensión debe hacerse en cada una de las actividades y sus respectivos procesos, procedimientos o fases que integran a las mismas²³³.

Las estrategias, medidas y acciones de seguridad para trabajar con electricidad dependen en gran medida de las instrucciones y entorno de trabajo, pues consisten en comprender cómo funciona la electricidad y los equipos o maquinaria dentro de las instalaciones. Los equipos de seguridad eléctrica más utilizados son las herramientas aisladas y equipos de protección personal como guantes, esteras y escaleras aislantes y también deben usarse al realizar tipos específicos de pruebas eléctricas, trabajos de reparación, instalación o mantenimiento (como la luz que se produce durante un fallo eléctrico o puesta a tierra personalizada y cortocircuitos), entre otros²³⁴.

Vale la pena referir que se suele clasificar al personal de trabajo de las actividades eléctricas acorde a su preparación, conocimiento y capacidades para instalar, operar y dar mantenimiento, entre otras acciones, con la finalidad de ejecutar de forma correcta cada actividad correspondiente a la cadena de valor del sector eléctrico.

²³² Cfr. Tapia, Antonia, (18 de abril de 2012), *Seguridad en instalaciones eléctricas*, recuperado de <https://e-management.mx/2012/04/18/seguridad-en-instalaciones-electricas/>

²³³ Cfr. Sectorelectricidad, (23 de mayo de 2013), *Las 5 reglas de oro del mantenimiento eléctrico*, recuperado de <https://www.sectorelectricidad.com/4148/las-5-reglas-de-oro-del-mantenimiento-electrico/>

²³⁴ Cfr. *Ídem*.

La clasificación del personal eléctrico tiende a ser de la siguiente forma:

- Cualquier trabajador (T): Son usuarios de la electricidad que sólo pueden realizar la ejecución de trabajos sin tensión o en proximidad con baja tensión luego de que otros trabajadores especialistas hayan analizado y controlado el riesgo eléctrico.
- Trabajador autorizado (A): Personal que puede hacer la supresión y reposición de la tensión en trabajos sin tensión, mediciones o reponer fusibles en instalaciones con baja tensión, entre otros.
- Trabajador cualificado (C): Trabajadores especializados que pueden realizar trabajos para media y alta tensión. Dentro de esta categoría podrá distinguirse entre cualificados y autorizados, por escrito, y cualificados siguiendo un procedimiento²³⁵.

La características físicas y químicas de la electricidad y de los elementos naturales con los que ésta interactúa representan riesgos que pueden ocasionar graves consecuencias para la salud de las personas, pudiendo dañar nervios, músculos y tejidos del cuerpo humano, ocasionar sangrado interno, pérdida de la coordinación y control muscular, lesiones neurológicas e inclusive paro cardíaco.

Por otra parte, los elementos de protección personal son vitales para preservar la seguridad de los trabajadores de este sector, teniendo como función principal el proteger diferentes partes del cuerpo para evitar que un trabajador tenga contacto directo con factores de riesgo que le pueden ocasionar una lesión o la muerte. Los elementos de protección personal no evitan *per se* un incidente o accidente, pero sí ayudan a que las consecuencias de los mismos sean menos graves.

Estos elementos de protección personal abarcan la totalidad del cuerpo humano; para la cabeza se usan, ya sea un casco de seguridad cuando se esté expuesto a riesgos eléctricos y golpes o un gorro o cofia al exponerse a humedad o bacterias. Para los ojos y la cara se ocupan gafas de seguridad cuando se esté expuesto a la

²³⁵ Cfr. Quirónprevención, (28 de agosto de 2018), *Riesgos eléctricos en el trabajo: medidas preventivas*, recuperado de <https://www.quironprevencion.com/blogs/es/prevenidos/riesgos-electricos-trabajo-medidas-preventivas>

proyección de múltiples partículas; monogafas de seguridad ante las salpicaduras de productos químicos o presencia de gases, vapores y humos; careta de seguridad para trabajos que requieran la protección de la cara completa, como el uso de pulidoras o sierras o cuando se manejen químicos en grandes cantidades; careta o gafas para soldadura con filtro ocular cuando se generen chispas, proyección de partículas y radiaciones del proceso de soldadura. Para el aparato respiratorio se utiliza una mascarilla desechable en ambientes donde haya partículas suspendidas en el aire; un respirador purificante (con material filtrante o cartuchos) cuando el ambiente contenga gases, vapores, humos y neblinas. Para los oídos se necesitan aparatos premoldeados, moldeados y de tipo copa u orejeras. Para las manos se emplean guantes de plástico desechable, de material de aluminio, dieléctricos, entre otros. Para los pies se ocupan botas de seguridad dieléctricas, botas plásticas, con suela antideslizante, entre otras²³⁶.

Las medidas de seguridad aplicadas a las actividades de generación de energía eléctrica, principalmente las derivadas del uso de energías convencionales o no renovables (carbón, combustóleo, nuclear, etc.), deben tomar en consideración las características geológicas, sísmicas, hidrológicas y meteorológicas del sitio donde se construirán las centrales de generación eléctrica, realizando una serie de análisis, sondeos y observaciones para diseñar la instalación, de modo que soporte terremotos, inundaciones, ventiscas y efectos adversos de fenómenos naturales²³⁷.

Antes del comienzo de la construcción de la central se determinan los criterios del proyecto de la instalación y se analiza el funcionamiento de los distintos sistemas y estructuras que conformarán a la instalación. En el transcurso del funcionamiento de la central, los diversos componentes de la misma se someten a pruebas para comprobar su funcionalidad de acuerdo con lo previsto en el proyecto y se efectúa el mantenimiento preventivo de la instalación. Durante la generación de energía se

²³⁶ Cfr. Desconocido, (15 de mayo de 2011), *Elementos de protección personal*, recuperado de <http://opaalcaraz.blogspot.com/2011/05/elementos-de-proteccion-personal.html>

²³⁷ Cfr. Foro Nuclear, (s.a.), *¿Qué medidas se toman para garantizar la seguridad de una central nuclear?*, recuperado de <https://www.foronuclear.org/descubre-la-energia-nuclear/preguntas-y-respuestas/sobre-proteccion-radiologica-y-radiacion/que-medidas-se-toman-para-garantizar-la-seguridad-de-una-central-nuclear/>

debe ejercer una vigilancia ambiental para poder determinar cualquier influencia de la instalación sobre la zona y los elementos naturales de la misma. En el caso particular de las centrales nucleoelectricas, antes de que la central comience a funcionar, se estudia el fondo radiológico de la zona²³⁸.

Otras medidas de seguridad en esta primera parte de la cadena de valor del sector eléctrico incluyen el control de los circuitos de tensión de mando, ya que un fallo eléctrico desconocido es lo mismo que una parada inesperada de la instalación y aumenta considerablemente las probabilidades de que se genere un incendio. También se vigilan las redes de tensión alterna trifásicas²³⁹, en cuanto a la subtensión y sobretensión de estas. Aunado a ello, se supervisa de forma permanente la resistencia de aislamiento en equipos desconectados, se comunica a tiempo los fallos de aislamiento para protección contra situaciones críticas, entre otros²⁴⁰.

Referente a esto, se presentan las siguientes imágenes:

²³⁸ Cfr. *Ídem*.

²³⁹ En ingeniería eléctrica, un sistema trifásico es un sistema de producción, distribución y consumo de energía eléctrica formado por tres corrientes alternas monofásicas de igual frecuencia y amplitud, que presentan una diferencia de fase entre ellas de 120° eléctricos, y están dadas en un orden determinado.

²⁴⁰ Cfr. Bender, (s.a.), *Funcionamiento seguro de las centrales eléctricas*, recuperado de <https://www.bender-latinamerica.com/soluciones/generacion-de-energia/central-electrica>



Referencia Cibergráfica²⁴¹



Referencia Cibergráfica²⁴²

En cuanto a las medidas de seguridad en las actividades de transmisión de energía eléctrica, al realizar maniobras eléctricas en alta tensión se debe conocer las distancias de los límites de seguridad para protección contra choque y arco eléctrico, así como los niveles de la energía, evitando incidentes y accidentes causados por fallas que pudieran presentarse durante la operación o mantenimiento del equipo eléctrico energizado y con partes eléctricas expuestas. Durante los trabajos en líneas eléctricas y cuando las condiciones del terreno lo requieran, se utilizará un camión hidroelevador aislado, que deberá contar con sus pruebas dieléctricas vigentes y estar conectado a tierra permanentemente mientras se esté interviniendo una instalación de transmisión eléctrica. Para realizar intervenciones en el trabajo de líneas eléctricas de alta tensión, hay que considerar todos los aspectos que representen riesgos para el personal; para controlarlos, se debe seguir las indicaciones, estándares establecidos y prácticas recomendadas, así

²⁴¹ Recuperado de <https://www.na-sa.com.ar/es/centrales-nucleares/embalse>

²⁴² Recuperado de <https://eleconomista.com.ar/economia/enel-va-pais-pone-venta-edesur-todos-sus-activos-argentina-n57775>

como el análisis de riesgo que se realice en el terreno antes de iniciar cada trabajo²⁴³.

En este sentido, se debe revisar toda instalación, verificando su estado antes de intervenirla. Esto implica verificar las amarras sueltas, inexistentes o cortadas e instalaciones defectuosas o en condiciones de riesgo, como tirantes sueltos, crucetas quebradas, aisladores quebrados, postes dañados, conductores cortados o cables con hebras cortadas, entre otros. Además, se debe utilizar los elementos de protección personal adecuados, en buen estado y con pruebas de aislación vigentes²⁴⁴.

Cabe mencionar que otro aspecto de seguridad fundamental para salvaguardar la integridad de las personas, instalaciones y medio ambiente en la transmisión de energía eléctrica es el de la faja de servidumbre, que es el área de seguridad establecida a lo largo del trazo de la ruta de líneas de media y alta tensión; su ancho está relacionado directamente al nivel de tensión de las líneas²⁴⁵.

La faja de seguridad, también denominada 'derecho de vía', es un área definida a lo largo de toda la línea de transmisión y delimitada por una distancia horizontal distribuida en partes iguales desde el eje de la línea hacia ambos extremos. Es calculada con base en factores tales como el posible pandeo del conductor por viento, las características técnicas de la línea, la topografía y la cubierta vegetal, entre otros²⁴⁶.

Las distancias de seguridad del citado derecho de vía o faja de seguridad son tanto verticales como horizontales, reflejan las distancias mínimas que deben ser mantenidas en el aire entre partes energizadas (conductores) y elementos físicos

²⁴³ Cfr. González Riva, José Luis, (enero de 2018), *Seguridad para el trabajo en líneas eléctricas*, recuperado de <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=3163&ni=seguridad-para-el-trabajo-en-lineas-electricas>

²⁴⁴ Cfr. *Ídem*.

²⁴⁵ Cfr. Desconocido, (s.a.), *¿Qué es la franja de servidumbre y por qué es necesaria para las líneas eléctricas?*, recuperado de <https://view.genial.ly/6081add0442f630d2d96dc5d/interactive-content-franja-de-servidumbre-lats>

²⁴⁶ Cfr. ENDE Transmisión, (21 de octubre de 2021), *Derecho de vía y distancias eléctricas de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión*, recuperado de <https://www.endetransmision.bo/2021/10/21/derecho-de-via-y-distancias-electricas-de-seguridad-en-lineas-electricas-de-alta-tension/>

existentes en inmediaciones de estas (carreteras, edificios, casas, árboles, terrenos, entre otros), con el objetivo de evitar contactos accidentales y garantizando de esta manera la seguridad de las personas, instalaciones y entorno ambiental²⁴⁷.

Los métodos de protección para evitar incidentes y accidentes en este tipo de instalaciones (alta tensión) consisten principalmente en:

1. Seleccionar el nivel de aislamiento de forma coordinada para la alta tensión y reducir las tensiones de paso.
2. Realizar conexiones equipotenciales y a tierra para evitar tensiones de contacto indirecto peligrosas.
3. Seleccionar, ajustar y verificar las protecciones según las características de la instalación.
4. Impedir la aproximación a las partes activas no aisladas mediante:
 - Alejamiento
 - Interposición de obstáculos
 - Envolvertes
 - Enclavamientos
5. Realizar inspecciones periódicas de las instalaciones.
6. Exigir el cumplimiento de las medidas de seguridad necesarias en la realización de los trabajos:
 - Realizar las maniobras utilizando las medidas de seguridad establecidas en la legislación aplicable.
 - Cumplir a cabalidad los instrumentos regulatorios correspondientes a cada tipo de trabajo cuando estos se realizan en alta tensión²⁴⁸.

²⁴⁷ Cfr. *Ídem*.

²⁴⁸ Cfr. Seguridad Minera, (23 de enero de 2015), *Riesgos eléctricos en alta tensión y 5 reglas de oro*, recuperado de <https://www.revistaseguridadminera.com/operaciones-mineras/riesgos-alta-tension/>

Referente a esto, se presentan las siguientes imágenes:



Referencia Cibergráfica²⁴⁹

Respecto a las actividades de distribución de energía eléctrica, las medidas de seguridad empleadas guardan bastantes similitudes con las aplicadas en la transmisión de electricidad, aunque la diferencia más sustancial es el nivel de tensión de las líneas de distribución, ya que estas son de nivel medio o bajo, diferentes a las de transmisión, que son de alta tensión.

Esta actividad del sector eléctrico, donde la energía generada se transforma o estandariza, requiere del uso de transformadores que permitan manejar la corriente

²⁴⁹ Recuperado de <https://www.celec.gov.ec/transelectric/index.php/18-institucional/contenido-documentos/153-2018-10-05-13-19-54>

eléctrica, así como de otros equipos que ayuden a reducir la alta tensión recibida de la transmisión de energía a niveles medios y bajos de tensión.

La prevención y control de los riesgos de trabajo son parte integral de la función operativa en las actividades de distribución; es obligación de todos los trabajadores conocer y cumplir las reglas de seguridad para el desempeño seguro y eficiente del trabajo en dicha actividad eléctrica. El aspecto de seguridad más relevante en cualquier tipo de instalación es la puesta a tierra, pues al trabajarse con circuitos de media y baja tensión invariablemente se conectarán a tierra y en cortocircuito como requisito previo a iniciar con el trabajo. Los equipos de puesta a tierra se deben manejar con pértigas aislantes, respetando las distancias de seguridad respecto de sus conectores y conductores²⁵⁰.

Al trabajar en las líneas y redes de distribución, se sugiere que, antes de iniciar el ascenso al poste o estructura para realizar cualquier trabajo en éstas, se revisen minuciosamente sus componentes para determinar si soportan los esfuerzos mecánicos adicionales a los que habrán de someterse. Lo mismo debe hacerse con las estructuras adyacentes al punto de trabajo. Al efectuarse el tendido de cables en la cercanía de partes energizadas, dichos cables deben conectarse a tierra, a la salida del carrete que lo suministra, lo más cerca posible a este, mediante equipos de puesta a tierra del tipo “deslizante”. Al efectuarse el tensionado del conductor, debe conectarse a tierra en los dos extremos y en ambos lados del cruce. Cuando se requiera instalar, intercalar o retirar un poste o estructura, cerca o en líneas energizadas existentes, debe utilizarse la grúa con brazo aislado y guía de postes, conectando la grúa a tierra antes de ejecutar la maniobra. Es indispensable que el trabajador use el equipo de protección personal, empleando guantes de cuero de uso general, casco y protección en los ojos mediante lentes o gafas de seguridad²⁵¹.

²⁵⁰ Cfr. Energy Management Magazine, (19 de diciembre de 2013), *Seguridad para líneas eléctricas de media tensión, aéreas y subterráneas*, recuperado de <https://e-management.mx/2013/12/19/seguridad-para-lineas-electricas-de-media-tension-aereas-y-subterranas/#:~:text=El%20trabajador%20debe%20usar%20el,adecuada%20para%20evitar%20cualquier%20incidente.>

²⁵¹ Cfr. *Ídem*.

Respecto a las instalaciones subterráneas en los trabajos de pruebas, operación y mantenimiento, deben participar sólo trabajadores con constancia de aptitud para el puesto. Es requisito indispensable que los cables de media y baja tensión, transformadores, equipos de seccionalización, registros, pozos de visita, bóvedas y transiciones se encuentren debidamente identificados con la nomenclatura establecida en la sección de planos de las normas de distribución para la construcción de líneas subterráneas²⁵².

Referente a esto, se presentan las siguientes imágenes:



Referencia Cibergráfica²⁵³



Referencia Cibergráfica²⁵⁴

Las actividades de comercialización y suministro de energía eléctrica suelen representar un menor riesgo en comparación con el resto de actividades de la cadena de valor del sector eléctrico. Sin embargo, esto no implica que sean intrascendentes o ameriten una relajación de las medidas de seguridad.

²⁵² Cfr. *Ídem*.

²⁵³ Recuperado de <https://www.espaciohonduras.net/instalaciones-residenciales/instalaciones-electricas-residenciales-introduccion>

²⁵⁴ Recuperado de <https://www.sectorelectricidad.com/15250/video-instalacion-del-transformador-monofasico-de-distribucion/>

En el desarrollo de estas actividades es importante identificar las condiciones eléctricas (capacidad de corriente, principalmente) bajo las que operan los fusibles, interruptores termomagnéticos, cableado, dispositivos eléctricos, entre otros aparatos. Si no se tiene la seguridad del voltaje de los elementos eléctricos previamente citados, preferentemente se debe trabajar con el sistema desenergizado para evitar incidentes o accidentes, así como hacer uso de herramientas adecuadas, como barras aisladoras para el manejo de interruptores²⁵⁵.

Con el fin de que los usuarios finales tengan un adecuado nivel de seguridad, la instalación eléctrica de sus hogares o negocios, así como sus respectivos aparatos y equipos eléctricos, deberá acatar con lo establecido en la normatividad aplicable a instalaciones eléctricas en inmuebles y los elementos de seguridad que estas deben cumplir. Si utilizamos materiales de comercialización ilegal, que incumplen las normas de seguridad, y/o la instalación eléctrica carece de las prescripciones de seguridad establecidas por las autoridades competentes, estamos en presencia de condiciones de seguridad sumamente frágiles que representan un alto riesgo de incidentes y accidentes de origen eléctrico, como electrocuciones e incendios²⁵⁶.

Las medidas de seguridad en las actividades de comercialización y suministro de energía eléctrica son con las que estamos más en contacto y familiarizados, puesto que nosotros mismos las ejecutamos con frecuencia y, en ocasiones, sin tomarle consideración real a los peligros y riesgos que implican, así como no restarle importancia a las medidas de seguridad que deben seguir. V. gr. reemplazar un foco fundido, cambiar un contacto para conexión eléctrica, sustituir un fusible, entre otros.

Por lo que, desde interactuar con los elementos eléctricos del hogar, hasta la revisión de instalaciones en negocios, locales, mercados, centros comerciales, entre otras instalaciones, todo ello requiere medidas de seguridad específicas.

²⁵⁵ Cfr. Proyectos CYG, (25 de julio de 2018), *Medidas de seguridad para trabajar con electricidad*, recuperado de <https://proyectoscyg.com/medidas-de-seguridad-para-trabajar-con-electricidad/>

²⁵⁶ Cfr. Capo, Gustavo y Leuzzi, Daniel Horacio, (diciembre 2015), *Seguridad eléctrica. Marco normativo de fichas y tomacorrientes*, recuperado de https://www.editores-srl.com.ar/revistas/ie/305/apse_marco_normativo_fichas_tomacorrientes

Referente a esto, se presentan las siguientes imágenes:



Referencia Cibergráfica²⁵⁷



Referencia Cibergráfica²⁵⁸

En virtud de todo lo anterior, queda claro que es fundamental disponer de diferentes estrategias, medidas y acciones en materia de seguridad. Empezando con la elaboración de los análisis de riesgos y estudios eléctricos correspondientes, además de: escoger el equipo de protección adecuado con base en la tarea o actividad a desarrollar; contar con procedimientos para emergencias eléctricas; capacitar al personal sobre los peligros y riesgos eléctricos; primeros auxilios; observancia y cumplimiento del marco legal vigente; entre otras acciones de seguridad que eviten incidentes y accidentes que impliquen electrocuciones, incendios, quemaduras, explosiones, entre otros eventos adversos²⁵⁹.

Parte importante de la propuesta que realizamos en la presente obra, respecto a la homologación normativa en materia de Seguridad Industrial y Operativa para todos los sectores que integran a la industria energética, consiste en adoptar los

²⁵⁷ Recuperado de <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=2822>

²⁵⁸ Recuperado de <https://www.cocktelera.com.mx/si-te-robaste-la-luz-en-2021-la-cfe-ira-por-ti/>

²⁵⁹ Cfr. Mundo de la Seguridad, (s.a.), *Seguridad Eléctrica: ¿Qué es, a quiénes aplica y qué normas la rigen?*, recuperado de <http://munseg.com.mx/?p=12369>

mecanismos y sistemas de seguridad como el ARSH y el SASISOPA, amoldados, *mutatis mutandis*, a los peligros y riesgos característicos del sector eléctrico.

Para tales efectos, se debe considerar lo estipulado en diversos instrumentos regulatorios enfocados en la seguridad eléctrica. En particular, a lo estipulado en la NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas (utilización) a cargo de la SENER, institución que adoptó elementos importantes del Código Eléctrico Nacional de la National Fire Protection Association (NFPA) para la conformación de la NOM antes citada. Cabe hacer mención que, en años recientes, la NOM-001-SEDE-2012 fue sometida a un proceso de revisión y actualización, específicamente este proceso culminó en el 2018, dando origen a la NOM-001-SEDE-2018, sin embargo, a la fecha, aún no se ha publicado en el DOF esta nueva NOM, únicamente se publicó el proyecto de la misma en el 2018, quedando a la espera de la publicación oficial de esa NOM actualizada.

Por su parte, el NFPA 70 Código Eléctrico Nacional es un código de alcance internacional. Dicho documento establece lineamientos para la seguridad de instalaciones y materiales eléctricos, así como su uso adecuado. Al respecto, el código se alinea a normas internacionales relacionadas con la protección ante corriente eléctrica y tiene por objetivo salvaguardar a las personas y sus bienes materiales. Inclusive contempla los riesgos que puedan presentarse con el uso de la electricidad; por ello, plantea disposiciones necesarias que dan lugar a una instalación eléctrica libre de riesgos²⁶⁰.

Asimismo, es importante referir al denominado Código de Red, el cual consta de un conjunto de Disposiciones Administrativas de Carácter General (DACGs) que establecen los criterios de eficiencia, calidad, confiabilidad, continuidad, seguridad y sustentabilidad del SEN. El Código de Red fue emitido por la CRE a través de la resolución RES/151/2016, publicada en dos partes en el DOF el 08 de abril de 2016.

²⁶⁰ Cfr. CESE Consultores. Capacitación y Consultoría STPS, (05 de octubre de 2018), *El código eléctrico nacional de la National Fire Protection Association incorpora medidas de seguridad sobre las instalaciones eléctricas*, recuperado de <https://ceseconsultores.com/codigo-electrico-nacional/#:~:text=El%20NFPA%2070%20C%C3%B3digo%20El%C3%A9ctrico%20Nacional%20es%20un%20c%C3%B3digo%20de,seguridad%20de%20la%20corriente%20el%C3%A9ctrica>.

El Código de Red establece los requerimientos técnicos mínimos para el desarrollo eficiente de los procesos de planeación, medición, control operativo, control físico, acceso y uso de la infraestructura eléctrica. En virtud de lo anterior, el Código de Red aplica a todos los usuarios del SEN, el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE), los transportistas, distribuidores, generadores, comercializadores, suministradores, centrales eléctricas y centros de carga. A su vez, el Código de Red está conformado por diversos Manuales y contiene Guías para facilitar el cumplimiento regulatorio del mismo²⁶¹.

Por lo anterior, se comprende que el Código de Red es una normativa que establece los requerimientos técnicos que deben cumplir los participantes del sector eléctrico. Éste código incluye las reglas de medición, el control, acceso y uso de la infraestructura eléctrica. Por lo tanto, el Código de Red tiene como objetivo asegurar que ningún centro de carga conectado a la red afecte de manera negativa la calidad, confiabilidad, continuidad, seguridad y sustentabilidad del SEN, lo cual ayuda a minimizar las pérdidas de energía eléctrica y asegura que opere de una manera más eficiente²⁶².

De tal manera que, cumplir con el Código de Red ayuda a determinar si una falla eléctrica es interna o externa, responsabilizando el origen de las fallas en el sistema, ya sea que dichas fallas sean causadas por el distribuidor, el transportista, el generador o el consumidor. A futuro esta normativa ayudará a que el SEN pueda mitigar el impacto que las nuevas tecnologías suponen, esto, debido a la expansión de la generación eléctrica proveniente de las energías renovables y el “estrés eléctrico” que ello implica para la Red Nacional de Transmisión (RNT) y para las Redes Generales de Distribución (RGD), por ende, es importante dar mantenimiento, renovar y mejorar la tecnología y funcionamiento tanto de la RNT

²⁶¹ Cfr. Comisión Reguladora de Energía, (19 de junio de 2020), *Preguntas frecuentes sobre el Código de Red*, recuperado de <https://www.gob.mx/cre/articulos/preguntas-frecuentes-sobre-el-codigo-de-red>

²⁶² Cfr. Ric Energy, (s.a.), *La importancia del Código de Red en el Sistema Eléctrico Nacional*, recuperado de <https://www.ric.mx/cultura/eficiencia-energetica/importancia-codigo-de-red-en-el-sistema-electrico-nacional/>

como de las RGD, asegurando así un SEN que sea confiable y con capacidad para crecer continuamente²⁶³.

Resulta importante aclarar que las actividades de vigilancia y supervisión del cumplimiento regulatorio de lo establecido en el Código de Red, son ejecutadas por la CRE, la cual podrá llevar a cabo los actos de verificación e inspección por conducto de los servidores públicos que tenga adscritos o mediante Unidades de Inspección autorizadas por la CRE. Se hace énfasis en que la CRE es la única autoridad responsable de vigilar el cumplimiento del Código de Red y en su caso emitir sanciones. Asimismo, la CRE podrá apoyarse en el CENACE, los transportistas y distribuidores, para la obtención de información proveniente de los sistemas de adquisición de datos y de medición disponibles²⁶⁴.

Permitiendo con esta unificación normativa un mayor control regulatorio, aunado a facilitar las actividades de supervisión, inspección y vigilancia por parte de las autoridades competentes en torno al cumplimiento normativo que deben acatar los sujetos obligados, así como el resto de participantes que realicen actividades pertenecientes al sector eléctrico y, en general, de todas aquellas actividades de la industria energética en México.

2.3.3 Proyectos derivados del Sector de las Energías Renovables

El aprovechamiento de los recursos naturales ha sido fundamental e indispensable en el progreso de todas las actividades del ser humano a lo largo de su historia. Por desgracia, el cuidado de estos recursos naturales quedó descartado durante siglos, propiciando su desgaste y, con ello, afectaciones al medio ambiente. Hoy en día, las actividades que realizamos, tanto de forma individual como colectiva, deben ir cada vez más enfocadas en evitar dañar nuestro entorno ambiental en la medida de

²⁶³ Cfr. *Ídem*.

²⁶⁴ Cfr. Comisión Reguladora de Energía, *op. cit.*, recuperado de <https://www.gob.mx/cre/articulos/preguntas-frecuentes-sobre-el-codigo-de-red>

lo posible, considerando que deben ser lo más sustentables posibles y así contribuir con la mejora de los elementos del medio ambiente y su preservación, aminorando las afectaciones derivadas del cambio climático.

El desenvolvimiento del ser humano y sus actividades requieren un esfuerzo adicional de nuestra parte para poder coexistir sanamente con el medio ambiente y los recursos naturales que este nos brinda. Por tal motivo, las actividades derivadas del uso de energías renovables, al igual que las de los sectores hidrocarburos y eléctrico, también requieren que sean realizadas de forma segura, propiciando certeza técnica y legal, antes, durante y posterior al desarrollo de las mismas.

En virtud de lo anterior, la seguridad es sustancial para coadyuvar en la procuración y preservación de los elementos que conforman al medio ambiente durante el desarrollo de actividades en este sector, debido a que las interacciones con los elementos de la naturaleza suelen ser mayores en el sector de las energías renovables, en comparación con los otros dos sectores de la industria energética (hidrocarburos y eléctrico).

A su vez, las condiciones de peligro y situaciones de riesgo concernientes al sector de las energías renovables son diferentes a las del sector hidrocarburos y, dependiendo de la actividad a desarrollar, distintas o similares a las del sector eléctrico, en particular en lo relativo a los proyectos de generación de energía eléctrica.

Es de mencionar que el uso de las energías renovables no sólo implica la generación de energía eléctrica. Si bien esa suele ser su principal función, también hacemos uso de las energías renovables con el objetivo de satisfacer otras necesidades de nuestra vida diaria; para la movilidad de distintos vehículos y el transporte de personas, productos o mercancías; para uso térmico en la producción de aguas sanitarias; en los hogares, para la calefacción; en las industrias, para la climatización de diversos procesos productivos, entre otros.

Los proyectos de energías renovables deben estar bien planificados y ser viables en las vertientes ambiental, social y económica, principalmente, bajo el

entendimiento de que el cambio de energías fósiles a renovables no puede ser abrupto. Dicho cambio requiere planificación y concientización para la preservación de los recursos naturales, el correcto desarrollo tecnológico para el aprovechamiento sustentable de los mismos, entre otros aspectos, priorizando en todo momento los elementos de seguridad necesarios para el desarrollo de actividades derivadas del uso de energías renovables.

Sin importar cuál sea ese uso, el desarrollo de actividades derivadas de las mismas debe realizarse con estrategias, medidas y acciones de seguridad que brinden certeza técnica y legal, con la finalidad de proteger a las personas, instalaciones y medio ambiente.

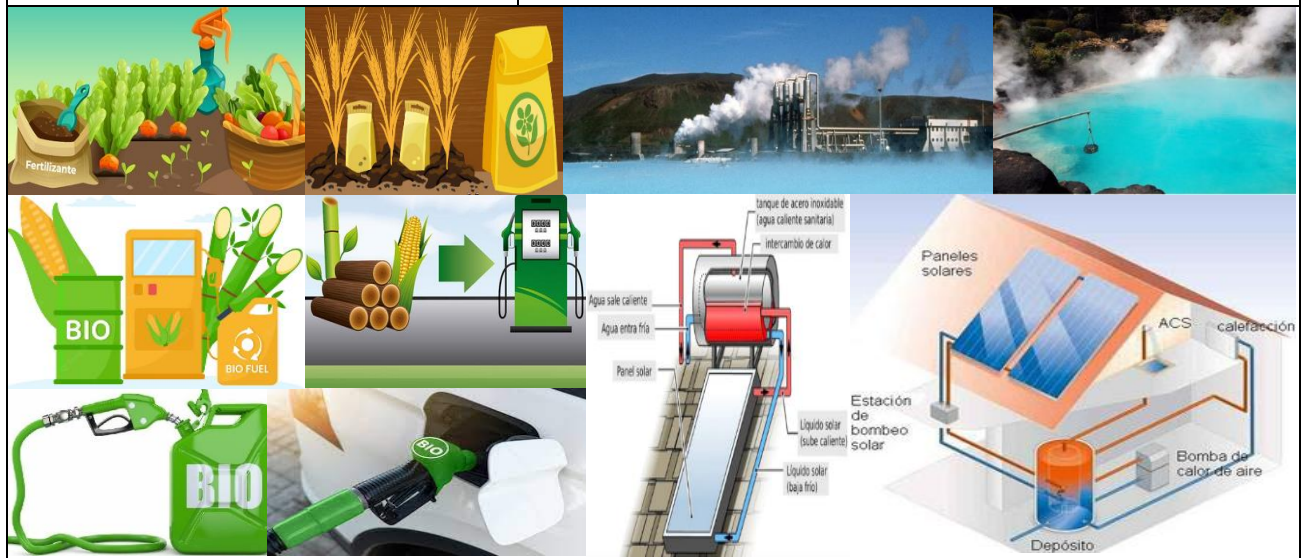
La cadena de valor de las energías renovables comprende la generación de energía eléctrica y comercialización o suministro de esa energía a los usuarios finales, así como la recolección y reutilización de diversa materia orgánica (frutas, vegetales, plantas, entre otras) para realizar la comercialización de combustibles orgánicos, fertilizantes u otros productos, además del uso térmico de las fuentes renovables para actividades cotidianas o recreativas en hogares e industrias.

A continuación, se muestra en el siguiente esquema la cadena de valor de las energías renovables:



Generación de energía eléctrica

Comercialización y Suministro de energía eléctrica



Otros usos diversos y/o recreativos de las energías renovables

Al igual que acontece con el sector eléctrico, los conceptos de Seguridad Industrial y Operativa tampoco se encuentran establecidos o desarrollados en la legislación aplicable al sector de las energías renovables. Máxime lo anterior, la falta de claridad normativa en la materia no significa que las personas encargadas de desarrollar actividades correspondientes al sector de las energías renovables sean libres de incumplir con las estrategias, medidas y acciones de seguridad al momento de ejecutar sus proyectos o actividades dentro de éste sector energético.

Dentro del sector de las energías renovables, la supervisión y, en su defecto, las sanciones derivadas del incumplimiento a los instrumentos regulatorios en materia de Seguridad Industrial y Operativa están a cargo de la PROFEPA, tal y como sucede en el sector eléctrico. Siendo reiterativos en la carencia de atribuciones legales por parte de la mencionada institución para regular *exprofeso*, respecto a la Seguridad Industrial y Operativa en el desarrollo de actividades del sector de las energías renovables.

Como hemos venido refiriendo en los puntos relativos a los proyectos derivados de los sectores hidrocarburos y eléctrico, las facultades regulatorias en materia de seguridad ocupacional o en el trabajo están a cargo de la STPS, especificando que dicha institución también regula el mantenimiento de las instalaciones eléctricas donde se ocupen energías renovables, así como las condiciones de seguridad de las mismas, incluyendo lo relacionado con el equipo de protección personal que deben utilizar los trabajadores en el sector de las energías renovables, ya sea para proyectos de generación de energía eléctrica o de usos diversos y/o recreativos de las energías renovables. Estas atribuciones de seguridad mencionadas son distintas a las relativas a la Seguridad Industrial y Operativa, así como las que facultan a otras autoridades a nivel municipal, estatal y federal en materia de salud y prevención de enfermedades, seguridad ciudadana, entre otras.

Dando continuidad al párrafo anterior, para los proyectos del sector de las energías renovables enfocados en la generación, comercialización y suministro de energía eléctrica, dentro de la legislación aplicable a dicha materia, de la misma forma que en el sector eléctrico, la SENER, la CRE y el CENACE cuentan con atribuciones

legales para regular, supervisar y sancionar las irregularidades en materia de seguridad energética, energía de despacho, entre otros. Asimismo, la SEMARNAT cuenta con atribuciones para regular y la PROFEPA para supervisar, respectivamente, en lo relativo a temas de seguridad ambiental, cuestiones de bioseguridad, entre otras, previstas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGPA), Ley General de Cambio Climático (LGCC) y la Ley de Transición Energética (LTE).

La Seguridad Industrial y Operativa aplicadas a las actividades derivadas del sector de las energías renovables poseen características únicas que repercuten y cobran mayor auge en la protección ambiental. Situación que resulta evidente porque los recursos naturales son el principal motor para realizar las actividades en dicho sector. En este sentido, las medidas de Seguridad Industrial y Operativa de este sector deben poner un mayor énfasis en la protección regulatoria y fáctica al medio ambiente y sus recursos naturales.

Las medidas y acciones de seguridad en el sector de las energías renovables

Las medidas de seguridad relativas a la energía solar o fotovoltaica abarcan desde el aspecto personal, pasando por el material y hasta el del entorno ambiental, es decir, contempla la protección de trabajadores, instalaciones y sitios o áreas naturales donde se instalan los insumos para la producción de energía.

Para evitar daños al personal de trabajo de las instalaciones solares, se debe priorizar el uso de cascos protectores, gafas y guantes para la medición de la densidad y reposición de electrolito, cuerdas y arneses de sujeción para evitar caídas, entre otros equipos de seguridad personal. Asimismo, durante el montaje, funcionamiento y utilización de materiales, equipos e instalaciones, es necesario evitar cualquier deterioro o daño material de los elementos de la instalación fotovoltaica (placas solares, inversores, baterías solares, cableado, estructura, entre otros). En cuanto a la parte eléctrica, las medidas de protección comprenden el uso

de fusibles magneto-térmicos y descargadores de tensión adecuados contra daños o deterioros provocados por sobretensiones, cortocircuitos y sobrecargas. Respecto a la parte no eléctrica de las instalaciones, se debe tener en cuenta que el anclaje y sujeción de los paneles fotovoltaicos deben ser adecuados, pudiendo soportar la carga máxima posible del viento. También es de vital importancia no caminar sobre los paneles para evitar micro-roturas de las células inmersas en estos²⁶⁵.

El uso de los sistemas de energía solar se ha incrementado gracias a que se trata de una fuente renovable, limpia, eficaz, fácil de trabajar y manipular. A pesar de todas estas ventajas, ningún trabajador se encuentra exento de sufrir afectaciones al realizar estas instalaciones o de darles mantenimiento. Lo primero es identificar las condiciones de peligro y sus respectivas situaciones de riesgo al momento de gestionar proyectos fotovoltaicos, destacando entre los riesgos más relevantes los siguientes: **A) Quemaduras térmicas.**- Al trabajar con una inmensa gama de calor, se pueden producir quemaduras térmicas por el contacto con objetos calientes. **B) Descargas eléctricas.**- Las instalaciones solares producen electrones que generan corriente eléctrica y si una persona se acerca al sistema en un momento incorrecto sin aplicar las medidas de seguridad correspondientes, puede formar un arco eléctrico que se descargue en su cuerpo y le ocasione espasmos, parálisis o lesiones. **C) Caídas.**- Este riesgo puede presentarse cuando se trabaja en techos o tejados sin contar con la protección adecuada²⁶⁶.

Con la finalidad de contrarrestar los riesgos previamente descritos, es indispensable implementar una serie de medidas de seguridad que hagan frente a esos riesgos y los puedan controlar, destacando entre ellas el contar con sistemas de barandillas que permitan a los trabajadores sostenerse en caso de requerir manipular o realizar el mantenimiento de la instalación fotovoltaica en lugares altos, para evitar caídas, así como tener sistemas de redes de seguridad que logren optimizar el control

²⁶⁵ Cfr. Alonso Lorenzo, José Alfonso, (08 de febrero de 2019), *Medidas de seguridad en instalaciones fotovoltaicas*, recuperado de <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/seguridad-en-sistemas-de-energia-solar-fotovoltaica/>

²⁶⁶ Cfr. Ramírez Segura, Nayaret Belén, (s.a), *Medidas de seguridad para realizar instalaciones fotovoltaicas*, recuperado de <https://aprende.com/blog/oficios/energia-solar/medidas-de-seguridad-para-realizar-instalaciones-fotovoltaicas/>

automático de la instalación, entre otras medidas indispensables para aminorar los riesgos latentes en el desarrollo de actividades solares o fotovoltaicas²⁶⁷.

Al respecto, se muestran las siguientes imágenes:



Referencia Cibergráfica²⁶⁸



Referencia Cibergráfica²⁶⁹

Respecto a la energía eólica, sus medidas de seguridad consisten principalmente en identificar los procesos críticos utilizados en la construcción, mantenimiento y demolición de aerogeneradores, especialmente en lo relativo a los sitios donde se ejecutan los trabajos de las actividades eólicas. Los riesgos más representativos en esta actividad suelen ser: los trabajos en las alturas; la intemperie; interactuar con la electricidad; el montaje mecánico de componentes de gran tamaño; instalación y descargas de aerogeneradores y sus componentes, como la góndola, la torre y el rotor. En razón de análisis y evaluación de los riesgos antes mencionados, es

²⁶⁷ Cfr. *Ídem*.

²⁶⁸ Recuperado de <https://www.lenergygroup.com/tag/consultores-energeticos/>

²⁶⁹ Recuperado de <https://www.semana.com/contenidos-editoriales/la-nueva-era-de-las-renovables/articulo/la-empresa-epm-comprometida-en-reducir-las-emisiones-de-co2/564837/>

fundamental aplicar medidas de seguridad que administren y controlen esos riesgos, a modo de prevenir incidentes y accidentes²⁷⁰.

El primer paso en este tipo de actividades es conocer en qué estado real se encuentran los aerogeneradores, para que, a través de la inspección a los mismos, se pueda informar técnicamente de los daños, así como prevenir problemas futuros. Es muy importante mantener las palas en buen estado, ya que de eso depende el buen funcionamiento de los aerogeneradores; de esta manera pueden evitarse daños estructurales que provoquen la rotura de las mismas palas o incluso desestabilizar el rotor o la torre. Una vez inspeccionados los aerogeneradores y detectadas sus posibles afectaciones, se debe diseñar e implementar un plan de mantenimiento con una propuesta de mejora para los aerogeneradores. Los daños que nos podemos encontrar en las palas pueden estar causados por sobrecarga, envejecimiento y desgaste, transporte e instalación, impacto de rayos, reparaciones mal ejecutadas, vibración por pala desequilibrada, error en el diseño y producción, entre otros factores²⁷¹.

Posterior a lo anterior, es importante realizar la medición de voltaje y secuencia de fase para la verificación de la seguridad funcional del sistema eléctrico, asegurándose que los fusibles, así como los dispositivos de protección y control unipolares, sólo estén conectados al conductor de fase y que los cables y alambres se hayan conectado correctamente al equipo eléctrico operativo, haciendo necesario verificar la polaridad del voltaje de entrada del sistema antes de la puesta en marcha inicial²⁷².

Asimismo, se debe llevar a cabo la medición de continuidad en cables mediante el ensayo de resistencia de conductores de protección, conductores de potencialidad

²⁷⁰ Cfr. Centro de Desarrollo Profesional y Capacitación para el Empleo de la Universidad de Wisconsin Oshkosh, (2011), *Salud y Seguridad en la Energía Eólica*, pp. 6-7, recuperado de https://www.osha.gov/sites/default/files/2018-12/fy10_sh-21009-10_Cuaderno_del_Participante.pdf

²⁷¹ Cfr. Espai Vertical, (s.a.), *Mantenimiento de turbinas eólicas*, recuperado de <https://espaivertical.com/servicios/mantenimiento-de-turbinas-eolicas/>

²⁷² Cfr. Kainos Gossen Española, (s.a.), *Medidas de seguridad en turbinas de energía eólica*, recuperado de <https://kainos.es/medidas-seguridad-turbinas-energia-eolica/>

y, en su caso, partes conductoras, con el fin de verificar el cumplimiento de los requisitos de ruptura y apagado automático de la alimentación²⁷³.

Finalmente, es sustancial efectuar la medición de la resistencia de aislamiento para verificar el buen funcionamiento y cumplimiento del rendimiento prometido en el caso de una nueva instalación o aprobación de un sistema eléctrico. Una buena resistencia de aislamiento garantiza un funcionamiento seguro, eficiente y sin pérdidas de los sistemas eléctricos y, al mismo tiempo, es un medio eficaz de prevención de incendios. La medición del aislamiento se realiza en estado libre de tensión y, por regla general, en el punto de alimentación del sistema²⁷⁴.

Al respecto, se muestran las siguientes imágenes:



Referencia Cibergráfica²⁷⁵



Referencia Cibergráfica²⁷⁶

En las actividades de la energía geotérmica, las medidas de seguridad son más amplias y complejas que en otros tipos de energías renovables, debido a las condiciones físicas y químicas de los yacimientos geotérmicos. Los proyectos de actividades geotérmicas llevan consigo potenciales impactos ambientales y

²⁷³ Cfr. *Ídem*.

²⁷⁴ Cfr. *Ídem*.

²⁷⁵ Recuperado de <https://www.induambiente.com/especial/energia/viento-seguro>

²⁷⁶ Recuperado de <https://mexicoenergyllc.com.mx/es/blogs/mexico-energy-insights/keys-to-success-for-wind-energy-in-mexico>

sanitarios que pueden afectar al medio ambiente, en particular a la degradación de la tierra y contaminación a los recursos naturales, así como daños a la salud de las personas trabajadoras en estas actividades geotérmicas²⁷⁷.

Uno de los principales riesgos de esta actividad implica la exposición a gas de ácido sulfhídrico, mismo que puede darse durante el vertido extraordinario de fluidos geotérmicos como consecuencia de fallos en las tuberías y labores de mantenimiento en espacios reducidos, como lo son las tuberías, turbinas y condensadores. La importancia del riesgo que supone el ácido sulfhídrico puede variar en función de la ubicación y formación geológica propia de las instalaciones²⁷⁸.

Con el objetivo de controlar el riesgo antes descrito, dentro de las medidas de seguridad a implementar, se requiere instalar sistemas de seguimiento y alerta de ácido sulfhídrico. El número y la ubicación de monitores se determinarán sobre la base de una evaluación de las ubicaciones de las plantas más propicias para la emisión de ácido sulfhídrico y la exposición ocupacional. Además, se debe elaborar un plan de emergencia para los vertidos de ácido sulfhídrico, incluyendo todos los aspectos relativos a la evacuación y la vuelta a las operaciones normales; proporcionar equipos de respuesta ante emergencias en las instalaciones, monitores personales de ácido sulfhídrico, aparatos respiratorios autónomos y suministro de oxígeno de emergencia; como también capacitar sobre el uso seguro y efectivo de los mismos a los trabajadores que se encuentren en áreas con alto riesgo de exposición. Por último, instalar sistemas de ventilación adecuados para los edificios ocupados que eviten la acumulación de gas de ácido sulfhídrico²⁷⁹.

²⁷⁷ Cfr. Banco Mundial BIRF-AIF, (12 de junio de 2019), *La promoción de la igualdad de género en el sector de la energía geotérmica puede propiciar un crecimiento inclusivo*, recuperado de <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2019/06/12/promoting-gender-equality-in-the-geothermal-sector>

²⁷⁸ Cfr. Corporación Financiera Internacional, (30 de abril de 2017), *Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para la generación de energía geotérmica*, pp. 6-7, recuperado de <https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/1562a259-a91c-4aea-8126-927b966224d9/0000199659ESes%2BGeothermal%2BPower%2BGeneration.pdf?MOD=AJPERES&CVID=nPtgPH1>

²⁷⁹ Cfr. *Ídem*.

Otro riesgo a considerar es la exposición al calor que se produce durante las actividades de construcción, al igual que durante la operación y mantenimiento de tuberías, pozos y equipos calientes asociados. La exposición no rutinaria abarca los posibles reventones accidentales producidos durante las labores de perforación, así como el mal funcionamiento de la contención de vapor y las instalaciones de transporte²⁸⁰.

Entre las medidas de prevención y control recomendadas en relación con el riesgo de la exposición al calor destacan: reducir el tiempo requerido para trabajar en entornos a elevadas temperaturas y garantizar el acceso al agua potable; proteger las superficies donde los trabajadores entren en contacto con equipos calientes, incluidos los equipos generadores, conductos, entre otros; usar los equipos de protección personal adecuados, incluidos guantes y calzado aislante; implementar los procedimientos de seguridad adecuados durante el proceso de exploración y perforación de pozos²⁸¹.

Por último, las fuentes de ruido en las instalaciones de generación de energía geotérmica están principalmente relacionadas con la perforación de pozos, la expansión instantánea del vapor y la ventilación. Otras fuentes pueden ser los equipos relacionados con las plantas de bombeo, turbinas y actividades de purga de las tuberías. Los niveles temporales de ruido pueden exceder los niveles adecuados de decibelios (dB) y decibelios ponderados (dBA) durante ciertas actividades de perforación y ventilación de vapor. Ante esta situación de riesgo, como medida de seguridad, deben aplicarse tecnologías de reducción del ruido, mismas que incluyen el uso de amortiguadores de piedra, aislamiento sonoro y barreras durante las labores de perforación, además de los silenciadores en los equipos instalados en las plantas de procesamiento del vapor²⁸².

Al respecto, se muestran las siguientes imágenes:

²⁸⁰ Cfr. *Ídem*.

²⁸¹ Cfr. *Ibidem*, pp. 7-8.

²⁸² Cfr. *Ídem*.



Referencia Cibergráfica²⁸³



Referencia Cibergráfica²⁸⁴

Para activar medidas de seguridad consistentes en las actividades de energía hidroeléctrica, se tienen que efectuar previamente diferentes escenarios de riesgo que consideren las características de las estructuras geológicas del área natural donde se encuentra la central hidroeléctrica, las condiciones del sistema hidroeléctrico, los principales riesgos derivados del desarrollo de actividades, entre otros, para que en una etapa posterior se implemente un sistema de gestión de riesgos, haciendo uso de metodologías y acciones de seguridad a ejecutar en cada proceso o etapa que integran las actividades hidroeléctricas²⁸⁵.

Esas metodologías y acciones de seguridad deben tomar en consideración los peligros naturales (geológicos, geotécnicos, hidrológicos, meteorológicos, sísmicos, entre otros), así como sus respectivos riesgos, principalmente la forma en que estos interactúan con los diversos procesos, componentes y estructuras de una central hidroeléctrica²⁸⁶.

²⁸³ Recuperado de <https://poetasfamososdenicaragua.wordpress.com/los-volcanes-y-la-energia-geotermica/>

²⁸⁴ Recuperado de <https://diarioelsalvador.com/lageo-continua-con-el-mantenimiento-de-pozos-geotermicos/100333/>

²⁸⁵ Cfr. Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias, (23 de octubre de 2012), *Evaluación, análisis y gestión de riesgos en centrales hidroeléctricas*, recuperado de <https://www.gob.mx/ineel/prensa/evaluacion-analisis-y-gestion-de-riesgos-en-centrales-hidroelectricas>

²⁸⁶ Cfr. *Ídem*.

Las centrales hidroeléctricas deben tener sistemas de seguridad ante fallas de tipo mecánico, eléctrico, hidráulico y térmico. El objetivo de que existan estos sistemas se basa en la búsqueda de modelos que permitan ubicar, aislar y atender el equipo de manera rápida. Los sistemas de seguridad utilizan relés que detectan las variables eléctricas, además de sensores de temperatura, presión y nivel, así como contactos mecánicos operados por fuerza centrífuga, entre otros. Aunado a estos sistemas de seguridad de protección, también se pueden utilizar de manera complementaria detectores de vibración que monitorean secciones en los ejes de la turbina y generador. Estos detectores son ideales para comprobar rápidamente las vibraciones en piezas, máquinas e instalaciones; sensores de nivel y monitoreo de equipos, para dar alarma, disparo o controlar la entrega de potencia de la turbina, dependiendo de los calores límites, columna de agua y descarga; sensores integrados al sistema de protección dentro del sistema de lubricación, álabes, directrices, transformadores, enfriamiento, sistema de drenaje de la central; indicadores de alarma, para advertir al personal encargado de la central ante la presencia de alguna situación adversa; entre otras medidas adicionales de seguridad²⁸⁷.

Al respecto, se muestran las siguientes imágenes:

²⁸⁷ Cfr. Quintero Santos, María José y Edgardo Cerrato, Carlos, (junio de 2018), *Métodos Preventivos para un funcionamiento Seguro y Eficaz en las Centrales Hidroeléctricas*, recuperado de https://www.researchgate.net/publication/327971063_Metodos_Preventivos_para_un_funcionamiento_Seguro_y_Eficaz_en_las_Centrales_Hidroelectricas



Referencia Cibergráfica²⁸⁸

Referencia Cibergráfica²⁸⁹

Por otra parte, las medidas de seguridad referentes a la energía mareomotriz u oceánica versan particularmente en la protección para la maquinaria o elementos industriales que son vitales para el desarrollo de estas actividades, toda vez que las condiciones naturales del mar, como la sal, corroe a dicha maquinaria; además de que la fuerza de las olas puede ser bastante agresiva para las instalaciones y sus componentes, entre otras complicaciones o riesgos propios de los cuerpos acuáticos. Esto sin dejar de lado las medidas de seguridad que protejan a los trabajadores de este tipo de instalaciones y al medio ambiente donde se realizan las actividades mareomotrices u oceánicas²⁹⁰.

Las medidas de seguridad de estas actividades deben incluir la descripción geomorfológica de las costas, detectando zonas con mayor potencial de dificultades físicas o naturales para desarrollar las mismas. Además, en aras de la protección a

²⁸⁸ Recuperado de <https://www.eersa.com.ec/site/2019/01/24/mantenimientos-en-centrales-hidroelectricas-de-la-eersa-aseguran-su-operacion/>

²⁸⁹ Recuperado de <https://www.celec.gob.ec/gensur/index.php/230-hidronacion-realiza-mantenimiento-de-la-unidad-2-y-3-de-la-central-marcel-laniado-de-wind>

²⁹⁰ Cfr. Martínez, Ma. Luisa y Silva, Rodolfo, (s.a.), *Energía del océano como alternativa*, recuperado de <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/ct-menu-item-27/17-ciencia-hoy/948-energia-del-oceano-como-alternativa>

los elementos naturales, se deben analizar la flora y fauna, con el objeto de identificar las zonas de alta vulnerabilidad a los cambios generados por la instalación de la maquinaria o dispositivos generadores de energía y su impacto en el ambiente²⁹¹.

Esas medidas de seguridad también deben ponderar el correcto manejo del agua, ya que al ser un elemento conductor de electricidad e interactuar en todo momento con las instalaciones y con los trabajadores se debe tener mayor precaución, priorizando el uso de materiales y equipo de protección aislantes, así como tecnologías y mecanismos que eviten incidentes y accidentes tales como cortocircuitos, electrocuciones, quemaduras, entre otros.

Al respecto, se muestran las siguientes imágenes:



Referencia Cibergráfica²⁹²

²⁹¹ Cfr. *Ídem*.

²⁹² Recuperado de <https://www.centronaval.org.ar/boletin/BCN847/847-GIANOLA-OTAMENDI.pdf>



Referencia Cibergráfica²⁹³

Finalmente, dentro de las medidas de seguridad de las actividades de bioenergía o biomasa destacan el implementar sistemas de detección y extinción de incendios, con la finalidad de evitar, en la medida de lo posible, grandes afectaciones ante la materialización de incidentes y accidentes durante el desarrollo de estas actividades derivadas del uso de la bioenergía.

Primariamente, se debe prever que la biomasa como recurso energético puede clasificarse en biomasa natural, residual y de cultivos energéticos, lo que permite el uso de diferentes materias primas para que sean transformadas en combustible, calor o electricidad; de ahí la relevancia del control de incendios que deben tener las medidas de seguridad para estas actividades, debido a la inflamabilidad de la materia orgánica, siendo esta condición el principal riesgo de las mismas²⁹⁴.

²⁹³ *Ídem.*

²⁹⁴ Cfr. Prefire, (s.a.), *Protección contra incendios en plantas de biomasa*, recuperado de <https://www.prefire.es/hub/2013/07/proteccion-contra-incendios-en-plantas-de-biomasa/>

Desde el punto de vista de peligrosidad, las plantas o instalaciones donde se trabaje con biomasa (granos, estiércol, aprovechamiento de aceites, entre otros) conllevan situaciones de riesgo de explosión, debido a la gran concentración de producto y a las continuas reacciones que se producen por la fricción entre la propia materia, gases liberados, fricción de componentes de desplazamiento que elevan las temperaturas, entre otros. Para este tipo de instalaciones es indispensable implementar sistemas de protección contra incendios, que a su vez estén integrados por equipos de detección de activación térmica, además de equipos de extinción mediante agua pulverizada. Estos sistemas se combinan con otros de extinción manual, como bocas de incendio, hidrantes, monitores, entre otros²⁹⁵.

Asimismo, para preservar la seguridad de las personas, instalaciones y medio ambiente en el desarrollo de las actividades de biomasa, es recomendable poner en práctica elementos de prevención, como el uso de sensores de temperatura enclavados a paros instantáneos de la instalación (la temperatura es un parámetro de suma importancia que puede indicar si existe un problema como un conato de incendio o explosión, derivado de la formación de partículas de producto incandescente que representen un problema para el resto de los equipos conectados); uso de materiales antiestáticos para evitar la acumulación de cargas estáticas (estas pueden ser capaces de causar la ignición de una nube de polvo formada en el interior si la energía acumulada es suficiente); la puesta a tierra de todos los elementos para evitar la acumulación de cargas, asegurando que todos los elementos estén correctamente conectados a la toma de tierra; entre otras medidas preventivas.²⁹⁶

Por último, las medidas de seguridad de actividades derivadas del uso de la bioenergía también están inmersas en los hogares de múltiples familias, ya que en algunos de esos hogares se usan “calderas de pellets”, que son instalaciones de chimeneas que funcionan con biomasa. Dentro de las medidas de seguridad para

²⁹⁵ Cfr. *Ídem*.

²⁹⁶ Cfr. Martín, Javier, (24 de enero de 2012), *La biomasa y la protección contra explosiones en instalaciones ATEX*, recuperado de <https://www.interempresas.net/Quimica/Articulos/60607-La-biomasa-y-la-proteccion-contra-explosiones-en-instalaciones-ATEX.html>

estas instalaciones, la conexión eléctrica debe ser efectuada por una persona que tenga la competencia y certificación correspondientes. Una instalación o reparación inadecuada puede causar un shock eléctrico letal. Por este motivo es muy importante que siempre se desconecte el sistema de la red eléctrica antes de iniciar el mantenimiento y/o la reparación. Una vez que la caldera esté en funcionamiento, no se deben tocar las puertas de la misma, debido a que almacenan demasiada temperatura y, al entrar en contacto sin las debidas medidas de seguridad o equipo de protección personal, pueden causar daños a las personas, tales como quemaduras²⁹⁷.

Al respecto, se muestran las siguientes imágenes:



Referencia Cibergráfica²⁹⁸

Referencia Cibergráfica ²⁹⁹

²⁹⁷ Cfr. Biokima, (s.a.), Todas las medidas de seguridad que tenemos que adoptar con nuestra caldera, recuperado de <https://biokima.com/todas-las-medidas-de-seguridad-que-tenemos-que-adoptar-con-nuestra-caldera/>

²⁹⁸ Recuperado de <https://www.publico.es/sociedad/objetivo-aprovechar-toneladas-residuos-agricolas-producir-energia.html>

²⁹⁹ Recuperado de <https://www.portafolio.co/economia/norma-busca-ajustar-mezcla-de-etanol-y-biodiesel-al-10-560226>

Las energías renovables antes explicadas son las más conocidas y desarrolladas a nivel mundial, bajo reserva de considerar que a futuro puede haber nuevas clasificaciones de proyectos y actividades derivados de nuevas fuentes renovables.

Por lo anterior, las estrategias, medidas y acciones de seguridad aplicadas al desarrollo de actividades y sus respectivos procesos, procedimientos o fases que integran a las mismas en el sector de las energías renovables son indispensables para salvaguardar a las personas, instalaciones y al medio ambiente.

Como hemos venido desarrollando en los puntos anteriores, denotamos que una buena gestión en las estrategias, medidas y acciones de seguridad deriva en una protección íntegra del medio ambiente, sin dejar de lado el cuidado de las personas e instalaciones.

La conjunción de los conceptos de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente, mejor conocida en el argot del sector hidrocarburos como “SISOPA”, deber ser replicada en el desarrollo de todas las actividades pertenecientes a la industria energética, bajo el argumento de priorizar la seguridad, siendo esta la piedra angular que garantiza el éxito de cada proyecto energético, brindando a la par una adecuada protección para las personas, instalaciones y medio ambiente. Todo esto al amparo de la más eficiente regulación en la materia de SISOPA, que a su vez otorgue certidumbre técnica y legal para autoridades, sujetos obligados, participantes en general y usuarios o consumidores de la industria energética.

Lo idóneo es que la SISOPA de la industria energética quede a cargo de una sola institución gubernamental, con el objetivo de homologar el marco normativo y hacer más sólidos los aspectos de seguridad y su respectivo cumplimiento en todas las actividades de la industria energética, es decir, dentro del desarrollo de actividades de los sectores hidrocarburos, eléctrico y energías renovables.

Otra de las propuestas que formulamos versa respecto al estatus como institución que posee la ASEA en la actualidad, debiendo modificar su naturaleza jurídica para dejar de ser un órgano administrativo desconcentrado de la SEMARNAT y

convertirse en el tercer Órgano Regulador Coordinado en Materia Energética (ORCME), tal y como aconteció con la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH) y la CRE, que en su momento fueron órganos administrativos desconcentrados de la SENER y, a raíz de la reforma energética de 2013, el legislador los dotó de esta nueva investidura legal de ORCME, creando así un concepto *sui generis* dentro del esquema que conforma a la Administración Pública Federal. Finalmente, sería conveniente que los ORCME a futuro puedan llegar a tener el estatus de Órganos Constitucionales Autónomos, logrando con esto: fortalecer su normatividad y, por ende, sus atribuciones legales, una mayor independencia en sus actuaciones, entre otros aspectos. Lo anterior con el objetivo de aumentar el sistema de pesos y contrapesos institucionales que debe imperar en el sector energético.

Con estos cambios o ajustes legislativos sugeridos, la PROFEPA debería enfocarse en la seguridad y protección ambiental en otras industrias y dejar exclusivamente a la ASEA en apego de sus atribuciones legales, encargándose de la regulación, supervisión, inspección y vigilancia en materia de SISOPA en las actividades de toda la industria energética. Apoyándose, para tales efectos, de los mecanismos y sistemas de seguridad utilizados actualmente en el sector de los hidrocarburos, como el ARSH, SASISOPA, entre otros, que deben ser adecuados y aplicados a las condiciones de peligro y situaciones de riesgo propias de las energías renovables.

CAPÍTULO III. MEDIO AMBIENTE Y ENERGÍA

3.1 El Medio Ambiente y las Energías Renovables

Históricamente, el ser humano siempre se ha tenido que proteger de todo tipo de adversidades, incluyendo los peligros y sus respectivos riesgos que se presentan en toda actividad que este realiza, procurando la seguridad de su bienestar físico primordialmente. Con el paso del tiempo esta protección que antepuso el ser humano para sí mismo, tuvo que ampliar su aplicación y con ello, procurar también la seguridad de otros elementos como el medio ambiente en el que el ser humano se desarrolla³⁰⁰.

A lo largo de la historia y evolución del ser humano y sus actividades, se ha ido infravalorando y descuidando la protección ambiental, hemos abusado del uso de energías, sustancias, materiales, entre otros, mismos que desgastan al medio ambiente y los recursos naturales que este nos proporciona.

Es importante atender la idea de que el ser humano es un elemento más que forma parte del ambiente, este ambiente es aquello que rodea a cualquier organismo y está en contacto perpetuo con él, influenciándose mutuamente. Este ambiente cuenta con características diversas y únicas en cada sitio del planeta Tierra (ecosistemas). Ese medio y su ambiente presente en cada parte de nuestro planeta brindan a cada organismo vivo los insumos necesarios para su existencia y les permite hacer uso de los recursos naturales para su metabolismo y evolución, así como otorgar los elementos necesarios para el desarrollo de sus actividades³⁰¹.

³⁰⁰ Cfr. Letayf Acar., Jorge y González González Carlos, *Seguridad, higiene y control ambiental*, México, McGraw-Hill, 1996, p. 7.

³⁰¹ Cfr. Sevilla, María Luisa, *Temas ecológicos*, México, Consejo editorial del Instituto Politécnico Nacional, 1977, pp. 13 y 16.

El medio ambiente es un sistema conformado por elementos naturales y artificiales que están interrelacionados y que son modificados por la acción humana, se trata del entorno que condiciona la forma de vida del ser humano, incluye valores naturales, sociales y culturales que existen en un lugar y momento determinados. El medio ambiente integra un conjunto de componentes físicos, químicos, biológicos, no se trata sólo del espacio en el que se desarrolla la vida, sino que también comprende factores naturales, sociales y culturales existentes en un territorio³⁰².

El medio ambiente es el espacio en el que se desarrolla la vida de los distintos organismos favoreciendo su interacción, en él se encuentran tanto seres vivos como elementos sin vida y otros creados por la mano del hombre. Dentro de los primeros, agrupados bajo la denominación de factores bióticos, forman parte —además del ser humano y del resto de animales— toda la flora del planeta junto a los hongos y a pequeños organismos que cumplen funciones esenciales para el sostenimiento de la vida, y cuyo principal representante son las bacterias. En cuanto a los elementos sin vida, conocidos como factores abióticos, son esenciales para la subsistencia de los organismos vivos y conforman el espacio físico del ambiente, siendo los componentes básicos del ecosistema, es decir, el agua, el aire, el suelo, entre otros. En cuanto a los artificiales, creados por el ser humano, cabe destacar las tradiciones, la urbanización o la cultura. La suma de todos conforma el medio ambiente³⁰³.

Jurídicamente, el medio ambiente es un concepto indeterminado que, dada su naturaleza adaptativa a las condiciones del entorno y que en ocasiones requiere actualización e investigación científica, se encuentra en constante modificación y actualización. Es, por tanto, un concepto en constante evolución y cambio. Asimismo, el medio ambiente es un concepto íntimamente ligado al ser humano, ya

³⁰² Cfr. Editorial RSyS, (08 de enero de 2022), *Medio ambiente: qué es, definición, características, cuidado y carteles*, recuperado de <https://responsabilidadsocial.net/medio-ambiente-que-es-definicion-caracteristicas-cuidado-y-carteles/>

³⁰³ Cfr. BBVA Communications, (s.a.), *¿Qué es el medioambiente y por qué es clave para la vida?*, recuperado de <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-el-medioambiente-y-por-que-es-clave-para-la-vida/>

que la protección del medio ambiente tiene por finalidad la protección del hombre y su supervivencia como especie³⁰⁴.

Dentro de la legislación ambiental mexicana, en específico en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), el 'ambiente' se define como el conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados³⁰⁵.

El medio ambiente, adicional a la presencia de seres vivos, tiene inmerso factores físicos como la temperatura, humedad, suelo, así como elementos químicos presentes en diversos recursos naturales, incluso en la composición de los factores físicos antes citados³⁰⁶.

De los componentes del medio ambiente antes descritos, resaltan para el desarrollo de la vida como hoy la conocemos, los climáticos (temperatura, humedad, radiación solar, entre otros); los elementos de naturaleza química (minerales, suelo, agua, entre otros); y los elementos bióticos (seres vivos — incluyendo el factor humano, de ahí la acepción de 'entorno humano', para connotar que el hombre hace parte del ambiente; animales; plantas; hongos; protoctistas y móneras—), principalmente³⁰⁷.

Dentro de los componentes del medio ambiente, la atmósfera es el más importante para permitir la existencia de vida humana, la misma está conformada por gases cuya mezcla se distribuye de la siguiente forma: Nitrógeno (78.09%), Oxígeno (20.45%), Argón (0.93%), Bióxido de carbono (0.032%), Neón (0.0018%) y otros como el Helio, Metano, Kriptón, Óxido de nitrógeno, Hidrógeno y Xenón (0.4962%). Estos porcentajes refieren a una atmósfera limpia, cuando la misma se ve alterada por la modificación al porcentaje de esos gases o la adición de otros gases y

³⁰⁴ Cfr. CEUPE Magazine, (s.a.), *¿Qué es el derecho ambiental?*, recuperado de <https://www.ceupe.com/blog/que-es-el-derecho-ambiental.html>

³⁰⁵ Cfr. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, art. 3°, fr. I, 2023, México.

³⁰⁶ Cfr. Clarke, George L., *Elementos de ecología*, 7ª ed., trad. de Miguel Fusté, España, Ediciones Omega, 1980, p. 19.

³⁰⁷ Cfr. Bulla Romero, Jairo Enrique, *Derecho ambiental & estatuto sancionatorio*, Colombia, Ediciones Nueva Jurídica, 2012, p. 67.

partículas sólidas, los cambios que esta experimenta ocasionan severos daños a la salud de los seres vivos que habitamos en el planeta³⁰⁸.

Todo lo relacionado con el medio ambiente es estudiado por la ecología, una disciplina de la biología especializada en los seres vivos y en su interacción con el medio. Cualquier organismo obtiene del medio ambiente el sustento necesario para garantizar su supervivencia, no sólo alimento, sino también, refugio, aire, agua o energía. Por ello, mantener el equilibrio del entorno ambiental resulta fundamental para asegurar la vida tal y como se conoce hoy en día.

En el caso de los seres humanos, precisamos del consumo de gran cantidad de recursos naturales para alimentarnos, vestirnos o, incluso, para fabricar herramientas y otros productos que luego utilizamos en nuestras actividades diarias. Es vital cuidar los ecosistemas al rededor del mundo para hacer sustentable el uso de recursos naturales y evitar su desaparición³⁰⁹.

El cometido de la ecología es comprender las relaciones e interdependencia entre los organismos y sus ambientes respectivos bajo condiciones naturales, además de las influencias ejercidas por agentes externos a ese ambiente, ya sea por la actividad humana u otros factores físicos ajenos al ambiente y organismos iniciales³¹⁰.

En este sentido, la ecología juega un rol importante en la interacción que tienen los integrantes del medio ambiente con ese entorno donde habitan. La ecología es definida como la ciencia que estudia la interdependencia y la interacción entre los organismos vivos -animales y plantas- y su ambiente -seres inorgánicos-. El concepto de ecología con el paso del tiempo se ha extendido más allá de los seres vivos, pues su campo de estudio incluye la relación e interacción que todos los seres (vivos o no) guardan entre sí y con todo lo que existe. La ecología analiza cómo cada elemento de un ecosistema afecta a los demás componentes y su grado de

³⁰⁸ Letayf Acar., Jorge y González González Carlos, *op. cit.*, p. 239.

³⁰⁹ Cfr. BBVA Communications, *op. cit.*, recuperado de <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-el-medioambiente-y-por-que-es-clave-para-la-vida/>

³¹⁰ Cfr. Clarke, George L., *op. cit.*, pp. 16-17.

afectación, además que el término ecología cobra importancia para todos los seres humanos que comienzan a percatarse de que algunas malas prácticas ecológicas de la humanidad en el pasado y en la actualidad, conducen al deterioro de nuestro hábitat³¹¹.

Toda la vida en el planeta y por ende nuestra propia vida, dependen del equilibrio de todos los seres vivos con su medioambiente; en mayor o menor medida, cada ser humano altera drásticamente la vida del planeta al contaminar el aire, los ríos, los mares y la tierra; deforestar los bosques, sobreexplotar los bosques, mares, acuíferos, así como depredar las especies de flora y fauna; todas estas alteraciones realizadas por el ser humano rompen el equilibrio ecológico, y con ello propician a que se eleven las temperaturas, generen fenómenos atmosféricos violentos y desastres tales como sequías, ondas de calor, aumento del nivel del mar, derretimiento de glaciares, desertificación, huracanes e inundaciones, entre otras condiciones climáticas³¹².

Habrà, por tanto, que asumir la responsabilidad de reparar el daño producido a lo largo de siglos derivado del desarrollo de las actividades humanas, sobre todo de las industriales. El mayor desafío que tenemos como humanidad es reducir nuestra huella ecológica, mitigar el impacto que causamos en la naturaleza con nuestra forma de producción, distribución y consumo de bienes, cuya materia prima obtenemos de los recursos naturales que son finitos. Ante tal situación las actividades que llevamos a cabo deben ser sustentables y tender, cuando sea posible, hacia la regeneración, satisfaciendo nuestras necesidades sin poner en riesgo los recursos naturales a futuro, garantizando así la subsistencia de las generaciones venideras”³¹³.

Proteger al medio ambiente implica hacer buen uso de los recursos naturales que nos rodean, de tal forma que el uso de los recursos naturales debe ir aparejado de

³¹¹ Cfr. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, (01 de noviembre de 2021), *Día Mundial de la Ecología. Reducir nuestra huella ecológica, el mayor desafío de sociedades e individuos*, recuperado de <https://www.gob.mx/semarnat/es/articulos/dia-mundial-de-la-ecologia-286942?idiom=es>

³¹² Cfr. *Ídem*.

³¹³ Cfr. *Ídem*.

conciencia a las afectaciones ambientales que generamos de nuestra parte al nuestro entorno ambiental; entendiendo que el aprovechamiento de dichos recursos es vital para nuestro desarrollo de actividades cotidianas, y por ende si lo desgastamos en exceso, a la vez deterioramos nuestra salud y la duradera funcionalidad de nuestras actividades.

Por tal motivo se deben preservar los elementos naturales que permiten que realicemos con plenitud nuestro desarrollo de actividades cotidianas, coadyuvando para este fin, es necesario priorizar el uso de nuevas tecnologías y acciones que ayuden a la conservación del medio ambiente, además de que las mismas en la medida de lo posible permitan la restauración de ecosistemas previamente devastados por la actividad humana.

Los principales actores sociales (la persona en lo individual y la sociedad en lo colectivo), entes gubernamentales (gobiernos) y agentes económicos (compañías) saben que la preservación del medio ambiente y sus elementos naturales es un objetivo y tarea inaplazables para no poner en riesgo las condiciones de vida en el planeta. Ese pensamiento de protección ambiental legitima el compromiso que todos debemos llevar a cabo para mejorar nuestras conductas ambientales y con ello disminuir nuestro impacto negativo a los ecosistemas donde habitamos³¹⁴.

La protección al medio ambiente debe implementarse en toda actividad humana, a través de estrategias, medidas y acciones específicas para la prevención y control de la contaminación, administrando los aspectos e impactos ambientales significativos sobre los cuales se puede tener influencia para no afectar la preservación del medio ambiente.

Esto, con la finalidad de reducir los desequilibrios ecológicos nacidos de las actividades humanas, en especial de las industriales; la presencia de esos desequilibrios ecológicos es un recordatorio para el ser humano, ya sea de forma individual o colectiva, de que las actividades humanas están inmersas en una

³¹⁴ Cfr. García Burgués, Julio, "La política comunitaria en materia de medio ambiente: realizaciones y perspectivas", en García Ferrando, Manuel y Pardo Avellaneda, Rafael (Eds.), *Ecología, relaciones industriales y empresa*, 2ª ed., España, Fundación BBV, 1994, p. 29.

hipoteca ecológica, es decir, que el desarrollo productivo que tenemos a diario se da gracias a ese préstamo o permiso para la ocupación de recursos naturales que nos da el planeta a través de sus ecosistemas. Motivo por el cual es vital dar buen uso a los elementos naturales y preservarlos, a manera de reflexión, no podemos talar un bosque de forma indiscriminada sin que se altere el ecosistema de forma negativa y genere una externalidad a las condiciones naturales del lugar donde habitamos, ya que esa externalidad también nos perjudica debido a esa sinergia existente entre los ecosistemas y los organismos que en ellos se encuentran³¹⁵.

Como ya hemos adelantado, la preservación del medio ambiente de manera inherente implica la protección a los recursos naturales pertenecientes al mismo, el uso de recursos naturales renovables para el desarrollo de actividades del ser humano se ha priorizado en décadas recientes a nivel mundial, esto debido a la necesidad de reducir la huella de carbono del ser humano sobre todo en los sectores industriales o productivos que este realiza.

En otro orden de ideas, la energía es un elemento indispensable en el origen, desarrollo y evolución de todo ser vivo existente en el plante Tierra. Sin energía, la vida y desenvolvimiento de todo ser vivo en cualquier ambiente sería imposible de realizarse.

La energía es una propiedad que se encuentra asociada a los sistemas materiales (agua, hidrocarburos, panel solar, entre otros), gracias a esa propiedad, los cuerpos tienen la capacidad para producir cambios en otros cuerpos o en ellos mismos. Por ejemplo, la gasolina es una sustancia (sistema material) pero no es energía, sin embargo, la gasolina contiene elementos energéticos ya que con ella podemos producir cambios en otros cuerpos, a través de la combustión de ésta, se genera energía para que un automóvil pueda arrancar³¹⁶.

³¹⁵ Cfr. Zagal Arreguín, Héctor y del Castillo M., Enrique, *¿Qué es la ecología? Conservación ambiental, empresa y modernidad*, México, Editorial Minos, 1995, Colección Tiempo Nuevo, No. 7, p. 11.

³¹⁶ Cfr. Fernández Salgado, José Ma., *Tecnología de las energías renovables*, España, AMV ediciones, Mundi-Prensa, 2009, p. 1.

Otro ejemplo de lo anterior, se percibe con el viento; el aire en reposo no tiene la misma energía que el aire en movimiento. Cuando el aire se mueve produce viento, el cual, al entrar en contacto con un molino o una turbina, cambia el estado de movimiento de las aspas, el viento contiene energía cinética, misma que está asociada al movimiento de los cuerpos. Asimismo, la posición de los cuerpos en la Tierra también es una forma de energía denominada energía potencial gravitatoria; la suma de las energías cinéticas y potenciales de un cuerpo se denomina genéricamente como energía mecánica. Aunado a esto, la naturaleza, temperatura y masa de un cuerpo también definen a un tipo energía denominada energía interna. Además, existen otras formas de energía como la radiante, la eléctrica y la nuclear³¹⁷.

Por lo tanto, la capacidad para producir cambios en la energía se manifiesta de muchas formas, ya que dicha energía tiene diferentes orígenes, a partir de los cuales se busca llegar a diferentes estados finales³¹⁸.

La energía es entendida como la capacidad que tienen los cuerpos para producir trabajo: trabajo mecánico, emisión de luz, generación de calor, entre otros. La energía puede manifestarse de distintas formas: gravitatoria, cinética, química, eléctrica, magnética, nuclear, radiante, entre otras; existiendo la posibilidad de que se transformen entre sí, pero respetando siempre el principio de conservación de la energía³¹⁹.

Prácticamente toda la energía de que disponemos proviene del Sol. Este astro produce el viento, la evaporación de las aguas superficiales, la formación de nubes, las lluvias, entre otros fenómenos naturales. Su calor y su luz son la base de numerosas reacciones químicas indispensables para el desarrollo de los vegetales y de los animales, cuyos restos, con el paso de los siglos, originaron los combustibles fósiles como el carbón, petróleo y gas natural³²⁰.

³¹⁷ Cfr. *Ídem*.

³¹⁸ Cfr. *Ídem*.

³¹⁹ Cfr. Schallenberg Rodríguez, Julieta C. *et. al.*, *Energías renovables y eficiencia energética*, España, Instituto Tecnológico de Canarias, INTERREG IIIB, 2008, p. 14.

³²⁰ Cfr. *Ídem*.

Desde el punto de vista de la utilización de la energía, podemos clasificarla en primaria, secundaria y útil:

- **Energía primaria:** Es la que se obtiene directamente de la naturaleza y corresponde a un tipo de energía almacenada o disponible, por ejemplo, el petróleo, el carbón, el gas natural, el uranio y las energías renovables.
- **Energía secundaria** (también conocida como energía final): Se obtiene a partir de transformaciones de la energía primaria. Ejemplos de esta categoría son la electricidad o los derivados de los hidrocarburos como la gasolina.
- **Energía útil:** Es la que obtiene el consumidor después de la última conversión realizada por sus propios equipos de demanda, por ejemplo, la energía mecánica gastada en un motor, la luminosa en una bombilla, entre otras. Algunas energías primarias pasan directamente a energía útil, sin transformarse previamente en energía secundaria, tal es el caso del uso directo de la radiación solar, el viento, las mareas, entre otras³²¹.

La materia y la energía son reconocidos componentes de nuestro universo, la manera en que estos conceptos están integrados y organizados en múltiples territorios de nuestro planeta, repercute en la vida de todo ser vivo y los ecosistemas donde éste habita y se desarrolla, la forma y condiciones de esos ecosistemas varía, es decir, tiene componentes o características ambientales y energéticas particulares. Por ende, la vida, desenvolvimiento y evolución de los seres vivos va en función de los factores ambientales y energéticos que tienen disponibles para tales efectos³²².

Los seres vivos explotan las fuentes energéticas de sus respectivos ecosistemas para existir y autoperpetuarse, creando acumulaciones de materia y energía organizadas³²³.

³²¹ Cfr. *Ibíd*em, p. 17.

³²² Cfr. Margalef López, Ramón, *Teoría de los sistemas ecológicos*, 2ª ed., México, Alfaomega, 2002, p. 89.

³²³ Cfr. Franco López, Jonathan *et. al.*, *Ecología y conservación. Laboratorio y campo*, México, Trillas, 2011, p. 13.

Un ecosistema es definido como la compleja organización natural formada por los seres vivos, es decir la comunidad y el medio físico en el que estos se encuentran, mismos que interactúan de modo constante³²⁴.

El ecosistema refiere a los componentes bióticos y abióticos considerados como un conjunto que está presente en una determinada área geográfica del planeta Tierra. Los ecosistemas experimentan entrada y salida constantes de materia, aunque el aspecto general y las funciones básicas de estos, pueden permanecer sin alteraciones por largos periodos de tiempo. La energía es un elemento indispensable en la vida diaria de un ecosistema, como ejemplo de esto, tenemos al sol como fuente de energía fundamental para la vida de un ecosistema y sostiene la mayor parte de los ecosistemas en los que esta fuente de energía está presente. Asimismo, hay otras fuentes de energía que también son de suma importancia para los ecosistemas, tal es el caso del viento, la lluvia, el flujo de agua o combustibles, por citar algunas³²⁵.

Desde un enfoque donde el factor de la energía es parte sustancial de un ecosistema, su definición se amplía y se entiende al ecosistema como un conjunto formado por la biocenosis y su biotopo, cuando es enfocado desde el, ángulo de la transformación, de la circulación y de la acumulación de energía y de materia. Este es un concepto central de ecología moderna, pues el dominio de los factores de la productividad de los ecosistemas naturales, así como la capacidad de defenderlos contra cualquier tipo de amenaza, aparecen como esenciales para la supervivencia y el desarrollo de la especie humana³²⁶.

De esta forma, la ecología con el paso del tiempo actualizó y amplió su campo de estudio para analizar de fondo el aspecto energético y como éste influye de manera sustancial en la integración de los ecosistemas y con ello las repercusiones que tiene en los organismos que forman parte los mismos.

³²⁴ Cfr. Montané de la Vega, Rodrigo, *Ecología y conservación ambiental*, México, Trillas, 2012, p. 14.

³²⁵ Cfr. Odum, Eugene P., *Ecología peligra la vida*, 2ª ed., trad. de Roberto Palacios, México, Interamericana McGraw-Hill, 1995, pp. 29-30.

³²⁶ Cfr. Acot, Pascal, *Introducción a la ecología*, 3ª ed., trad. de Eva Grosser Lerner, México, Editorial Nueva Imagen, 1982, Serie Ecología y Sociedad a cargo de Vicente Sánchez, p. 27.

Evidentemente, el medio ambiente y con ello sus ecosistemas contienen múltiples sistemas energéticos, ya que cada uno recibe de forma constante la energía de diversas fuentes como el sol, el viento y el mar, principalmente, entre muchas otras fuentes de energía. A su vez, la energía es conceptualizada como todo aquello capaz de producir un trabajo, propiciando la misma su aprovechamiento o explotación para diversos usos o funciones necesarias en los seres vivos, en particular de los seres humanos para que estos puedan desarrollar sus vidas de manera plena. Por ejemplo, la fuerza de gravedad ejercida sobre un cuerpo de agua, al dejarla correr se manifiesta en forma de energía cinética, la cual puede ser utilizada como energía hidráulica con la que es posible mover una turbina que haga girar un generador, que finalmente convierta la energía mecánica en eléctrica; que, a su vez, esta energía eléctrica pueda transformarse en energía luminosa (lámpara) o calorífica (parrilla eléctrica) o de nuevo en energía mecánica (ventilador)³²⁷.

Así, el medio ambiente y la energía son esenciales uno del otro. Todos los componentes del medio ambiente requieren de energía para subsistir y, viceversa, esa energía tiene su origen en fuentes existentes en el medio ambiente.

Desde la aparición del ser humano, con el paso de los siglos se han aprovechado distintos recursos naturales tanto renovables como no renovables con la finalidad de facilitar las actividades cotidianas que este ha realizado a lo largo de su historia.

Basta con mencionar que desde la utilización de la leña (considerado como el primer energético usado por el ser humano), pasando por el aprovechamiento de los combustibles fósiles y hasta las nuevas tecnologías para hacer uso de energías renovables, hemos empleado cada recurso brindado por el medio ambiente para ejecutar las actividades diarias, productivas e industriales necesarias e incluso indispensables en nuestras vidas.

Sin embargo, al menos en los últimos dos siglos hemos sobreexplotado dichos recursos de manera drástica, lo cual ha generado una problemática ambiental constituida por dos grandes rubros:

³²⁷ Cfr. *Ibidem*, p. 15.

1) La contaminación: Definida como la presencia de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico; esos contaminantes son toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas que, al incorporarse o interactuar con la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural; altera o modifica su composición y condición natural; y,

2) El deterioro: Conceptualizado como el desgaste generado a un lugar o condición natural debido a su uso con el paso del tiempo; ambos conceptos detonados por la actividad humana han mermado el bienestar ambiental y con ello también el bienestar de otros seres vivos, incluido el propio ser humano en todos los ecosistemas de la Tierra³²⁸.

Como muchos recursos naturales, los recursos energéticos han sido utilizados para satisfacer requerimientos surgidos de las necesidades del ser humano, o del estilo de desarrollo adoptado o impuesto por los gobiernos en todo el mundo, lo cual ha permitido la implantación de distintos modelos de desarrollo en las sociedades. Razón que les da a los recursos energéticos un carácter muy especial, al grado de que en ocasiones se olvida que la provisión de energía no es un fin sino una herramienta para consolidar objetivos de índole ambiental, social, económica o política³²⁹.

Hay que tener presente que la utilización de una determinada fuente energética está condicionada por la existencia o factibilidad de que esta sea explotada, esto con relación a los siguientes parámetros esenciales:

- A.** La disponibilidad de la fuente energética.
- B.** La tecnología o los medios disponibles para extraer y hacer uso efectivo de la fuente energética.

³²⁸ Cfr. *Ibidem*, p. 161.

³²⁹ Cfr. Best, Gustavo, "Un desarrollo energético alternativo y la gestión del medio ambiente", en Leff Enrique (coord.), *Medio ambiente y desarrollo en México*, México, UNAM-Porrúa, 1990, Colección México: actualidad y perspectivas, vol. II, p. 453.

C. El uso para el cual será requerida es fuente energética³³⁰.

A este conjunto de condiciones se les denomina la tríada energética (fuente energética-tecnología o medio para extracción-uso energético), cuyo objetivo es mostrar explícitamente que la existencia y potencialidad de una fuente energética determinada no depende solamente de su abundancia o disponibilidad, sino también de su capacidad real para ser desarrollada y posteriormente utilizada para al final cubrir una demanda o requerimiento específico de esa fuente energética³³¹.

El desarrollo energético de la humanidad presenta características que reflejan directamente el estilo de desarrollo imperante en cada época, así como los adelantos y herramientas tecnológicas disponibles para hacer uso de las distintas fuentes energéticas (renovables y no renovables) de dichas épocas. V. gr. Con la llegada de la revolución industrial, se dispuso del uso masivo de energías fósiles.

En la mayoría de los periodos históricos de la humanidad (a excepción del uso de la leña en los inicios de la humanidad), la fuente principal de energía han sido los hidrocarburos, de naturaleza no renovable. Situación sumamente desfavorecedora para el medio ambiente, misma que fue visible en décadas recientes debido a las afectaciones climatológicas y sus repercusiones negativas en los ecosistemas, los seres vivos, así como de las actividades humanas, que se fueron suscitando en diversas regiones del mundo³³².

Hoy en día, debido a la situación climática que nos aqueja, los recursos energéticos de fuentes naturales renovables son usados para poder desempeñar nuestras actividades cotidianas en remplazo de los recursos naturales no renovables o convencionales (fósiles) que han sido empleados por siglos y que han llevado a desgastar las condiciones del medio ambiente a nivel mundial.

Es así que la búsqueda de la diversificación de la matriz energética ha encontrado en las energías renovables una de las mejores alternativas de desarrollo y crecimiento de manera sustentable, especialmente en un escenario global que

³³⁰ Cfr. *Ibidem*, p. 473.

³³¹ Cfr. *Ídem*.

³³² Cfr. *Ibidem*, p. 457.

tiende a una mayor electrificación para múltiples actividades cotidianas donde se sustituya el uso de hidrocarburos, por lo que, el uso de esas energías renovables funge como pilar del nuevo modelo energético no solo en México, sino a nivel mundial, sentando así las bases para cumplir los dos ejes esenciales de la política energética en varios países, los cuales son la seguridad y soberanía energética³³³.

Las fuentes de energía conocidas bajo la denominación de energías renovables, son, por definición, fuentes energéticas virtualmente inagotables y autorregeneradoras de un determinado recurso energético³³⁴.

Una fuente de energía renovable es aquella que puede explotarse ilimitadamente, es decir, su cantidad disponible en la Tierra, no disminuye a medida que es aprovechada. Con la excepción de la energía geotérmica, la totalidad de las energías renovables derivan directa o indirectamente de la energía solar, Directamente en el caso de la luz y el calor producidos a raíz de la radiación solar, e indirectamente en el caso de las energías eólica, hidráulica, oceánica o mareomotriz, la biomasa, entre otras³³⁵.

Desde una perspectiva ingenieril, las energías renovables abarcan una serie de fuentes energéticas que se regeneran de forma natural, es decir, sin la necesidad de la intervención humana y que son prácticamente inagotables en el tiempo, estas fuentes de energía renovables, también son conocidas como alternativas o blandas³³⁶.

Las energías renovables se clasifican atendiendo a sus características principales, siendo intrínsecas a las mismas, su grado o nivel de contaminación mínimo o reducido en su lugar de procedencia, obtención y utilización, en comparación con las energías convencionales³³⁷.

³³³ Cfr. Pineda Bernal, Luis Guillermo, "La energía eólica en México análisis de los retos técnicos y regulatorios", en Anglés Hernández Marisol y Palomino Guerrero Margarita (coords.), *Aportes sobre la configuración del derecho energético en México*, México, UNAM, Instituto de Investigaciones Jurídicas, 2019, p. 122.

³³⁴ Cfr. Díaz Velilla, Jorge Pablo, *Sistemas de energías renovables*, España, Ediciones Paraninfo, 2015, p. 18.

³³⁵ Cfr. Fernández Salgado, José Ma., *op. cit.*, p. 2.

³³⁶ Cfr. Creus Solé, Antonio, *Energías renovables*, 2ª ed., Colombia, Ediciones de la U, 2014, p. 13.

³³⁷ Cfr. Roldán Vilorio, José, "Introducción a las energías renovables", en Toledano, José Carlos (coord.), *Energías renovables. Lo que hay que saber*, España, Ediciones Paraninfo, 2013, p. 46.

Las energías renovables con el paso de los años han dejado de ser una alternativa energética, volviéndose una necesidad primaria para la generación de energía y los múltiples usos de esta para satisfacer nuestras necesidades diarias.

El cambio de energías de fuentes fósiles por las energías de fuentes renovables (transición energética) ha sido poco estructurado y en ocasiones llevado a la práctica de forma deficiente, esto debido a la falta de conocimiento, estudio y aplicación de las energías renovables, la poca planeación para ejecutar los proyectos renovables e incluso la mínima o nula legislación para el uso de este tipo de energías.

La transición energética es una tendencia de la industria energética a nivel global, misma que consiste en la sustitución gradual del uso de fuentes fósiles por fuentes de energía renovables, cuyas características de estas últimas (fuentes inagotables y en su mayoría 100% limpias) ayudan a disminuir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) requeridas para mitigar el cambio climático. El alcance requerido de la transición energética sólo puede lograrse mediante un proceso colectivo que involucre a la sociedad en su conjunto, a través de las políticas públicas y esquemas normativos que emita cada gobierno a nivel mundial para tal efecto³³⁸.

Las energías renovables se han convertido en parte clave para que las actividades industriales y, en general, todas las actividades realizadas por el ser humano sean sustentables, favoreciendo con su uso al bienestar ecológico del planeta. Entre ellas, podemos destacar la energía solar (principalmente fotovoltaica, aunque también con cierta participación de termosolar), eólica, hidráulica o hidroeléctrica, geotérmica, mareomotriz y la bioenergía, principalmente³³⁹.

³³⁸ Cfr. García Alcocer, Guillermo Ignacio, "La transición energética hacia las tecnologías limpias: un motor para el desarrollo de México", en Anglés Hernández Marisol y Palomino Guerrero Margarita (coords.), *op. cit.*, pp. 101-102.

³³⁹ Cfr. BBVA Communications, (s.a.), *¿Qué tipos de energías renovables existen y qué papel juegan?*, recuperado de <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-tipos-de-energias-renovables-existen-y-que-papel-juegan/>

Los procedimientos de aprovechamiento de los recursos renovables como la radiación solar, el viento, las corrientes marítimas, el calor de la Tierra, la bioenergía, entre otros; están dando lugar a la implantación de instalaciones domésticas e industriales para la obtención de energía eléctrica, energía térmica, agua caliente sanitaria, climatización en sus diferentes formas y combustibles. Cada procedimiento tiene sus propias áreas de aplicación en función de los recursos energéticos disponibles en un territorio determinado³⁴⁰.

Las fuentes de energía renovable son abundantes y las encontramos en diversos territorios de nuestro planeta, aunque pululan más en ciertos sitios que en otros. Este tipo de energías llegan a reponerse más rápido de lo que pueden consumirse, ya que se renuevan continuamente³⁴¹.

Por el contrario, las energías de fuentes fósiles como el carbón, petróleo y gas, constituyen fuentes de energía no renovables que tardan cientos de millones de años en formarse. Los combustibles fósiles producen la energía al quemarse, lo que provoca emisiones dañinas, entre otras, en forma de gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono. La generación de energías renovables produce muchas menos emisiones de efecto invernadero y otros gases contaminantes que la quema de combustibles fósiles, por ello, la transición de energías fósiles a energías renovables resulta fundamental para abordar e intentar dar solución a la crisis producida por el cambio climático³⁴².

Por lo anterior, comprendemos que una energía es renovable cuando su fuente de energía se basa en la utilización de recursos naturales inagotables. Las energías renovables se caracterizan por no utilizar combustibles fósiles, sino recursos naturales capaces de renovarse ilimitadamente. Además de ser energías inagotables, algunas de estas fuentes renovables producen menor cantidad de GEI, causantes principales del cambio climático, así como otras emisiones

³⁴⁰ Cfr. Perales Benito, Tomás, *El universo de las energías renovables*, España, Marcombo, 2012, p. 17.

³⁴¹ Cfr. Organización de las Naciones Unidas, (s.a.), *¿Qué son las energías renovables?*, recuperado de <https://www.un.org/es/climatechange/what-is-renewable-energy#:~:text=Las%20energ%C3%ADas%20renovables%20son%20un,estas%20fuentes%20se%20renuevan%20continuamente.>

³⁴² Cfr. *Ídem*.

contaminantes, por lo que tienen un impacto ambiental muy escaso. Se puede inferir que las energías renovables son fuentes de energía limpias, una energía limpia y renovable es definida como una energía verde; aunque es importante aclarar que no toda la energía renovable es completamente limpia, ejemplo de esto son algunos proyectos de bioenergía e incluso las grandes hidroeléctricas; y no toda la energía limpia es renovable, tal es el caso de la energía nuclear y el gas natural³⁴³.

Grosso modo, la principal ventaja de las energías renovables es el poco o nulo impacto adverso que tienen en el medio ambiente (limpieza ambiental). Otras ventajas aparejadas a este tipo de energías, es que ayudan a potenciar el autoconsumo y a ahorrar en electricidad; combaten el cambio climático; son recursos naturales gratuitos e inagotables; se reduce la dependencia energética entre países, entre otras ventajas³⁴⁴.

En contraste con esto, las energías renovables también tienen ciertos inconvenientes, los cuales cabe mencionar resultan mínimos, tales como la dependencia de la aparición de fenómenos naturales para su producción; la intermitencia en la generación eléctrica cuando se hace uso de estas energías y para algunas personas, el impacto arquitectónico, paisajístico y social que tienen en las ciudades o comunidades³⁴⁵.

Es importante dimensionar que, en algún momento a futuro, ya sea a 50, 70 o más años, las fuentes de energía fósiles van a terminarse y desaparecer de la faz de la Tierra, con ello varias actividades productivas e industriales, incluso actividades cotidianas que llevamos a cabo, pueden verse limitadas o simplemente no se podrán realizar si no estamos dispuestos a desincentivar el uso de las energías fósiles y sustituir a las mismas por energías renovables. Aunado a ello, con independencia del agotamiento de las fuentes fósiles, una de las políticas que los gobiernos alrededor del mundo deben ejecutar de forma progresiva y sustentable es la diversificación de la matriz energética, con una amplia base de energías

³⁴³ Cfr. Garrett, Caroline, (03 de febrero de 2003), *Energías renovables: ¿Qué son y para qué sirven?*, recuperado de <https://climate.selectra.com/es/que-es/energias-renovables>

³⁴⁴ Cfr. *Ídem*.

³⁴⁵ Cfr. *Ídem*.

renovables, de manera que se garantice la sostenibilidad en la mayoría o de ser posible todas las actividades de sus respectivas sociedades. Por ello, aún y cuando los combustibles fósiles fuesen ilimitados, la premisa energética a nivel global debe ser aprovechar y utilizar de manera eficiente los recursos renovables y limpios, en aras de proteger el ambiente y preservar el equilibrio ecológico.

Ante tal situación es momento de acelerar los proyectos donde se utilicen energías renovables con la finalidad de estar preparados para el día que se agoten las fuentes fósiles, aunado a las ventajas ambientales que las fuentes renovables representan a corto plazo, condición que también debemos atender de inmediato debido a las consecuencias climáticas que padecemos hoy en día.

De tal forma que en toda actividad humana debe persistir el equilibrio entre el desarrollo productivo y la protección ambiental, priorizando el uso de energías renovables para permitir que dicho equilibrio sea efectivo y nos beneficie no solo como seres humanos y a nuestras actividades, sino también al bienestar de nuestros ecosistemas y con ello garantizar un desarrollo pleno y saludable de todos los seres vivos que habitamos este planeta.

Energías limpias y renovables

Por otra parte, es importante hacer la distinción entre los conceptos de energía renovable, energía limpia y energía verde, toda vez que los mismos suelen utilizarse como sinónimos; aunque esta idea es errada y tiende a causar que la regulación en materia energética de ciertos países sea precaria y deficiente, predisponiendo tal situación al incumplimiento o al cumplimiento parcial o simulado de las obligaciones establecidas en los instrumentos regulatorios energéticos de esos países. Lo anterior a su vez genera que el cumplimiento de los compromisos adquiridos por algunos gobiernos mediante la suscripción o adhesión a determinados acuerdos internacionales en materia energética, en específico al uso de energías renovables, menoscabe la finalidad de dichos acuerdos.

Por un lado, como ya referimos previamente, la energía renovable es aquella que se obtiene a partir de una fuente que no se acaba, proviene de un recurso inagotable. Ahora bien, la energía limpia es aquella que durante su producción contamina mínimamente el medio ambiente, en comparación con otras fuentes de energía, como la energía proveniente de fuentes fósiles³⁴⁶.

Es importante señalar que la determinación de una energía limpia como tal, llega a ser subjetiva, ya que en ocasiones ciertas legislaciones ambientales y energéticas alrededor del mundo integran proyectos donde se usan fuentes de energía que no necesariamente son del todo 'limpios', como lo llegan a ser proyectos que usan gas natural, procesos de cogeneración para la generación de energía eléctrica, entre otros.

Las energías limpias se posicionan como una solución ante la preocupación que tenemos actualmente por preservar el medioambiente y la crisis de las energías agotables (fósiles). Este tipo de energías tienen sistemas de producción de energía que reducen a niveles mínimos cualquier tipo de contaminación, principalmente por emisión de gases de efecto invernadero, como el CO₂, causantes del cambio climático. Por tanto, las energías limpias son una muestra e impulsan los avances por preservar el medio ambiente y los recursos naturales inmersos en este³⁴⁷.

Con esto se denota que las energías renovables por sorprendente que parezca pueden llegar contaminar. Ejemplo de ello, el uso de una fuente de energía renovable como la bioenergía (procede de fuentes naturales inagotables) a través del biogás o el biodiesel, los cuales contaminan con su combustión, emitiendo gases de efecto invernadero³⁴⁸.

³⁴⁶ Cfr. Soto, Jocelyn, (01 de junio de 2020), *¿Energías limpias y renovables son lo mismo?*, recuperado de <https://www.greenpeace.org/mexico/blog/8519/energias-limpias-y-renovables-son-lo-mismo/>

³⁴⁷ Cfr. Iberdrola, (s.a.), *¿Qué son las energías limpias?*, recuperado de <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/energias-limpias>

³⁴⁸ Cfr. *Ídem*.

Por lo que respecta al término de energías verdes, estas son comprendidas como aquellas energías cuya obtención o aprovechamiento no implica la emisión de ningún tipo de contaminación a la atmósfera³⁴⁹. Las energías verdes son la mejor forma que tenemos para frenar el cambio climático y, a la par, desarrollar nuestras actividades como sociedad sin generar un impacto ambiental grave a nuestros ecosistemas. Las energías verdes más utilizadas a nivel mundial son la solar o fotovoltaica y la eólica³⁵⁰.

Las energías definidas como verdes deben ser renovables y a la par completamente limpias, esto es que, provengan de fuentes inagotables cuya generación sea libre de contaminante o residuo alguno que pueda afectar al medio ambiente.

Podemos dilucidar que las energías verdes son todavía más benéficas para el medio ambiente que las limpias, contienen mayores ventajas ambientales que estas últimas.

Es muy común que el término de energía limpia sea equiparable al de energía verde en diversa normativa a nivel mundial, sin embargo, nosotros consideramos que, en estricto sentido, estos dos conceptos se distinguen por los niveles de contaminación que representa cada uno y la conceptualización legal para determinar qué tipo de energías forman parte de esos conceptos, es decir, que la energía limpia tiene niveles de contaminación mínimos, su uso sigue contaminando, aunque esa contaminación sea muy reducida; aunado a que en la legislación energético-ambiental de ciertos gobiernos se llega a integrar proyectos de energías agotables o renovables como energías limpias pese a que las condiciones químicas de estos no sean tan 'limpias'.

En cambio, las energías verdes provienen de fuentes inagotables que no contaminan en lo absoluto, es decir, no liberan gases de efecto invernadero a la atmósfera y tampoco producen residuos que pueden afectar al bienestar de la

³⁴⁹ Cfr. Santander Universidades, (11 de abril de 2022), *Energías verdes: ¿cuáles son y qué ventajas nos ofrecen?*, recuperado de <https://www.becas-santander.com/es/blog/energias-verdes.html>

³⁵⁰ Cfr. Hilcu, Miruna, (2021), *Las energías limpias o verdes: ¿Qué y cuáles son?*, recuperado de <https://www.otovo.es/blog/energia/energias-limpias-verdes/>

población o del entorno ambiental; en ello radica la distinción con las energías limpias.

Esclareciendo con esto que las energías verdes provienen de fuentes vitalicias que tienen aún mayores beneficios ambientales que las limpias, reiterando que las energías verdes no representan contaminación alguna en su uso y las energías limpias sí pueden generar contaminación, aunque esta sea mínima o a niveles ampliamente aceptados, en comparación con el uso de algunas energías fósiles y renovables.

El concepto de energías verdes se puede entender como una evolución del de las energías limpias. Somos de la idea de que la única vía en la podrían equipararse ambos conceptos sería en todo caso si los instrumentos regulatorios de las materias energética y ambiental contemplasen exclusivamente energías que en su generación no emitieran ningún contaminante o arrojaran residuo alguno que puedan afectar al bienestar del medio ambiente.

A manera de síntesis en esta distinción conceptual entre las energías renovables, limpias y verdes, entendemos que:

- La energía renovable se puede entender como aquella que se obtiene a partir de una fuente que es inagotable, que no se acaba, por ejemplo, la proveniente del mar o de materia orgánica.
- La energía limpia es aquella en la que, durante su proceso de generación, existe una menor cantidad de contaminación en comparación con otras proveniente de fuentes fósiles y renovables. Tal es el caso de los proyectos de gas natural o de energía nuclear, principalmente.
- La energía verde es aquella cuya fuente de energía es renovable y a la vez completamente limpia, no genera emisiones ni residuos, fusiona características de las dos anteriores. Teniendo como claros ejemplos a la energía solar y la eólica.

Con base en lo anterior podemos afirmar que no toda energía renovable es limpia por completo, y a su vez, que no toda la energía limpia siempre proviene de fuentes

renovables; esto depende de los parámetros que la legislación energética de un país determine para catalogar a sus fuentes de energía como 'limpias'. En estricto sentido, existen proyectos de fuentes fósiles que usan gas natural y tienen un impacto ambiental menor en comparación con proyectos de fuentes renovables como la bioenergía o biomasa a través del uso biocombustibles, los cuales, bajo diversas métricas, llegan a contaminar más.

Asimismo, si una energía es tanto renovable como limpia, se le considera energía verde y es la que mayores beneficios trae consigo al medio ambiente, resaltando en este sentido los proyectos donde se hace uso de fuentes como lo son el sol y el viento. Refirmando que toda energía verde es renovable y limpia, pero no toda energía renovable es limpia y no toda la energía limpia es renovable.

Finalmente, consideramos necesario adicionar el término de energías intermedias o de transición en la legislación energética mexicana. Podemos definir a este tipo de energías como aquellas que son más sustentables o menos contaminantes, en comparación con las energías derivadas de fuentes fósiles altamente contaminantes como el uso del petróleo y sus derivados como el combustóleo, principalmente. El uso de estas energías de transición genera una menor cantidad de contaminantes, pero aun así contaminan más que algunas fuentes de energía limpia o una renovable. V. gr., la energía generada con los productos del procesamiento de esquilmos agrícolas o residuos sólidos urbanos, energía derivada del gas natural, la energía generada por centrales de cogeneración, entre otras.

Somos de la idea de que el uso de gas natural es el medio más factible para agilizar la transición energética, tanto en México como a nivel mundial, mismo que es catalogado como el "hidrocarburo de la transición" por sus condiciones químicas que ayudan a eficientar las actividades productivas e industriales y conjuntamente implica un grado de contaminación ostensiblemente menor en contraste con el uso del petróleo y sus derivados.

Actualmente, existen yacimientos de gas natural en todo el mundo que no han sido descubiertos, por lo que el uso de este hidrocarburo debe aumentarse a la par de desarrollar y mejorar el uso energías renovables y verdes. Esto para acelerar la

transición energética y estar en condiciones de realizar todas nuestras actividades industriales, productivas y diarias (electricidad, calor, transporte, entre otros) bajo el uso exclusivo de energías verdes.

Derivado de lo descrito previamente, hay tipos de fuentes de energía que por sus características pueden formar parte de una o más clasificaciones de los tipos de energías antes explicadas (renovables, limpias, verdes, intermedias o de transición y fósiles). V. gr., el gas natural tiene las condiciones para formar parte tanto del grupo de fuentes fósiles porque es una fuente agotable y como del grupo de las energías de transición por las ventajas ambientales en su uso, las cuales agilizan y facilitan el cambio de energías fósiles a renovables o verdes, e incluso también pueden considerarse como energía limpia dependiendo de la flexibilidad de la definición empleada en la legislación energética de un país determinado.

Lo anterior debido a las características intrínsecas en la composición química del gas natural. Otro ejemplo de esto es la bioenergía, que a través de los biocombustibles (biogás, etanol, biodiesel, bioturbosina) por su composición química (una mezcla de sustancias orgánicas como el maíz, la caña de azúcar, entre otras; que son utilizadas como combustible) entran en las categorías de energías renovables y de transición.

Sugerimos una reestructuración en la clasificación de los tipos de energías, con la finalidad de tener bien definida y encuadrada en su respectiva clasificación cada tipo de energía usada para el desarrollo de las múltiples actividades que lleva a cabo el ser humano.

Así, tenemos diversos tipos de energías de las que hacemos uso para llevar a cabo todas nuestras actividades diarias, las mismas pueden clasificarse de la siguiente forma:

- ❖ Energías Renovables
- ❖ Energías Limpias
- ❖ Energías Verdes
- ❖ Energías Intermedias o de Transición

❖ Energías Fósiles.

Es un hecho que el aprovechamiento de fuentes renovables, limpias y verdes, produce un efecto favorable al medio ambiente, atenuando de esta forma los efectos producidos por el uso excesivo y desmedido de fuentes fósiles por parte del ser humano durante el desarrollo de actividades industriales y productivas a lo largo de los siglos.

En lo que atañe a la legislación energética mexicana, las definiciones de los conceptos de energías renovables y energías limpias llegan a ser confusos y ambiguos, lo cual puede dar lugar a un aparente cumplimiento normativo en las materias ambiental y energética.

La Ley de la Industria Eléctrica (LIE) define a las Energías Limpias como:

“Aquellas fuentes de energía y procesos de generación de electricidad cuyas emisiones o residuos, cuando los haya, no rebasen los umbrales establecidos en las disposiciones reglamentarias que para tal efecto se expidan. Entre las Energías Limpias se consideran las siguientes:

- a) El viento;
- b) La radiación solar, en todas sus formas;
- c) La energía oceánica en sus distintas formas: mareomotriz, maremotérmica, de las olas, de las corrientes marinas y del gradiente de concentración de sal;
- d) El calor de los yacimientos geotérmicos;
- e) Los bioenergéticos que determine la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos;
- f) La energía generada por el aprovechamiento del poder calorífico del metano y otros gases asociados en los sitios de disposición de residuos, granjas pecuarias y en las plantas de tratamiento de aguas residuales, entre otros;
- g) La energía generada por el aprovechamiento del hidrógeno mediante su combustión o su uso en celdas de combustible, siempre y cuando se cumpla con la eficiencia mínima que establezca la CRE y los criterios de emisiones establecidos por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en su ciclo de vida;
- h) La energía proveniente de centrales hidroeléctricas;
- i) La energía nucleoelectrica;

j) La energía generada con los productos del procesamiento de esquilmos agrícolas o residuos sólidos urbanos (como gasificación o plasma molecular), cuando dicho procesamiento no genere dioxinas y furanos u otras emisiones que puedan afectar a la salud o al medio ambiente y cumpla con las normas oficiales mexicanas que al efecto emita la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales;

k) La energía generada por centrales de cogeneración eficiente en términos de los criterios de eficiencia emitidos por la CRE y de emisiones establecidos por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales;

l) La energía generada por ingenios azucareros que cumplan con los criterios de eficiencia que establezca la CRE y de emisiones establecidos por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales;

m) La energía generada por centrales térmicas con procesos de captura y almacenamiento geológico o biosecuestro de bióxido de carbono que tengan una eficiencia igual o superior en términos de kWh-generado por tonelada de bióxido de carbono equivalente emitida a la atmósfera a la eficiencia mínima que establezca la CRE y los criterios de emisiones establecidos por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales;

n) Tecnologías consideradas de bajas emisiones de carbono conforme a estándares internacionales, y

o) Otras tecnologías que determinen la Secretaría y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, con base en parámetros y normas de eficiencia energética e hídrica, emisiones a la atmósfera y generación de residuos, de manera directa, indirecta o en ciclo de vida...³⁵¹.

Por su parte la Ley de Transición Energética (LTE), define a las Energías Limpias de la siguiente forma:

“Son aquellas fuentes de energía y procesos de generación de electricidad definidos como tales en la Ley de la Industria Eléctrica;”³⁵².

A su vez, la LTE define a las Energías Renovables como:

“Aquellas cuya fuente reside en fenómenos de la naturaleza, procesos o materiales susceptibles de ser transformados en energía aprovechable por el ser humano, que se regeneran naturalmente, por lo que se encuentran disponibles de forma continua o periódica, y que al ser generadas no liberan emisiones contaminantes. Se consideran fuentes de Energías Renovables las que se enumeran a continuación:

a) El viento;

³⁵¹ Ley de la Industria Eléctrica, art. 3°, fr. XXII, 2023, México.

³⁵² Ley de Transición Energética, art. 3°, fr. XV, 2023, México.

- b) La radiación solar, en todas sus formas;
- c) El movimiento del agua en cauces naturales o en aquellos artificiales con embalses ya existentes, con sistemas de generación de capacidad menor o igual a 30 MW o una densidad de potencia, definida como la relación entre capacidad de generación y superficie del embalse, superior a 10 watts/m²;
- d) La energía oceánica en sus distintas formas, a saber: de las mareas, del gradiente térmico marino, de las corrientes marinas y del gradiente de concentración de sal;
- e) El calor de los yacimientos geotérmicos, y
- f) Los bioenergéticos que determine la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos.³⁵³

La inadecuada conceptualización y falta de congruencia en las definiciones establecidas en la LIE y la LTE, respecto a las energías limpias y las renovables ocasiona que, en la práctica, algunos proyectos energéticos contravengan los objetivos de la transición energética, que son incentivar el uso de energías renovables y disminuir y el uso de energías fósiles, además de prohibir aquellas actividades donde su fuente de energía sea altamente nociva y contaminante para las personas y el medio ambiente.

En el caso particular de la definición de energías limpias estipulada en la LIE, podemos afirmar que esta es muy “bondadosa” al contemplar algunas fuentes contaminantes como ‘limpias’. Así, no hay una exigencia progresiva dentro del contenido normativo con la finalidad de reducir los proyectos energéticos contaminantes y dar lugar a aumentar los derivados de energías renovables.

Como consecuencia de esta postura, la definición de este mismo concepto en la LTE es consecuente con esa deficiencia normativa de la LIE, lo cual genera una ambigüedad entre lo establecido en la legislación energética mexicana, con lo internacionalmente reconocido como energía limpia.

Como observamos, tanto la LIE como la LTE son flexibles y manipulables en su hipótesis legal en torno al cumplimiento normativo para aparentar en la teoría el uso de energías limpias y renovables, sin embargo, en la práctica esta flexibilidad legal

³⁵³ Ley de Transición Energética, art. 3°, fr. XVI, 2023, México.

no cumple con los compromisos internacionales adquiridos por México para acelerar la transición energética y hacer más sustentables el desarrollo de sus actividades productivas o industriales.

La manipulación en la redacción de la LIE y la LTE nos hace asumir que se dio de esta manera para disimular el cumplimiento de compromisos internacionales respecto al desarrollo de proyectos derivados del uso de energías renovables y limpias.

Por lo que, al no aclarar la distinción entre ambos conceptos en las leyes energéticas en México, se da pie a la confusión teórica y práctica en el uso de energías limpias y renovables, derivando tal condición legislativa en malas prácticas para el cumplimiento de los estándares de reducción de emisiones contaminantes, mismos que fueron compromisos adquiridos por México a nivel internacional, para coadyuvar al combate del cambio climático.

Estas malas prácticas tanto legislativas como prácticas, resultan en un cumplimiento simulado cuya finalidad es netamente estadística y no ayuda a contrarrestar los estragos climáticos que padecemos hoy en día.

Al final en México se suelen aparentar cifras que "certifican o avalan" el cumplimiento de los compromisos internacionales en materia de cambio climático. Empero, al entrar de fondo a verificar dichas cifras de cumplimiento ambiental, nos encontramos con una realidad muy distinta, ya que se toman en consideración criterios arbitrarios para encuadrar proyectos energéticos cuyas fuentes de energía bajo ninguna circunstancia cumplen los parámetros ambientales requeridos para considerarlos sostenibles, ambientalmente hablando.

En virtud de lo expuesto con anterioridad, debemos hacer una autocrítica amplia al desarrollo de nuestras actividades energéticas, partiendo de la revisión y mejoramiento regulatorio de la diversa legislación aplicable a las materias energética y ambiental, logrando con esto una normatividad que sea sólida, congruente e innovadora, que a su vez homologue los conceptos de energías renovables y limpias, definiéndolos de manera íntegra, aparejando los mismos con

los más altos criterios internacionales disponibles e integrando los conceptos de energías de transición y verdes.

De esta forma, sentar las bases para fijar reglas claras en el desarrollo de actividades y sus respectivos procesos, procedimientos o fases que integran a las mismas dentro de la industria energética; para que esto derive en un sistema normativo armonioso y consecuente para la adecuada implementación de los proyectos energéticos en México.

Retomando el punto de las de energías renovables, las principales fuentes de este tipo de energías se muestran en la siguiente tabla:

TIPOS DE ENERGÍAS RENOVABLES			
ENERGÍA RENOVABLE	FUENTE	TECNOLOGÍAS EMPLEADAS	APLICACIONES PRINCIPALES
SOLAR O FOTOVOLTAICA	SOL (RADIACIÓN SOLAR)	- FOTOVOLTAICA - TERMOSOLAR	- ELECTRICIDAD - CALEFACCIÓN - REFRIGERACIÓN - MOVILIDAD (TRANSPORTE)
EÓLICA	VIENTO	- TURBINAS EÓLICAS	- ELECTRICIDAD
HIDRÁULICA O HIDROELÉCTRICA	AGUA	- CENTRALES HIDROELÉCTRICAS	- ELECTRICIDAD
GEOTÉRMICA	TIERRA	- SISTEMAS GEOTÉRMICOS SUPERFICIALES - BOMBAS DE CALOR	- ELECTRICIDAD - CALEFACCIÓN - REFRIGERACIÓN
MAREOMOTRÍZ U OCEÁNICA	AGUA DEL MAR	- SISTEMAS MAREOMOTRICES - SISTEMAS UNDIMOTRICES	- ELECTRICIDAD - EMPUJE DE EMBARCACIONES - DESALINIZACIÓN DE AGUA DE MAR POR BOMBEO
BIOENERGÍA	MATERIA ORGÁNICA	- COMBUSTIÓN DE BIOMASA - PLANTAS DE BIOGÁS - BIOCÁRBURANTES	- ELECTRICIDAD - CALEFACCIÓN - REFRIGERACIÓN - MOVILIDAD (TRANSPORTE) ³⁵⁴

³⁵⁴ Cfr. Garrett, Caroline, *op. cit.*, recuperado de <https://climate.selectra.com/es/que-es/energias-renovables>

En general, este tipo de energías renovables consisten en:

- ❖ Energía Solar: Es aquella que obtenemos del sol, ya sea a través de placas solares, estas absorben la radiación solar y se transforma en electricidad; o a través de la energía solar termoeléctrica, donde se utiliza la radiación solar para calentar un fluido (que puede ser agua), hasta que genere vapor, y accione una turbina que genera electricidad, entre otros usos térmicos³⁵⁵.
- ❖ Energía Eólica: Es aquella donde se aprovecha la fuerza del viento para la generación de electricidad³⁵⁶.
- ❖ Energía Geotérmica: Es aquella que aprovecha las altas temperaturas de yacimientos bajo la superficie terrestre (normalmente volcánicos) para la generación de energía a través del calor³⁵⁷.
- ❖ Energía Hidráulica o Hidroeléctrica: Es aquella que donde se utiliza la fuerza del agua en su curso para generar la energía eléctrica y se produce normalmente, en presas³⁵⁸.
- ❖ Energía Mareomotriz u Oceánica: Es aquella que usa la fuerza del mar, por medio de las mareas o de las olas principalmente para la producción de energía³⁵⁹.
- ❖ Bioenergía: Es aquella que consiste en la combustión de residuos orgánicos de origen animal y vegetal. La materia orgánica también puede ocuparse para producir biogás, el cual es una energía alternativa producida biodegradando materia orgánica, mediante microorganismos en dispositivos específicos sin oxígeno, así se genera un gas combustible que se utiliza para producir energía³⁶⁰.

³⁵⁵ Cfr. Redacción Factorenergía, (14 de febrero de 2023), *Energías renovables: características, tipos y nuevos retos*, recuperado de <https://www.factorenergia.com/es/blog/noticias/energias-renovables-caracteristicas-tipos-nuevos-retos/>

³⁵⁶ Cfr. *Ídem*.

³⁵⁷ Cfr. *Ídem*.

³⁵⁸ Cfr. *Ídem*.

³⁵⁹ Cfr. *Ídem*.

³⁶⁰ Cfr. *Ídem*.

En continuidad con lo anterior, se describirán las características principales de cada una de las energías renovables previamente citadas.

1.- La Energía Solar o Fotovoltaica: Es la producida por la luz (energía fotovoltaica) o el calor del sol (termosolar) para la generación de electricidad o la producción de calor. Las células solares fotovoltaicas o fotoeléctricas convierten la luz del sol directamente en electricidad por el llamado efecto fotoeléctrico, por el cual determinados materiales son capaces de absorber fotones (partículas lumínicas) y liberar electrones, generando de esta forma una corriente eléctrica. Por otro lado, los colectores solares o fotovoltaicos térmicos usan paneles o heliostatos (espejos) para absorber y concentrar el calor solar, transferirlo a un fluido y conducirlo por tuberías para su transformación en energía solar térmica (a través de la temperatura), o también para la producción de electricidad (solar termoeléctrica) para su aprovechamiento en hogares, edificios e instalaciones³⁶¹.

Dependiendo del origen y procesamiento de la energía solar, podemos dividirla en diferentes tipos:

- A) Energía solar térmica: Aprovecha la energía del sol para producir calor, misma que posteriormente se usa como fuente de energía tanto a nivel doméstico como a nivel industrial, transformándola en energía mecánica y a partir de ella en electricidad. En el caso de la energía doméstica, estaríamos hablando de una instalación solar térmica de baja temperatura, con una instalación formada por colectores o captadores solares instalados en el tejado o en una parte soleada del edificio.
- B) Energía solar fotovoltaica: Al contrario que la energía solar térmica, la energía solar fotovoltaica consiste en obtener directamente la electricidad a partir de la radiación solar, esto se consigue gracias a la instalación de paneles solares fotovoltaicos, que cuentan con células de silicio que transforman la luz y calor del sol en electricidad. Igual que en el caso de la solar térmica, estos paneles o placas solares pueden instalarse tanto a nivel doméstico

³⁶¹ Cfr. Acciona, (s.a.), *Energía solar*, recuperado de https://www.acciona.com/es/energias-renovables/energia-solar/?_adin=02021864894

(casas y edificios), como en grandes instalaciones (plantas fotovoltaicas). Las placas fotovoltaicas no producen calor, por lo que esta energía no se puede almacenar; sin embargo, los excedentes de esta energía fotovoltaica pueden verse a la red de consumo, lo que se conoce como “excedente fotovoltaico”.

- C) Energía solar pasiva: La energía solar pasiva se consigue principalmente con la arquitectura bioclimática (bajo el principio de diseño y construcción de edificios) donde, con el uso de diferentes materiales y orientaciones, se consigue utilizar la energía captada durante el día para mantener el edificio cálido durante la noche, o evitar el calor excesivo durante las horas de más sol. Aunque todo esto puede parecer muy moderno y tecnológico, en realidad es una de las maneras más antiguas de aprovechar la energía solar, adaptando los edificios a la climatología de la zona para conseguir una climatización perfecta en cada momento. La energía solar térmica y fotovoltaica utilizan diferentes tecnologías para captar y procesar la energía del sol (es lo que se conoce como energía solar activa). Pero también podemos aprovechar esta energía de forma pasiva, es decir, sin necesidad de ningún mecanismo que la capte y la trate³⁶².

De conformidad con lo anterior, el elemento encargado de captar la radiación solar y transformarla en energía útil es el panel solar; los paneles solares pueden ser de distintos tipos dependiendo del mecanismo escogido para el aprovechamiento de la energía solar:

- Mediante captadores solares térmicos (energía solar térmica)
- Mediante paneles solares fotovoltaicos (energía solar fotovoltaica)
- Sin ningún elemento externo (energía solar pasiva)³⁶³.

Finalmente, se entiende que el término energía solar se refiere al aprovechamiento de la energía que proviene del Sol, la energía solar es la energía contenida en la

³⁶² Cfr. Redacción Factorenergía, (14 de febrero de 2023), *Energía solar: todo lo que tienes que saber*, recuperado de <https://www.factorenergia.com/es/blog/autoconsumo/energia-solar/>

³⁶³ Cfr. Energía Solar, (s.a.), *Energía Solar*, recuperado de <https://solar-energia.net/>

radiación solar, este tipo de energía renovable se genera mediante reacciones de fusión nuclear en el Sol, la a radiación viaja hacia la Tierra mediante la radiación electromagnética y, posteriormente, puede ser aprovechada, aunado a ser una energía renovable, no contaminante y fácilmente accesible³⁶⁴.

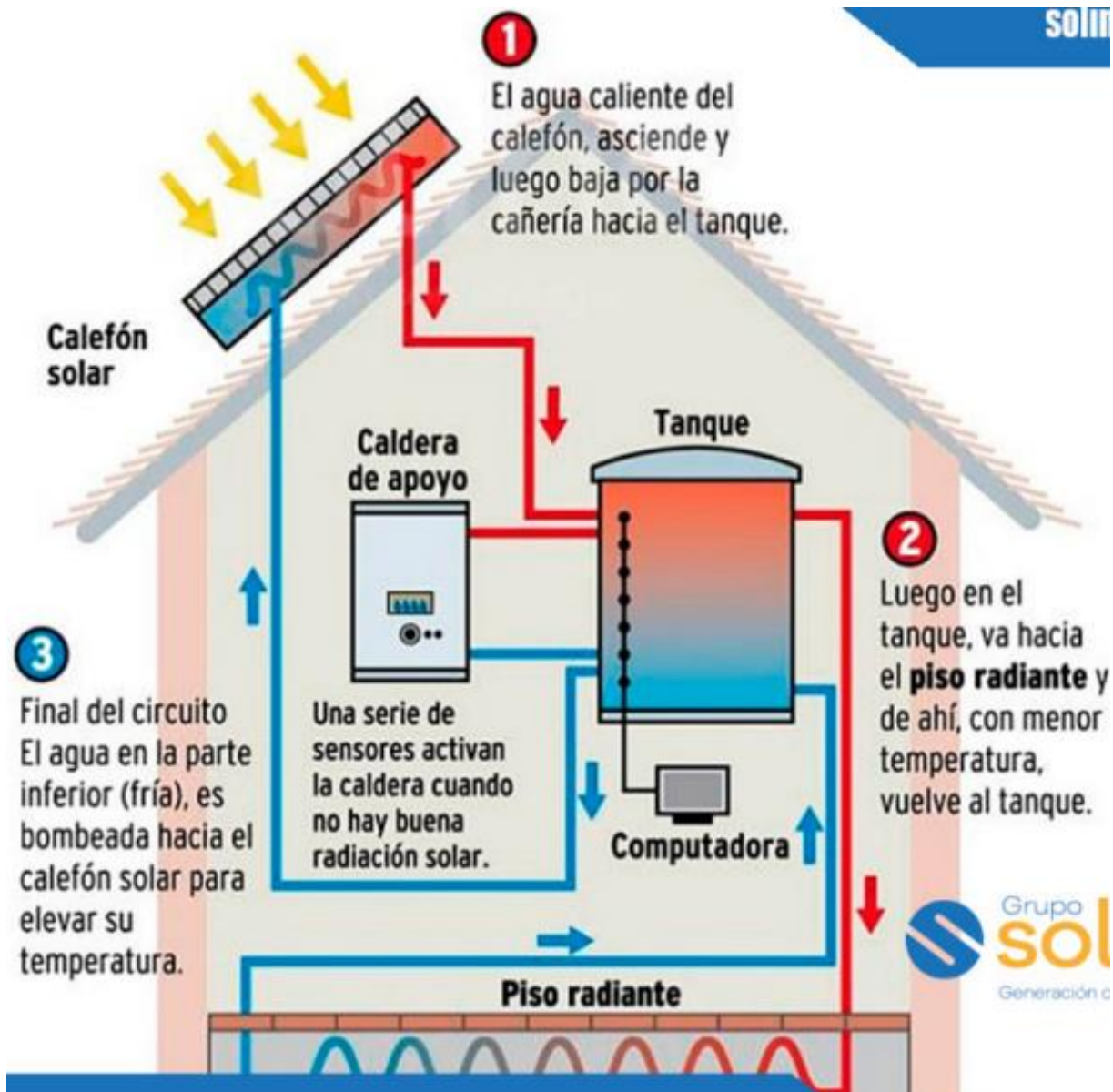
Enseguida se muestran imágenes de las instalaciones para la utilización de la Energía Solar o Fotovoltaica.



Referencia Cibergráfica³⁶⁵

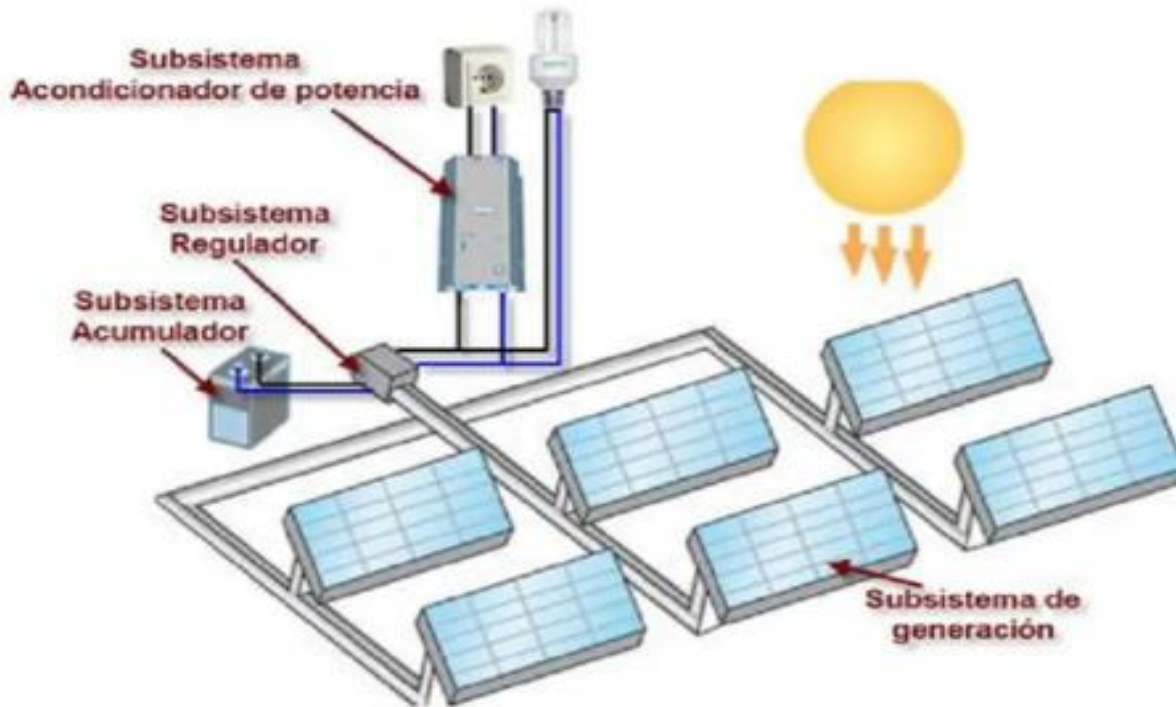
³⁶⁴ Cfr. *Ídem*.

³⁶⁵ Recuperado de <https://solinc.com.mx/blog/como-funcionan-los-paneles-solares/>

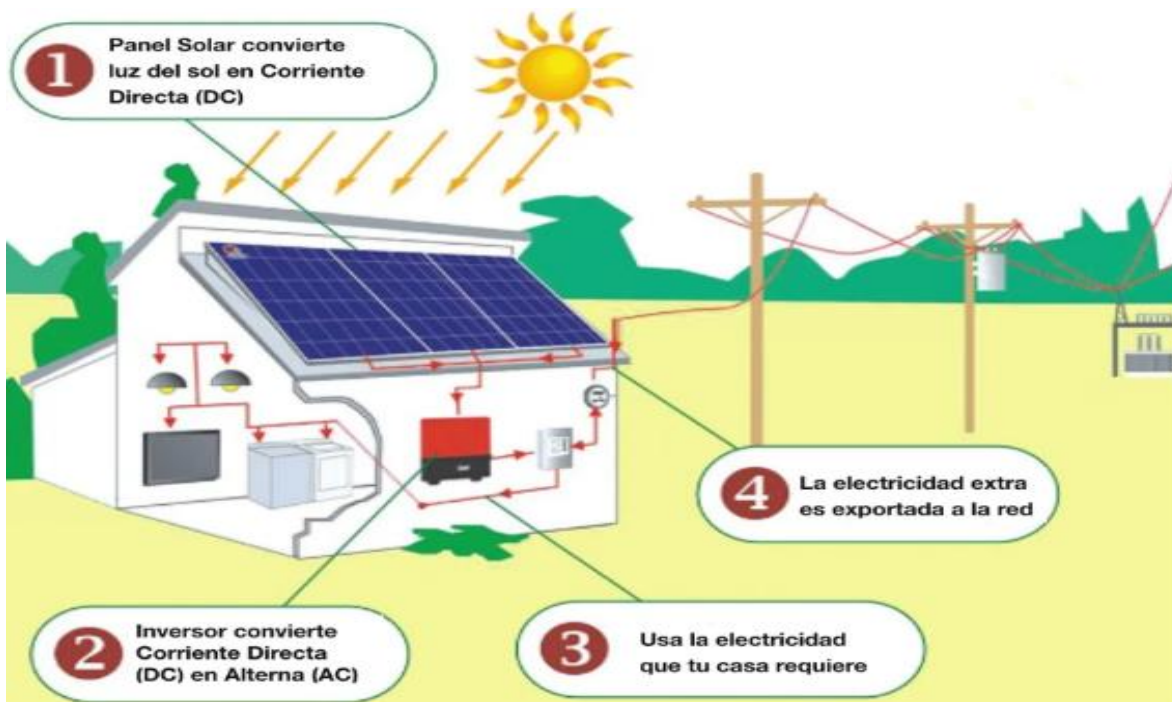


Referencia Cibergráfica³⁶⁶

³⁶⁶ Ídem.



Referencia Cibergráfica³⁶⁷



Referencia Cibergráfica³⁶⁸

³⁶⁷ Recuperado de <https://como-funciona.co/el-sistema-fotovoltaico/>

³⁶⁸ Recuperado de <https://intertecsolar.mx/blog-solar/f/f/%C2%BFcomo-funciona-un-sistema-fotovoltaico-interconectado-a-cfe?blogcategory=CFE>

2.- La Energía Eólica: Es la energía que se obtiene del viento, se trata de un tipo de energía cinética producida por el efecto de las corrientes de aire. Es una energía renovable, limpia, que no contamina y que ayuda a reemplazar la energía producida a través de los combustibles fósiles. La energía eólica se obtiene al convertir el movimiento de las palas de un aerogenerador en energía eléctrica. Un aerogenerador es un generador eléctrico movido por una turbina accionada por el viento, sus predecesores son los molinos de viento³⁶⁹.

Un molino de viento es una máquina que transforma el viento en energía aprovechable, que proviene de la acción de la fuerza del viento sobre unas aspas oblicuas unidas a un eje común. El eje giratorio puede conectarse a varios tipos de maquinaria para moler grano, bombear agua o generar electricidad. Cuando el eje se conecta a una carga como una bomba, recibe el nombre de molino de viento, si se usa para producir electricidad se le denomina generador de turbina de viento (aerogenerador)³⁷⁰.

Por su parte, al aerogenerador lo conforman la torre; un sistema de orientación ubicado al final de la torre, en su extremo superior; un armario de acoplamiento a la red eléctrica pegado a la base de la torre; una góndola que es el armazón que cobija los componentes mecánicos del molino y que sirve de base a las palas; un eje y mando del rotor por delante de las palas; y dentro de la góndola, un freno, un multiplicador, el generador y el sistema de regulación eléctrica³⁷¹.

El proceso de generación de energía comienza cuando el aerogenerador se posiciona para aprovechar al máximo la energía del viento, usando los datos registrados por la veleta y anemómetro y girando sobre su torre. Después, el viento hace girar las palas que se conectan a un rotor que a su vez se conecta a una multiplicadora que eleva la velocidad de giro a miles de revoluciones por minuto.

³⁶⁹ Cfr. Redacción Factorenergía, (14 de febrero de 2023), *Energía eólica. Qué es, cómo funciona, ventajas y desventajas*, recuperado de <https://www.factorenergia.com/es/blog/eficiencia-energetica/energia-eolica/>

³⁷⁰ Cfr. Universidad Veracruzana, (s.a.), *¿Qué es la Energía Eólica?*, recuperado de <https://www.uv.mx/coatza/cires/main/keeseolica/>

³⁷¹ Cfr. Redacción Factorenergía, *op. cit.*, recuperado de <https://www.factorenergia.com/es/blog/eficiencia-energetica/energia-eolica/>

Esta energía cinética se transfiere al generador que la convierte en energía eléctrica que es conducida por el interior de la torre hasta su base, luego sigue por la subestación para que eleve su tensión y continúe hasta la red eléctrica para su posterior transmisión y distribución³⁷².

Es así como la energía del viento está relacionada con el movimiento de las masas de aire que se desplazan de áreas de alta presión atmosférica hacia áreas adyacentes de baja presión, con velocidades proporcionales al gradiente de presión, en otras palabras, los vientos son generados a causa del calentamiento no uniforme de la superficie terrestre por parte de la radiación solar, y entre el 1 y 2% de la energía proveniente del sol se convierte en viento. De día, las masas de aire sobre los océanos, los mares y los lagos se mantienen frías con relación a las áreas vecinas situadas sobre las masas continentales. Los continentes absorben una menor cantidad de luz solar, por lo tanto, el aire que se encuentra sobre la tierra se expande, y se hace por lo tanto más liviano y se eleva³⁷³.

Para poder aprovechar la energía eólica es importante conocer las variaciones diurnas y nocturnas y estacionales de los vientos, la variación de la velocidad del viento con la altura sobre el suelo, la entidad de las ráfagas en espacios de tiempo breves, y valores máximos ocurridos en series históricas de datos con una duración mínima de 20 años. También se debe conocer la velocidad máxima del viento para poder utilizar la energía del viento, es necesario que este alcance una velocidad mínima que depende del aerogenerador que se vaya a utilizar, pero que suele empezar entre los 3 m/s (10 km/h) y los 4 m/s (14,4 km/h), velocidad denominada “*cut-in speed*”, y que no supere los 25 m/s (90 km/h), velocidad llamada “*cut-out speed*”³⁷⁴.

³⁷² Cfr. Enel, (s.a.), *¿Qué es la energía eólica y cómo funciona?*, recuperado de <https://www.enel.pe/es/sostenibilidad/que-es-la-energia-eolica-y-como-funciona.html>

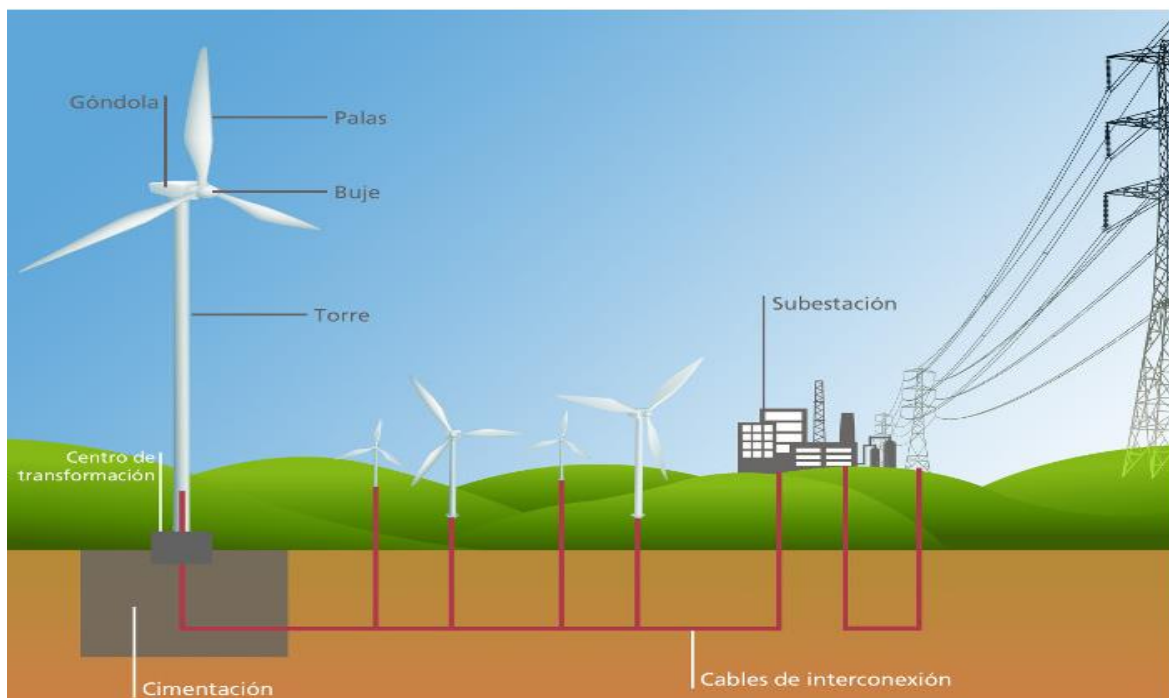
³⁷³ Cfr. Universidad Veracruzana, *op. cit.*, recuperado de <https://www.uv.mx/coatza/cires/main/keeseolica/>

³⁷⁴ Cfr. *Ídem*.

Culminamos con el argumento de que esta fuente de energía renovable se obtiene de la energía cinética del viento generada por efecto de las corrientes de aire, la cual es transmutada en otras formas útiles para las actividades humanas, principalmente se utiliza para producir energía eléctrica. Si se utiliza directamente la energía mecánica, será un aeromotor o máquina eólica (comúnmente conocido como molino de viento), y si se acciona un generador eléctrico, se tratará de un aerogenerador.

La energía eólica es un recurso abundante, renovable, limpio que ayuda a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero al reemplazar a las termoeléctricas que utilizan como fuente a los combustibles fósiles, lo que la convierte en un tipo de energía verde, aunque su principal inconveniente es la intermitencia del viento³⁷⁵.

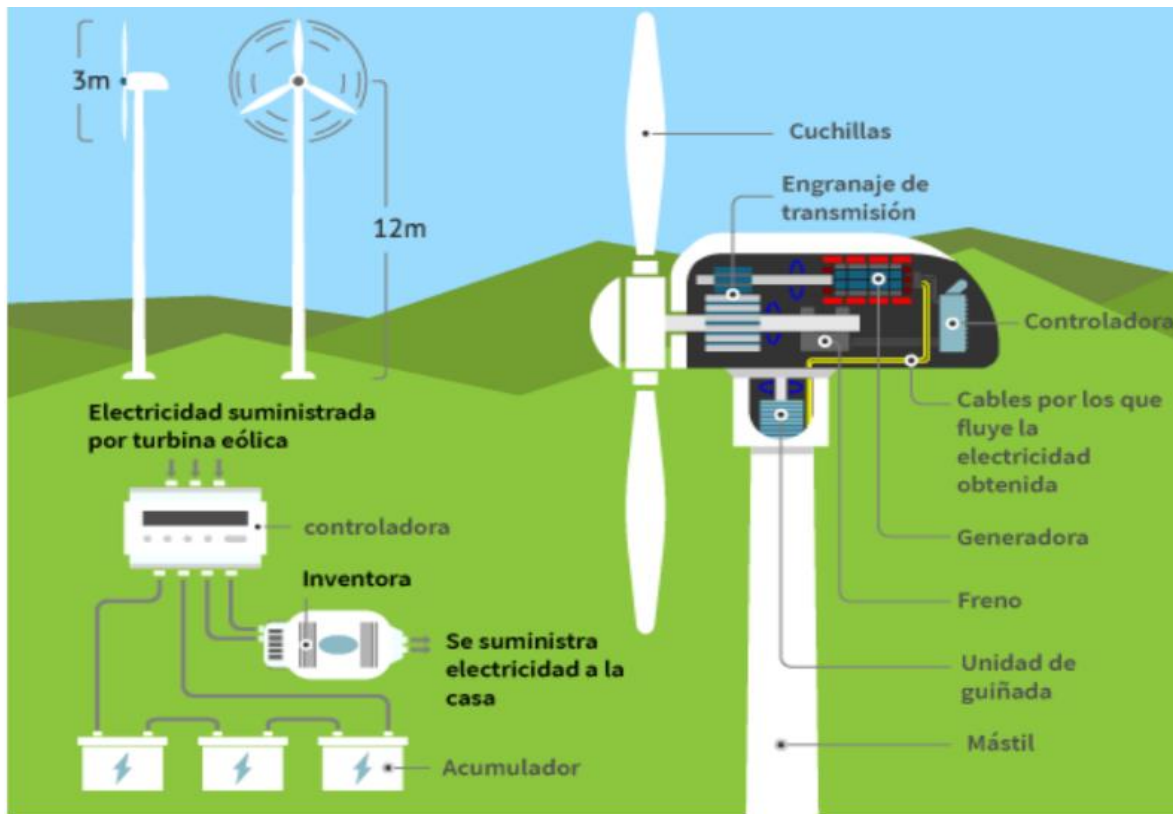
Enseguida se muestran imágenes de las instalaciones para la utilización de la Energía Eólica.



Referencia Cibergráfica³⁷⁶

³⁷⁵ Cfr. *Ídem*.

³⁷⁶ Recuperado de <http://www.laenergiadelcambio.com/energia-eolica-casas-electricidad-generacion/>



Funcionamiento de un aerogenerador

Referencia Cibergráfica³⁷⁷

3.- La Energía Geotérmica: Es la energía que se obtiene mediante el aprovechamiento del calor interno de la Tierra, misma que es considerada continua e inagotable a escala humana. Al respecto, un yacimiento geotérmico es una zona del subsuelo donde el recurso geotérmico es susceptible de ser aprovechado por el hombre³⁷⁸.

La energía geotérmica viene del calor de la roca fundida, o magma, que se encuentra en las profundidades de la Tierra y que sube a través de las grietas o fisuras de las rocas sólidas y semisólidas del interior de la de la corteza terrestre, la cual se utiliza para generar energía mecánica, calorífica y eléctrica. La mayoría de las centrales geotérmicas construidas son hidrotermales, se alimentan del agua

³⁷⁷ Recuperado de <https://aprende.com/blog/oficios/energia-eolica/energia-eolica-todo-lo-que-deberias-aprender-en-un-curso-de-instalacion>

³⁷⁸ Cfr. Gencat, (s.a.), *Tipos de energía geotérmica*, recuperado de <https://icaen.gencat.cat/es/energia/renovables/geotermica/tipus/>

caliente que se encuentra cerca de la superficie de la Tierra, donde haya grietas en la corteza terrestre. Además, estas centrales geotérmicas utilizan el vapor para hacer girar una turbina que produce electricidad³⁷⁹.

Por su parte, los yacimientos geotérmicos son las zonas del subsuelo cuyo calor se puede aprovechar, se clasifican de la siguiente manera de acuerdo con el nivel energético del recurso que contienen:

- De muy baja temperatura: Son los yacimientos unos metros por debajo de la superficie del suelo (unos 2 metros aproximadamente) donde la temperatura es inferior a los 30°C (de 15°C a 19°C). Se suelen utilizar como intercambiador térmico en sistemas de climatización mediante bomba de calor.
- De baja temperatura: Alcanzan temperaturas entre 30 y 100°C. Se usan en sistemas de calefacción urbanos, procesos industriales y balnearios.
- Por término medio temperatura: Generalmente alcanzan temperaturas entre 100 y 150°C. Permiten su aprovechamiento, pero con un rendimiento menor que los de alta temperatura.
- De alta temperatura: Existen en las zonas más activas de la corteza de la Tierra a temperaturas superiores a 150°C. Las altas temperaturas de este tipo de yacimientos son perfectas para producir energía eléctrica. Esto se debe a que se hace circular agua que a estas altas temperaturas produce vapor y mediante una turbina, a la que hace moverse, se genera energía eléctrica³⁸⁰.

De manera general, el aprovechamiento de los recursos geotérmicos se puede dar de dos formas: (1) para la generación de energía eléctrica, y (2) para el aprovechamiento del calor³⁸¹.

³⁷⁹ Cfr. Redacción Factorenergía, (14 de febrero de 2023), *Energía geotérmica: una energía en potencia*, recuperado de <https://www.factorenergia.com/es/blog/eficiencia-energetica/energia-geotermica/>

³⁸⁰ Cfr. *Ídem*.

³⁸¹ Cfr. Bolón García, Abel Mizrain *et. al.*, (02 de noviembre de 2017), *Energía geotérmica, ¿con potencial en México?*, recuperado de <https://energiaadebate.com/energia-limpia-energia-geotermica-con-potencial-en-mexico/>

En el caso de la producción de electricidad, lo que se aprovecha es la salida del vapor de las fuentes geotérmicas (yacimientos), donde se accionan turbinas con las cuales se genera electricidad. En este caso los recursos geotérmicos suelen ser los de alta temperatura. Cabe señalar que, en ocasiones, aunque no exista un yacimiento, se puede crear un yacimiento geotérmico inyectando agua en una zona del terreno que esté a alta temperatura, lo que permite aprovechar este recurso geotérmico en muchos lugares donde hasta entonces era inviable³⁸².

Ahora bien, el aprovechamiento de calor implica un uso directo, pues la explotación que se da del fluido geotérmico se da en forma de calor, es decir, sin la intervención de un medio que la convierta en otras formas de energía, como la electricidad. Ejemplo de lo anterior son el uso del vapor para calefacción de invernaderos, de edificios, piscinas, balnearios, secado de tejido o pavimento, así como para diversas maquinarias en fábricas y usos industriales³⁸³.

Cabe señalar que, en ambos casos, la explotación y aprovechamiento de los recursos geotérmicos involucra diversas etapas que van desde la investigación del área geotérmica, pasando por el mantenimiento técnico de la central correspondiente, hasta el desmantelamiento de las instalaciones de las centrales geotérmicas y abandono del sitio donde estas se encuentran³⁸⁴.

Igualmente, el uso calorífico de la energía geotérmica no se restringe a la climatización de viviendas, ya que la geotermia también puede combinarse con sistemas de ventilación controlada para el abastecimiento de agua caliente (tanto en inmuebles particulares como agua caliente sanitaria). Asimismo, a grandes escalas, la energía geotérmica puede ser empleada como una potente fuente en la producción de energía para la industria o para el acondicionamiento de espacios al aire libre como el calentamiento de campos de fútbol o para la eliminación de nieve en puentes, andenes, entre otros³⁸⁵.

³⁸² Cfr. *Ídem*.

³⁸³ Cfr. *Ídem*.

³⁸⁴ Cfr. *Ídem*.

³⁸⁵ Cfr. Rehau, (s.a.), *Qué es la geotermia*, recuperado de <https://www.rehau.com/es-es/que-es-la-geotermia>

Una de las principales ventajas de la utilización de la energía geotérmica está asociada con el ahorro energético, ya que la instalación de un sistema de climatización con este tipo de energía puede significar hasta un 75% menos en las facturas, en comparación con los sistemas de calefacción que usan gas natural. Además del ahorro en el consumo energético, la utilización de la energía geotérmica también es ventajosa para el medio ambiente, puesto que ayuda a reducir considerablemente las emisiones globales de CO₂ a la atmósfera. Asimismo, su vida útil es de entre 25 y 50 años, pudiendo ser utilizado un único sistema para calefacción y refrigeración³⁸⁶.

En contraste, una de las desventajas de los sistemas de aprovechamiento y utilización de la energía geotérmica está relacionada con sus costos, sin embargo, varios estudios y comparaciones han demostrado que la inversión en este tipo de sistemas se amortiza en menos tiempo de lo que generalmente se tiene contemplado. Aunque la principal desventaja de esta energía renovable es la complejidad del desarrollo de este tipo de proyectos debido a los aspectos físicos y químicos, así como a las condiciones de seguridad que implica el aprovechamiento de los yacimientos geotérmicos³⁸⁷.

Asimismo, otras adversidades latentes en los proyectos geotérmicos consisten en:

A) **Localización geográfica limitada:** Los recursos geotérmicos más adecuados se encuentran en áreas geográficas específicas, lo cual limita su disponibilidad en algunas regiones ya que no todos los lugares tienen acceso a recursos geotérmicos viables, dadas las condiciones geológicas específicas que dan lugar a su aprovechamiento técnica y económicamente viables.

B) **Requerimientos técnicos y costos de instalación:** La instalación de sistemas geotérmicos es bastante costosa y requiere conocimientos técnicos especializados, lo que conlleva a utilizar técnicas para mejorar la eficiencia de los yacimientos, como mejoradores y sustancias que hacen más

³⁸⁶ Cfr. *Ídem*.

³⁸⁷ Cfr. *Ídem*.

productivo el yacimiento. Los costos iniciales suelen ser elevados debido a la necesidad de perforación de pozos, instalación de equipos y sistemas de distribución de calor o frío, esto implica que la inversión sea constante y vaya aumentando por largos periodos de tiempo.

C) Posibles impactos ambientales asociados a los proyectos y el grado de incertidumbre de los mismos: A pesar de que la energía geotérmica es considerada limpia, existen posibles impactos ambientales, como emisiones de gases de efecto invernadero en ciertos casos, riesgos de contaminación a los cuerpos de agua o determinados recursos naturales, así como la posibilidad de sismos asociados con la extracción de calor del subsuelo. Además, el grado de incertidumbre respecto a la productividad de un yacimiento es muy alto, por lo que iniciar las gestiones técnicas y jurídicas para el desarrollo de un proyecto geotérmico, no garantiza su rentabilidad y de manera universal, el éxito de este³⁸⁸.

En conclusión, la energía geotérmica constituye en muchos países una oportunidad para diversificar la matriz energética de forma sostenible con el medio ambiente. Es una fuente de energía limpia que puede generar carga base confiable las 24 horas del día, los 7 días de la semana. A menudo la energía geotérmica puede ser una opción para la generación de electricidad de menor costo, comparado con el uso de combustibles fósiles, ya que no está sujeta a la volatilidad del precio internacional de las materias primas; además la geotermia también contribuye a mejorar la seguridad del suministro eléctrico y finalmente su implica beneficios ambientales³⁸⁹.

Enseguida se muestran imágenes de las instalaciones para la utilización de la Energía Geotérmica.

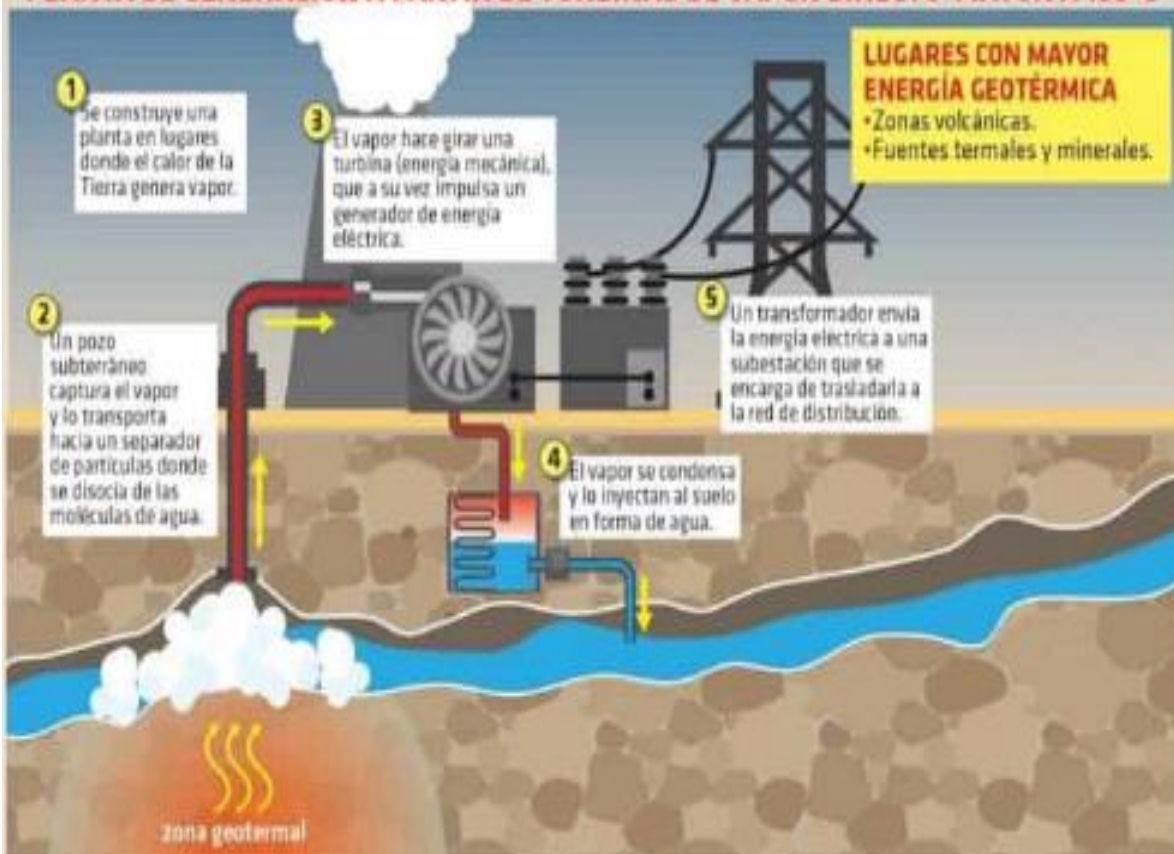
³⁸⁸ Cfr. Robledo, María, (24 de mayo de 2023), *Geotermia, ¿Qué es? Problemas, desventajas*, recuperado de <https://todorehabilitacion.com/geotermia-que-es-problemas-desventajas/#:~:text=La%20energ%C3%ADa%20geot%C3%A9rmica%20puede%20afectar,aprovechamiento%20de%20los%20fluidos%20geot%C3%A9rmicos.>

³⁸⁹ Cfr. CentralAmericaData, (17 de agosto de 2016), *Cómo mitigar los riesgos de la energía geotérmica*, recuperado de https://www.centralamericadata.com/es/article/home/Cmo_mitigar_los_riesgos_de_la_energa_geotrmica

ENERGÍA GEOTÉRMICA

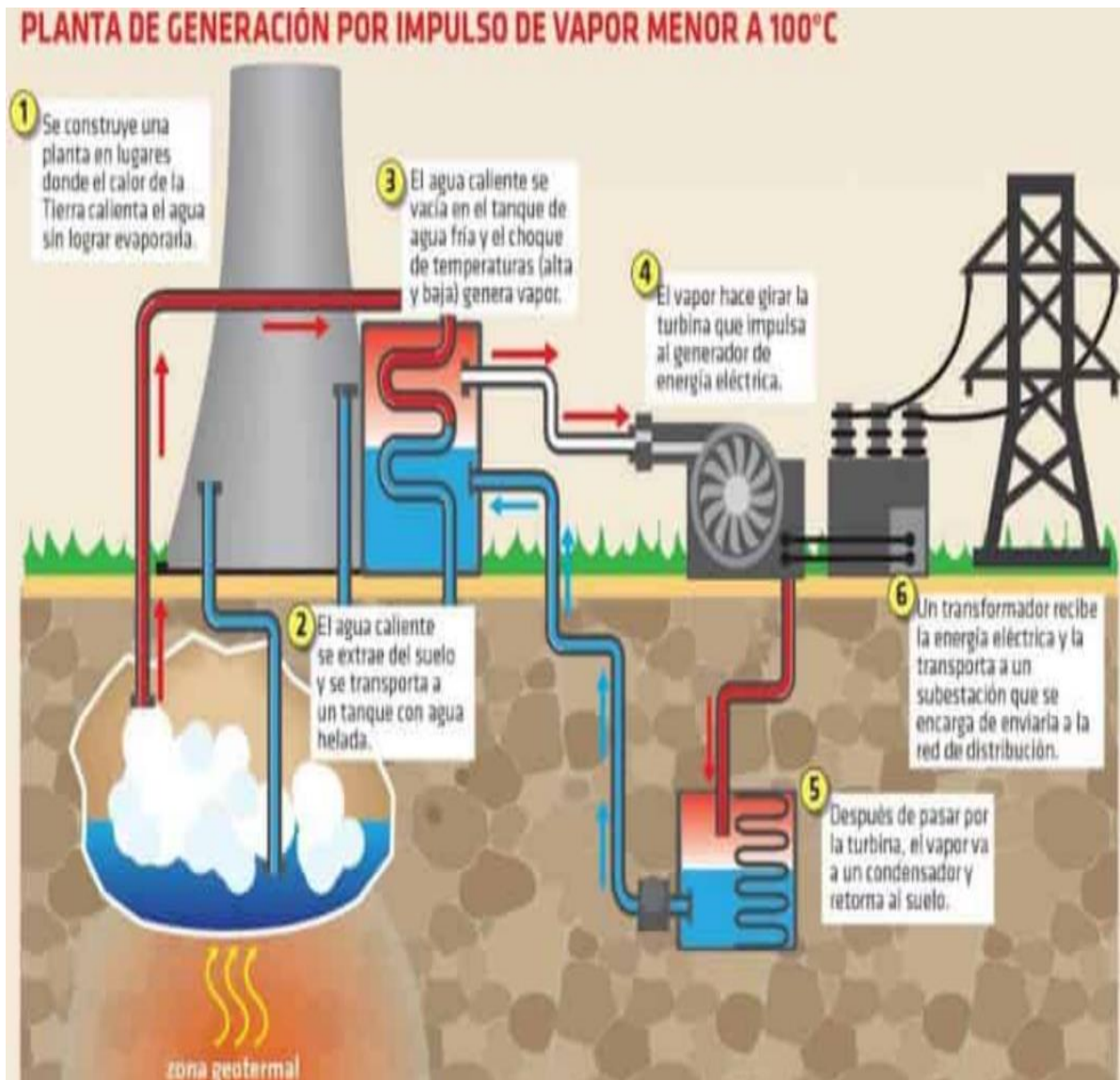
Es la energía que se encuentra en el núcleo de la Tierra y se concentra como vapor o agua caliente en zonas denominadas "geotermiales". De forma directa se utiliza para el cultivo, elaboración de hidrógeno y calentamiento de suelos, sin embargo también se procesa para la generación de energía eléctrica. Así es como se transforma.

PLANTA DE GENERACIÓN A PARTIR DE TURBINAS DE VAPOR DIRECTO MAYOR A 150°C



Referencia Cibergráfica³⁹⁰

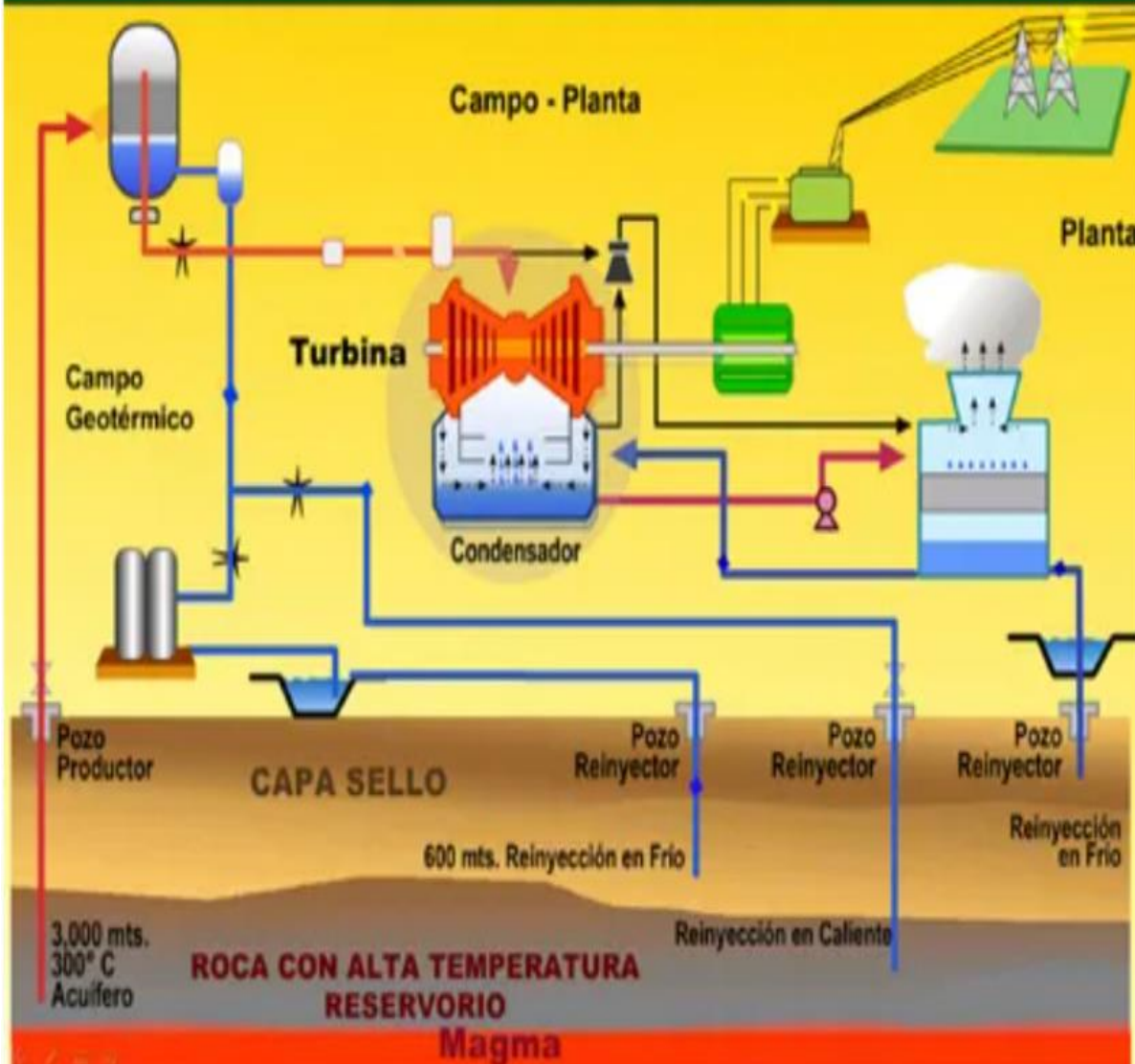
³⁹⁰ Recuperado de <https://subvenciones.info/ayudas/que-caracteristicas-tiene-la-energia-geotermica/>



Referencia Cibergráfica³⁹¹

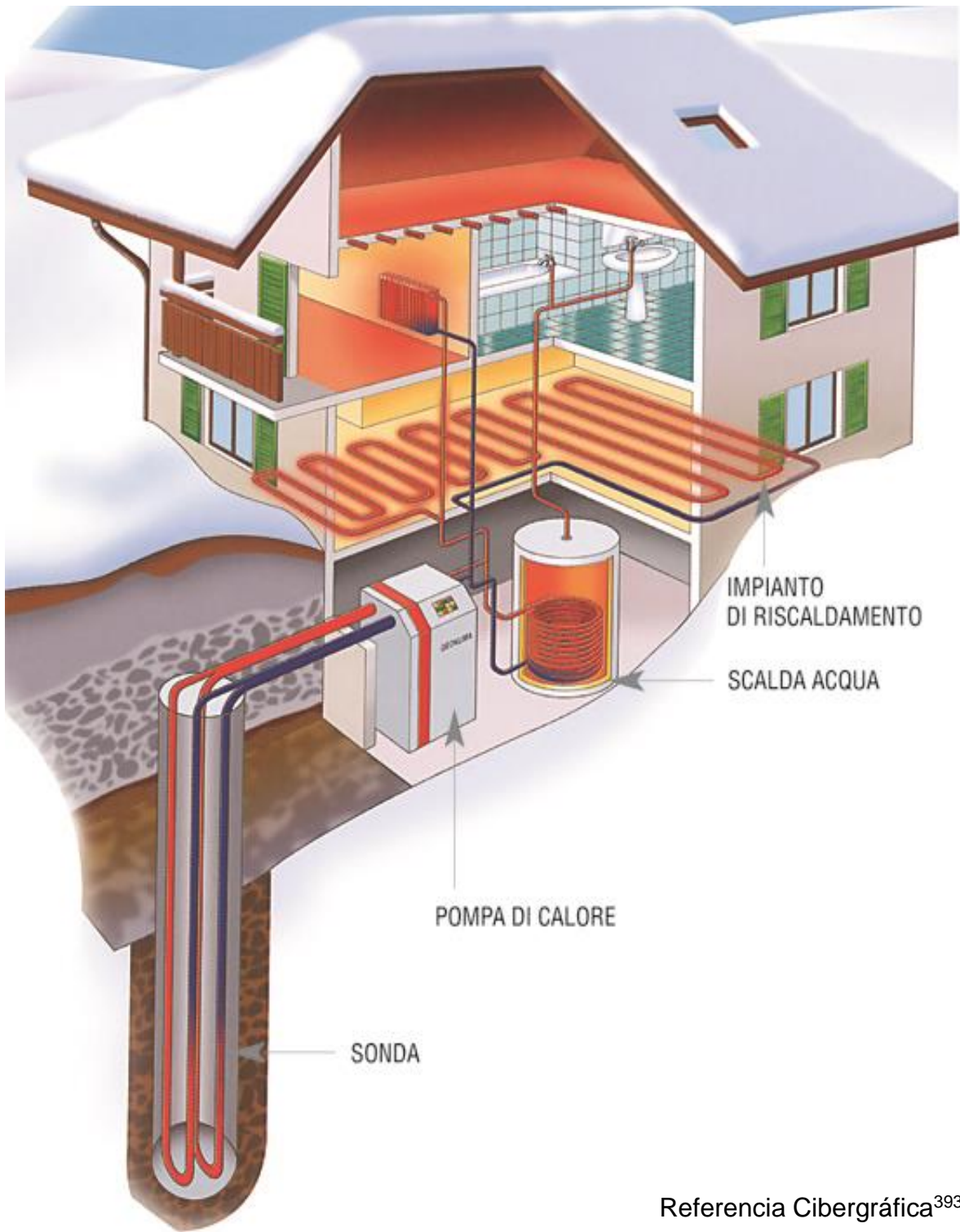
³⁹¹ Ídem.

Proceso de Generación Eléctrica en Geotermia



Referencia Cibergráfica³⁹²

³⁹² Recuperado de <https://consultingmj.wordpress.com/2016/08/23/que-es-y-como-functiona-la-geotermia/>



Referencia Cibergráfica³⁹³

³⁹³ Recuperado de <https://www.casasoleil.it/geotermico/>

4.- La Energía Hidráulica o Hidroeléctrica: Es aquella que utiliza el movimiento del agua para generar energía, su obtención se debe al aprovechamiento de las energías cinética y potencial de los saltos de agua o corrientes ya sea mediante molinos o presas. El propio movimiento del agua hace girar una turbina que está conectada a un transformador que produce la energía eléctrica³⁹⁴.

Antiguamente ya se hacía uso este tipo de energía para moler trigo a través de los molinos movidos por agua, los cuales aprovechaban la fuerza del movimiento del agua; paulatinamente con el desarrollo de los transformadores eléctricos y su adaptación a esta metodología, comenzó la expansión del uso de la energía hidráulica para producir electricidad³⁹⁵.

Las mayores ventajas que presenta este tipo de energía es su condición renovable gracias al ciclo del agua se puede considerar inagotable, además de ser almacenable, no contamina y, su flexibilidad para producir electricidad según la demanda, pudiendo regular el agua para incrementar o disminuir su producción en función de las necesidades o demanda de energía. Otra ventaja es que puede utilizarse para otros fines, como el abastecimiento humano o el riego³⁹⁶.

Por otro lado, podemos encontrar inconvenientes en el uso de la energía hidroeléctrica, el más inquietante versa sobre la construcción de presas o sistemas de retención del caudal del agua, toda vez que, si no se proyectan de forma sostenible y ordenada, se genera un gran impacto medioambiental, esta modificación a los elementos de un ecosistema para obtener este tipo de energía pueden suponer distintos tipos de perjuicios sobre la flora y fauna del entorno ambiental donde habitan estos. Una desventaja adicional es la dificultad de conocer qué caudal exacto tendrá el río, puesto que dependen de los ciclos meteorológicos (periodos secos vs. húmedos), algo que dificulta su control. Otro a destacar es que los emplazamientos hidráulicos suelen situarse lejos de las urbes, por lo que es

³⁹⁴ Cfr. Corral, David, (s.a.), *Descubre qué es la energía hidráulica y cómo se genera*, recuperado de <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/descubre-que-es-la-energia-hidraulica-y-como-se-genera/>

³⁹⁵ Cfr. *Ídem*.

³⁹⁶ Cfr. *Ídem*.

necesario transportar la energía eléctrica producida a través de costosas instalaciones de transmisión³⁹⁷.

Por último, otra desventaja a considerar de las grandes hidroeléctricas, es el CO₂ que se origina una vez que "se ahoga" la cubierta vegetal del sitio donde se establecen los complejos hidroeléctricos, ya que se producen grandes cantidades de emisiones por la consiguiente descomposición de flora y fauna adyacente. Dicha problemática se considera como un desincentivo para la construcción de futuras grandes presas (cuyas opciones, al menos en el caso de México, son también muy limitadas). Por lo que el reto es, generar tecnología, estrategias y mecanismos que permitan evitar la degradación vegetal y afectación a la fauna y/o a los ecosistemas contiguos a los grandes proyectos hidroeléctricos, buscando con lo anterior que puedan coexistir dichos proyectos sin impactos significativos al ambiente.

La producción de energía eléctrica que se obtiene a través de las centrales hidroeléctricas (presas hidráulicas), se da por medio de un embalse de agua y por medio de procesos donde intervienen el uso de turbinas hidráulicas, entre otros herramientas o mecanismos donde se despacha de forma controlada la energía eléctrica producida. Algunas presas funcionan sobre todo el caudal de un río u otros cuerpos de agua, mientras que otras desvían parte de la corriente de estos cuerpos³⁹⁸.

Una central hidroeléctrica funciona básicamente gracias a una turbina que gira cuando es impulsada por una corriente o salto de agua., la manera más eficiente de producir energía eléctrica en una central hidroeléctrica es construirla en la base de una presa, para poder controlar el flujo de agua sobre la turbina de manera estable³⁹⁹.

³⁹⁷ Cfr. *Ídem*.

³⁹⁸ Cfr. Redacción Factorenergía, (14 de febrero de 2023), *La energía hidráulica*, recuperado de <https://www.factorenergia.com/es/blog/eficiencia-energetica/energia-renovable-hidraulica/>

³⁹⁹ Cfr. Endesa, (17 de diciembre de 2021), *Energía hidráulica: qué es, cómo funciona y sus ventajas*, recuperado de <https://www.endesa.com/es/la-cara-e/energias-renovables/energia-hidraulica>

El funcionamiento de una central hidroeléctrica consiste de forma genérica en:

1. Acumulación de agua: Las presas acumulan gran cantidad de agua dentro del embalse, en ese momento la energía del agua se almacena en forma de energía potencial.
2. Apertura de la esclusa: Es el momento en el que se deja correr el agua y, por acción de la gravedad, se transforma la energía potencial de agua en energía cinética.
3. Movimiento de la turbina: El flujo de agua transfiere esa energía cinética (debido a su movimiento), a la turbina de la central hidroeléctrica, haciendo que esta gire.
4. Acción del generador: El movimiento de la turbina activa el generador que es capaz de transformar la energía mecánica en energía eléctrica por acción de un campo magnético.
5. Cambio de voltaje en el transformador: Tras la producción de la energía eléctrica (generalmente energía alterna) esta se conduce a un transformador para aumentar su voltaje, así, se puede transportar la energía desde la central hasta los distintos puntos de transmisión y suministro.
6. Conexión a la red eléctrica: Una vez que la energía eléctrica sale de la central hidroeléctrica se conecta a la red eléctrica para ser transportada y distribuida a los diferentes consumidores finales⁴⁰⁰.

En continuidad con lo anterior, existen distintos tipos de centrales hidroeléctrica, los cuales se clasifican por su capacidad de producción o bien por la fuente de agua que emplean para producir electricidad (por su ubicación).

- **Clasificación por potencia instalada**

Se clasifican en tres tipos de centrales según la potencia que tienen y la cantidad de energía hidroeléctrica que son capaces de acumular:

- Microcentrales hidroeléctricas: son las más pequeñas y alcanzan máximos de 1 MW de potencia.

⁴⁰⁰ Cfr. *Ídem*.

- Minicentrales hidroeléctricas: aquellas con una potencia de entre 1MW y 10MW de potencia.
- Centrales de gran potencia: todas aquellas centrales con capacidades mayores a los 10MW de potencia.

De entre todas ellas, la tecnología de las microcentrales hidráulicas es la forma más respetuosa con el medioambiente que se conoce para la producción de electricidad.

- **Clasificación por ubicación**

En este caso, la clasificación de las centrales hidráulicas por ubicación está relacionada con el tipo de fuente de agua que emplean para producir electricidad. Principalmente podemos destacar dos tipos de centrales:

- Centrales filo de agua o de agua fluyente: se sitúan en la orilla de un río para aprovechar el flujo y generar energía. Funcionan de manera continua ya que no pueden almacenar el agua como lo hacen las centrales de embalse.
- Centrales de embalse: son las que se sitúan en la parte baja de un embalse. Utilizan el agua almacenada y el caudal controlado que pasa por la turbina para generar la electricidad. Son el tipo de centrales más frecuente porque pueden producir energía de manera constante durante todo el año.

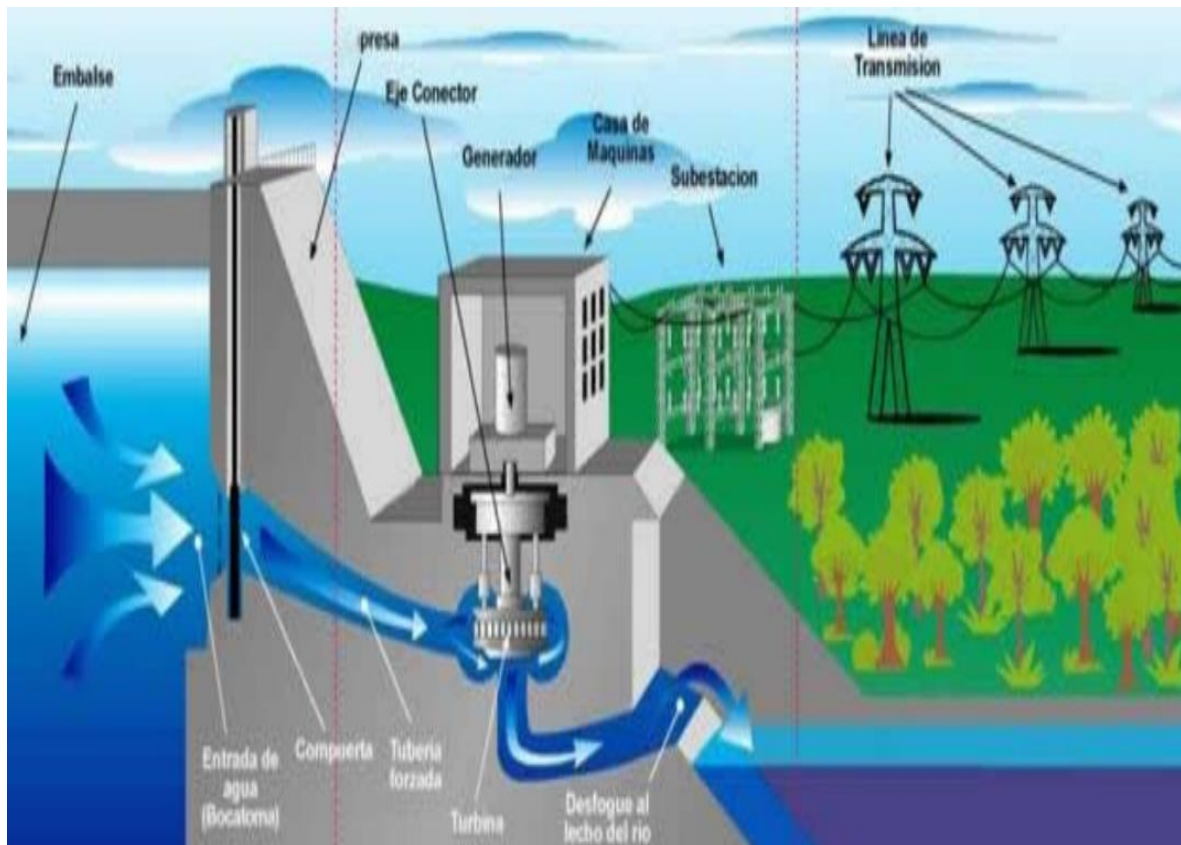
Otras centrales de este tipo, aunque menos habituales, son las de regulación y reversible.

- Las centrales hidroeléctricas de regulación son similares a las de filo de agua, pero con cierta capacidad para almacenar parte del caudal del río y poder utilizarlo como reservorio de energía.
- Las centrales reversibles o de bombeo utilizan parte de la energía generada en la producción de energía hidroeléctrica en bombear de nuevo el agua al embalse. De esta manera se optimiza el aprovechamiento del agua a la hora de producir electricidad⁴⁰¹.

⁴⁰¹ Cfr. *Ídem*.

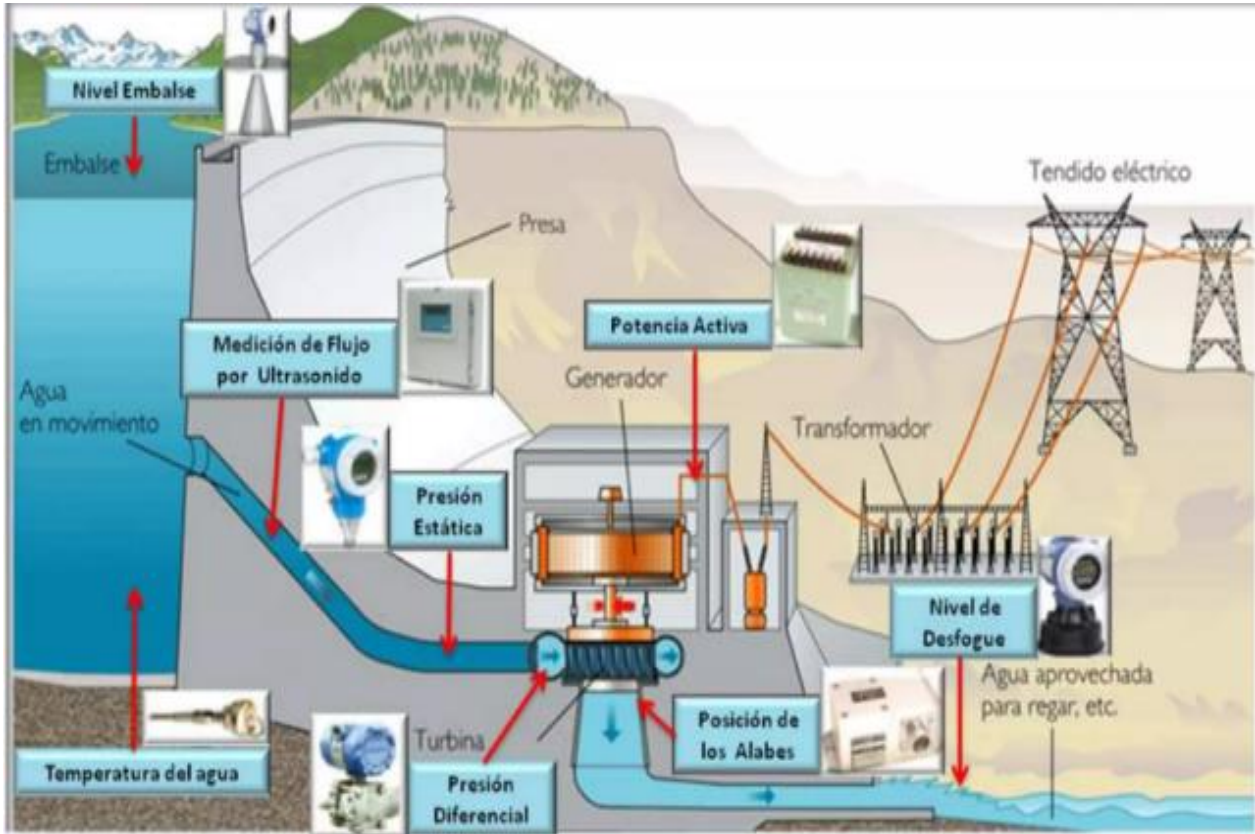
Entendemos que este tipo de energía implica un uso eficaz, limpio y seguro del agua, sin embargo, conlleva un reto importante de sostenibilidad para compensar el impacto ambiental que llega a generar la construcción de las presas hidráulicas, sobre todo de las grandes hidroeléctricas.

Enseguida se muestran imágenes de las instalaciones para la utilización de la Energía Hidráulica o Hidroeléctrica.

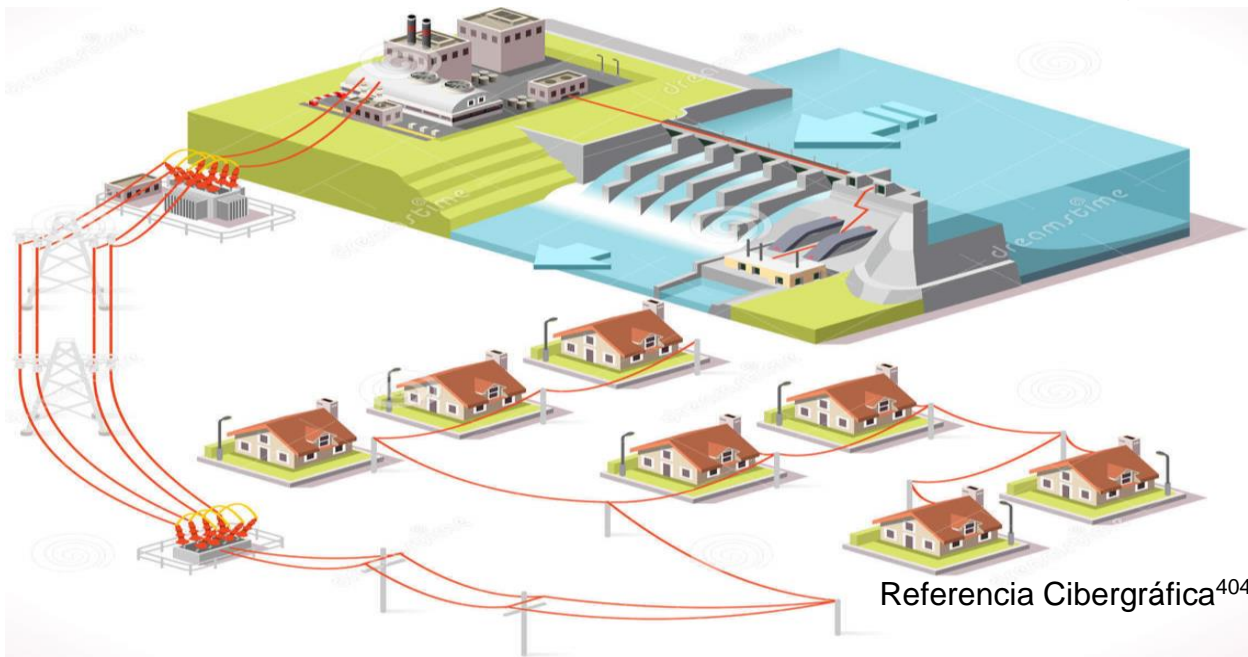


Referencia Cibergráfica⁴⁰²

⁴⁰² Recuperado de <https://fuentesdeenergiact.wordpress.com/fuentes-de-energia-renovables/hidraulica/constitucion-de-una-central-electrica/>



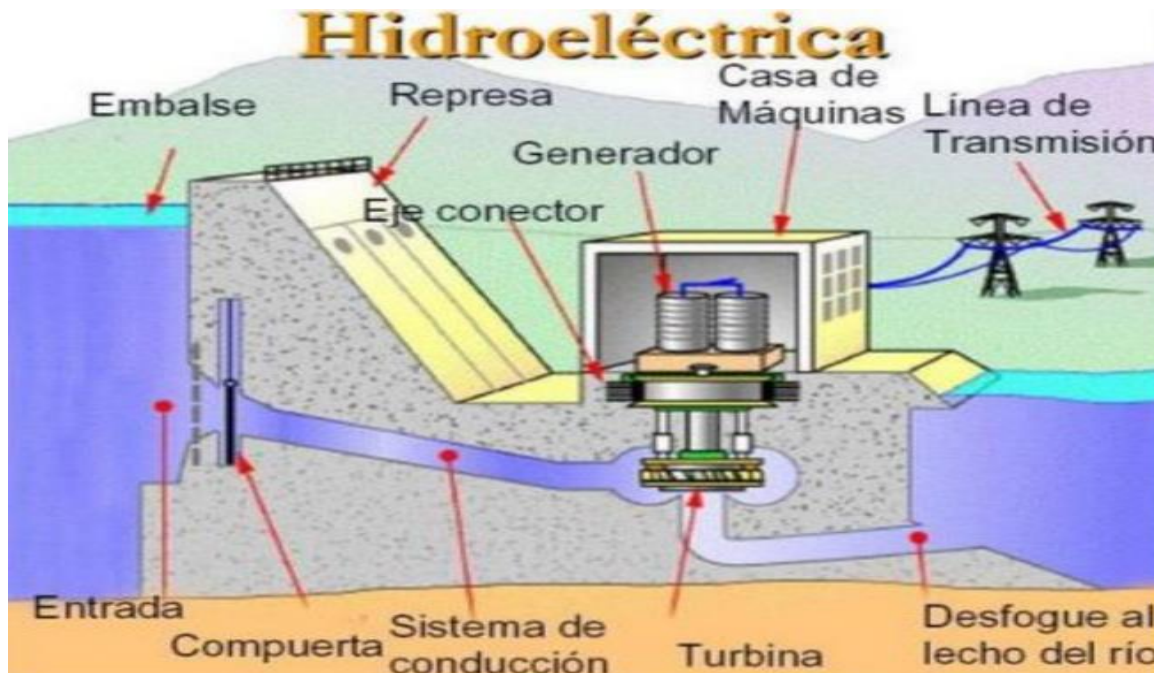
Referencia Cibergráfica⁴⁰³



Referencia Cibergráfica⁴⁰⁴

⁴⁰³ Recuperado de <https://es.slideshare.net/Mily29/funcionamiento-de-una-central-hidroelctrica>

⁴⁰⁴ Recuperado de <https://es.dreamstime.com/stock-de-ilustraci%C3%B3n-energ%C3%ADa-infographic-isom%C3%A9trico-image62361399>



Referencia Cibergráfica⁴⁰⁵

5.- La Energía Mareomotriz también llamada energía Oceánica o Marina:

Consiste en aprovechar la energía proveniente del movimiento de las mareas a través del ascenso y descenso del agua del mar producido por la acción gravitatoria del Sol y la Luna, de esta forma la energía potencial de las mareas se convierte en energía eléctrica mediante el movimiento de una turbina, como en las centrales hidroeléctricas⁴⁰⁶.

En este sentido, los océanos tienen un gran potencial energético que, mediante diferentes tecnologías, puede ser transformado en electricidad. En tal modo, encontramos distintas tipologías que aprovechan el potencial energético del mar, destacando además de la energía mareomotriz, las siguientes:

- Energía Undimotriz u Olamotiz (energía de las olas): Es el aprovechamiento de la energía mecánica de las olas, el sistema consiste en una serie de boyas completamente sumergidas que transforma la cadencia del movimiento de las olas en energía hidráulica para hacer funcionar las bombas de alta

⁴⁰⁵ Recuperado de <https://las-energias.webnode.com.co/energia-hidroelectrica/>

⁴⁰⁶ Cfr. Redacción Factorenergía, (14 de febrero de 2023), *La energía mareomotriz: la gran desconocida*, recuperado de <https://www.factorenergia.com/es/blog/eficiencia-energetica/energia-mareomotriz/>

presión instaladas en el fondo a las que están conectadas mediante un cable de acero. De esta forma, el agua a alta presión impulsada por las bombas, se hace llegar hasta su destino, o bien, a una central eléctrica para transformar esa energía hidráulica en electricidad mediante generadores hidroeléctricos, o hasta una planta de desalación en donde la presión hidráulica alimenta a los motores hidráulicos que comandan las bombas de la planta.

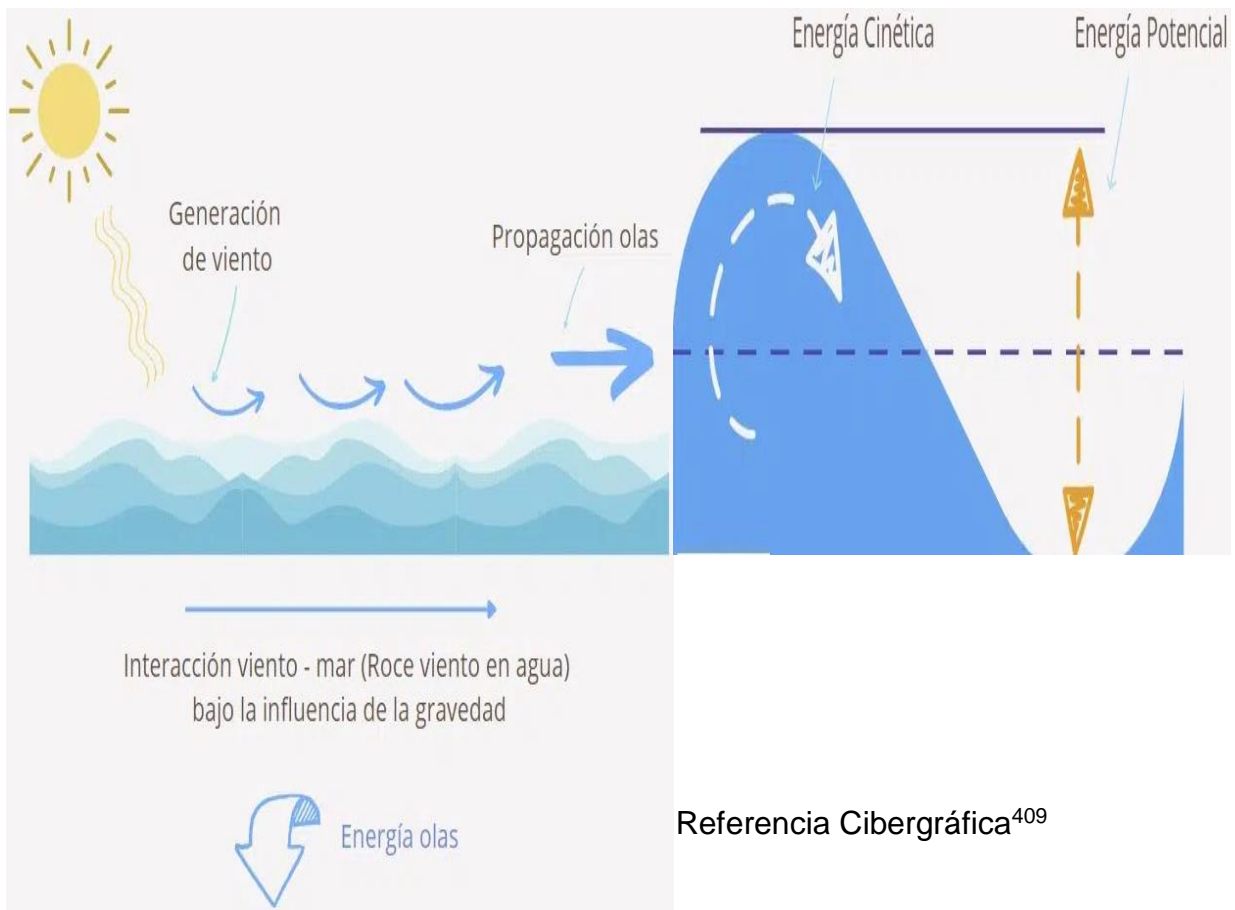
- **Energía de las Corrientes Marinas:** Consiste en el aprovechamiento de la energía cinética de las corrientes marinas para producir electricidad. Se genera por el movimiento continuo de las aguas cercanas a la superficie, impulsada principalmente por el viento y por el calentamiento solar de los océanos. La energía cinética asociada a las corrientes marinas puede ser aprovechada mediante sistemas modulares, o por sistemas similares a las turbinas que se usan para generar energía mediante el aire.
- **Energía Maremotérmica o del Gradiente Térmico:** Se fundamenta en el aprovechamiento de la diferencia de la temperatura entre las aguas superficiales y las del fondo marino, esta variación térmica se utiliza para generar electricidad. Por ende, la energía térmica es transformada mediante un evaporador que se conecta a una turbina que traslada el vapor a un condensador de agua fría para impulsar un generador que proporciona la energía eléctrica que se suministra a la red eléctrica.
- **Energía de los Gradientes de Salinidades o Energía Azul:** Se obtiene energía a partir de la diferencia en la concentración de sal que hay entre el agua del mar y la de los ríos. Esta energía asociada con el gradiente de salinidad puede ser aprovechada mediante el proceso inverso a la presión retardada por ósmosis y las tecnologías asociadas de conversión⁴⁰⁷.

⁴⁰⁷ Cfr. Martínez Barreiro, Julio Damián, “Régimen jurídico de las energías renovables”, en Márquez Rábago Sergio R. y Martínez Barreiro Julio Damián (coords.), *Derecho energético mexicano*, México, PorrúaPrint, 2021, p. 259.

Haciendo hincapié en la energía undimotriz, esta tiende a usarse como sinónimo de la energía mareomotriz u oceánica, sin embargo, en estricto sentido esto no es cierto, ya que la oceánica es el género y la undimotriz una especie de la anterior.

Esta última aprovecha la energía cinética del movimiento de las olas producidas en la superficie del mar para poder generar energía eléctrica. La mecánica de la undimotriz se centra en atrapar la energía de las olas, para que se produzca el oleaje, primero se necesita un calentamiento variable de la atmosfera por el Sol que produce el viento. Después, el viento continuo al rozar la superficie del mar provoca el oleaje. A partir de aquí, se empiezan a realizar estudios de los oleajes sobre la costa e informes de impacto ambiental para ver si es viable la construcción de las instalaciones undimotrices⁴⁰⁸.

Lo anterior se ve representado con las siguientes imágenes.



Referencia Cibergáfica⁴⁰⁹

⁴⁰⁸ Cfr. Ovacen, (s.a.), *Energía undimotriz o olamotriz*, recuperado de <https://ovacen.com/energias-renovables/undimotriz-olamotriz/>

⁴⁰⁹ *Ídem*.

Por sus características, esta especie de energía Mareomotriz u Oceánica se puede aprovechar en virtud de tres fenómenos:

- Por el empuje de la ola por su frente.
- Por las diferentes variaciones de altura que presentan.
- Y por la variación en la presión bajo la superficie de las propias ondas⁴¹⁰.

A su vez, los dispositivos undimotrices son basados en sistemas mecánicos o neumáticos (fluidos a presión) cuya tecnología puede montarse en modo fijo (anclado al lecho marino) o flotante a través de:

- Dispositivos de generación fijos: Aquellos que están ubicados en el rompiente o línea costera, y aquellos que están anclados en el lecho marino en aguas que normalmente son poco profundas.
- Dispositivos de generación flotantes: Son las instalaciones que se encuentran flotando en el mar o los océanos, estando más lejos o más cerca de la costa⁴¹¹.

Además de esto, el oleaje del mar no sólo está presente en plena costa, sino también hacia el interior del mar. Así, tendremos diferentes posibilidades para ubicar una instalación undimotriz:

- ✚ Mecanismos sobre la costa (También llamados dispositivos *Onshore*): Son los mecanismos olamotriz fijos sobre rompientes de olas, acantilados rocosos y donde la profundidad de las aguas es muy reducida.
- ✚ Mecanismos cerca de la costa: Sistemas ubicados cerca de la costa y en profundidades que rondan entre 10 y 40 metros. El anclaje del mismo puede ser fijo al suelo marino o sobre el agua.
- ✚ Mecanismos dentro del mar o fuera de la costa (Llamados dispositivos que captan el oleaje *Offshore*): El sistema puede ser de anclaje fijo al suelo marino o sobre el agua⁴¹².

⁴¹⁰ Cfr. *Ídem*.

⁴¹¹ Cfr. *Ídem*.

⁴¹² Cfr. *Ídem*.

Adicional, como complemento de todo lo anterior, existen diversos tipos de sistemas undimotrices, los principales que podemos encontrar son:

1.- Columna de agua oscilante (OWC): Es un colector en columna donde el agua sube y baja cuyo movimiento actúa como un pistón (comprime y descomprime aire) conducido a una turbina para generar electricidad.

2.- Sistemas de rebosamiento: Se aplica el método del desbordamiento, donde la ola rebosa por una rampa creando una altura de rampa cuya energía será captada por una turbina hidroeléctrica de baja caída.

3.- Atenuador: Los aparatos atenuadores son estructuras largas que flotan en la dirección del oleaje cuyo movimiento amortiguador produce electricidad renovable.

4.- Amortiguador de punto: La tecnología consiste en absorber energía entre un cuerpo en movimiento que produce ondas y una estructura fija. La electricidad se produce por bombeo de fluido o por un generador rotatorio o lineal.

5.- Convertidor de incremento súbito de agua oscilante: Es una estructura anclada en el lecho marino donde el movimiento oscilante produce corriente.

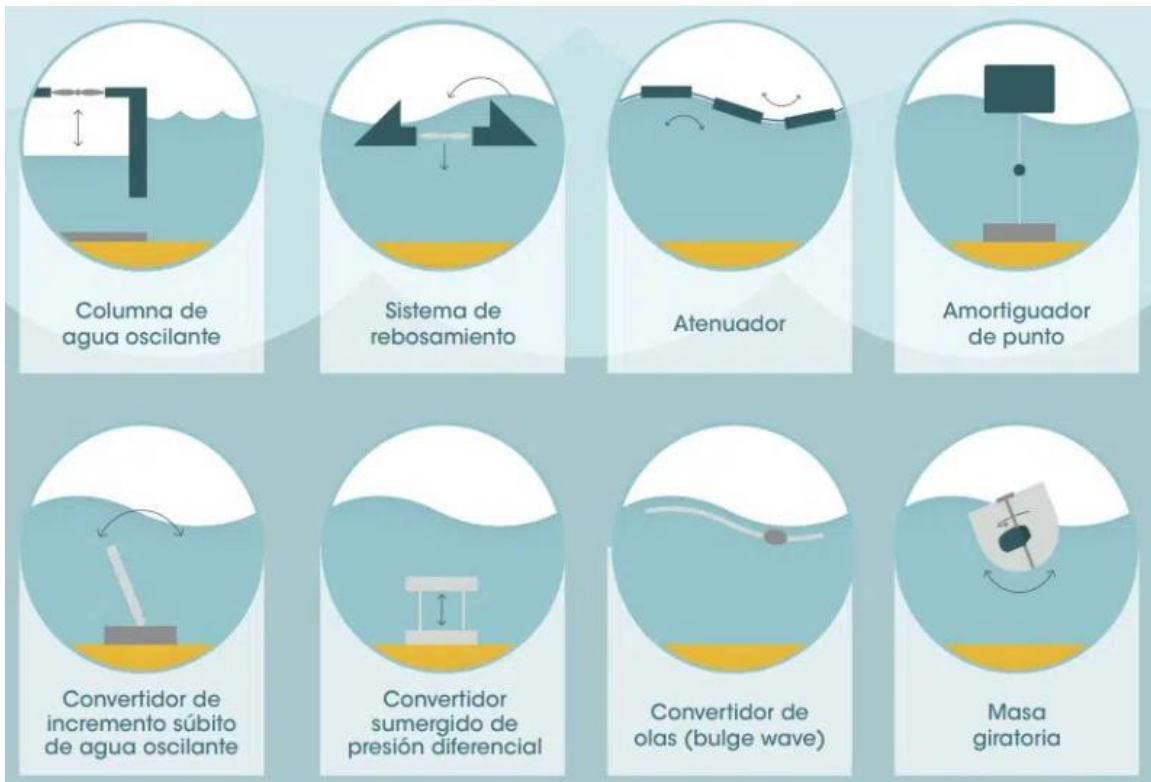
6.- Convertidor sumergido de presión diferencial: Dispositivos semisumergidos o sumergidos que utilizan las diferencias de presión entre las crestas y las depresiones para accionar una turbina.

7.- Convertidor de olas (bulge ware): El sistema consiste en un tubo de goma al estilo de una «serpiente» lleno de agua colocado en la superficie mar. Los extremos del tubo están sellados y se ancla. Las olas lo aprietan o agrandan provocando variaciones de presión en su longitud. Compresión y ampliación que permiten extraer energía.

8.- Masa giratorio: También llamado absorbedor puntual, es una estructura flotante que absorbe la potencia que produce el oleaje en todas direcciones⁴¹³.

⁴¹³ Cfr. *Ídem*.

Tal y como se muestra en la próxima imagen:



Referencia Cibergráfica⁴¹⁴

Por último, el uso principal de la energía undimotriz es la generación de electricidad para las poblaciones e industria costera, independientemente del tipo de tecnología que se utiliza. Máxime, se están investigando y desarrollando nuevos campos de utilidad, principalmente para el empuje de embarcaciones, desalinización del agua de mar por bombeo, entre otras aplicaciones relacionadas con el mar⁴¹⁵.

Retomando el tema de la energía mareomotriz, esta hace uso del movimiento de las mareas y se basa en el almacenamiento de agua en un embalse formado al construir un dique con unas compuertas que permiten la entrada de un caudal de agua para la generación eléctrica. A través de las plantas mareomotrices se aprovecha el agua para generar carga eléctrica⁴¹⁶.

⁴¹⁴ *Ídem.*

⁴¹⁵ *Cfr. Ídem.*

⁴¹⁶ *Cfr. BBVA Communications, (25 de marzo de 2021), Así funciona una central mareomotriz y genera energía, recuperado de <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/asi-funciona-una-central-mareomotriz-y-genera-energia/>*

Asimismo, hay distintos métodos de generación mediante energía de marea, en particular, existen tres tipos de centrales para generar este tipo de energía:

- **Generador de corriente de marea:** Los generadores de corriente de marea llamados *Tidal Stream Generators* “TSG” (por sus iniciales en idioma inglés) aprovechan la energía cinética del agua en movimiento de una forma muy similar a lo que hacen las turbinas eólicas. Esta forma de obtención de energía supone un costo más reducido y un menor impacto ecológico comparado con los demás métodos llevados a cabo en los otros dos tipos de centrales mareomotrices.
- **Presa de marea:** Las presas de marea utilizan la energía potencial que existe en las subidas y bajadas de marea. Es una obra de retención a lo largo de un estuario o una bahía cuya misión principal es embalsar el agua de la marea entrante en las obras de retención. Normalmente se construye para formar dos embalses separados y facilitar así la explotación de la central mareomotriz. La escasez de lugares en el mundo que reúnan las condiciones para albergarlas y el impacto medioambiental son dos inconvenientes importantes para este tipo de centrales mareomotrices.
- **Energía mareomotriz dinámica:** También llamada *Dynamic Tidal Power* “DTP” (por sus iniciales en idioma inglés), es una mezcla de las anteriormente descritas. Consiste en un sistema de grandes represas (entre 30 y 50 kms de longitud desde la costa hacia el mar) que inducen en el agua aprovechando las distintas fases de las mareas, movilizándolo así sus turbinas generadoras. Cada represa genera energía en una escala de 6 a 17 gigavatios (GW)⁴¹⁷.

Dentro de las ventajas de este tipo de energía renovable, destaca que es energía limpia que no tiene impacto sobre el cambio climático al no emitir gases de efecto invernadero a la atmósfera; se puede producir en cualquier época del año y, como se puede conocer en qué momento se van a producir las mareas, es posible adecuar el diseño de los sistemas para que sean más idóneos y funcionales; las

⁴¹⁷ Cfr. *Ídem*.

instalaciones son fáciles de mantener y duraderas a lo largo de muchos años; además, las instalaciones son silenciosas, incluso se puede bajar la producción de electricidad bajando la intensidad de las turbinas⁴¹⁸.

En contraste, dentro de las desventajas latentes en el uso de la energía mareomotriz u oceánica, se encuentran que, las centrales mareomotrices pueden producir impactos medioambientales sobre la fauna y flora marina existente en las diversas zonas marítimas; al ser un tipo de energía de uso relativamente moderno, la tecnología empleada en los proyectos mareomotrices aún necesita más desarrollo tecnológico para optimizar sus respectivos sistemas, ya que actualmente no alcanza un rendimiento tan eficiente en comparación con otros tipos de energía; es una fuente de energía que se produce de forma discontinua, cuyo aprovechamiento requiere de factores especiales como las condiciones geográficas y la topografía del terreno, así como el depender de las subidas y bajadas de las mareas⁴¹⁹.

Adicional a esto, otras dificultades técnicas en estas centrales incluyen la corrosión submarina y los problemas de mantenimiento de los grupos turbina-generador, por ejemplo, el crecimiento de malezas en las cuchillas⁴²⁰.

Otras desventajas incluyen un alto costo de inversión para construir una central mareomotriz, así como el tardado tiempo de construcción de una central mareomotriz, puesto que algunos casos, los proyectos pueden superar los 6 años de construcción; y, a consideración de algunas personas y comunidades, las centrales mareomotrices suelen tener un impacto visual significativo en las regiones marítimas donde se instalan (situación similar ocurre con los proyectos eólicos fuera de costa/offshore)⁴²¹.

⁴¹⁸ Cfr. *Ídem*.

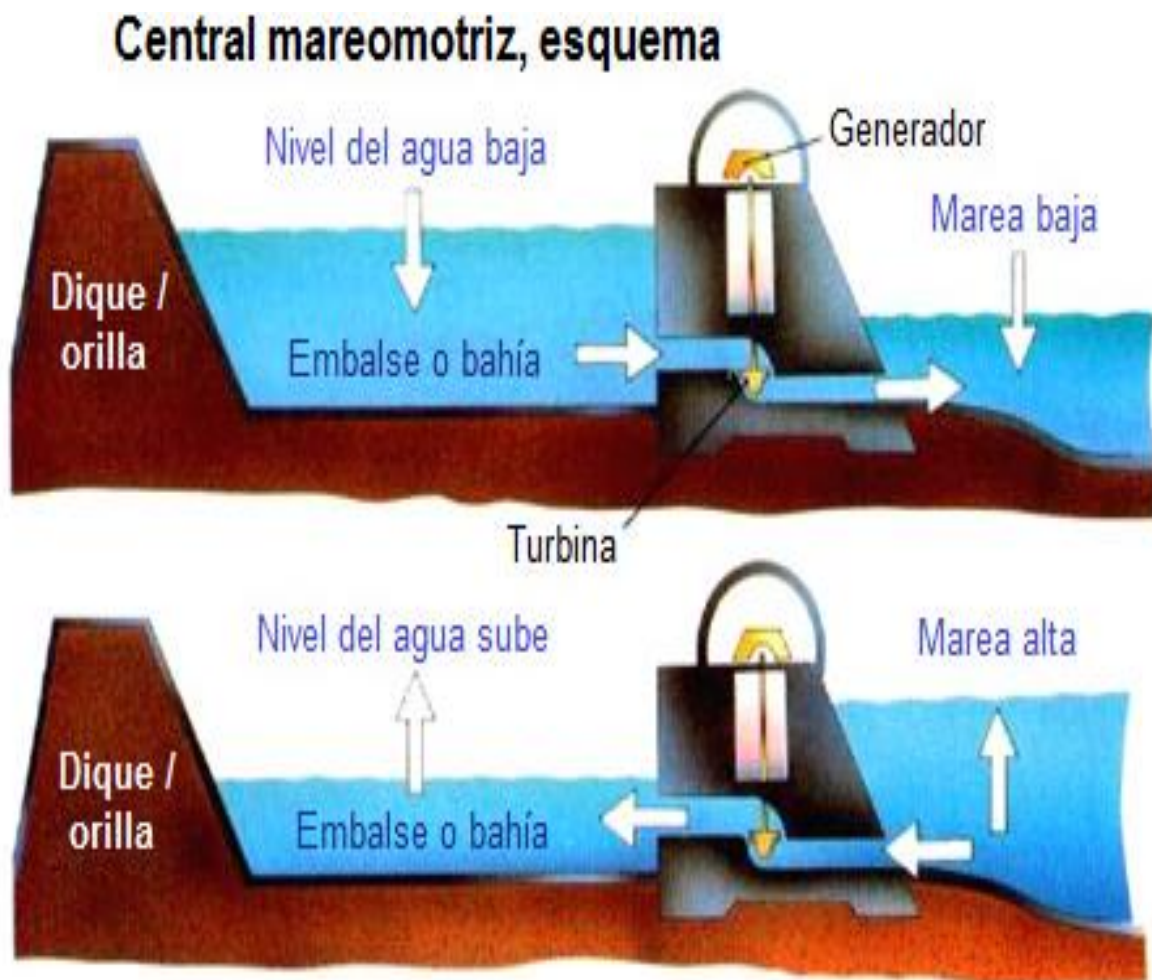
⁴¹⁹ Cfr. Ovacen, (s.a.), *Energía mareomotriz*, recuperado de <https://ovacen.com/energias-renovables/mareomotriz/>

⁴²⁰ Cfr. Areatecnología, (s.a.), *Energía mareomotriz*, recuperado de <https://www.areatecnologia.com/electricidad/energia-mareomotriz.html>

⁴²¹ Cfr. ConceptoABC, (s.a.), *Energía Mareomotriz*, recuperado de <https://conceptoabc.com/energia-mareomotriz/>

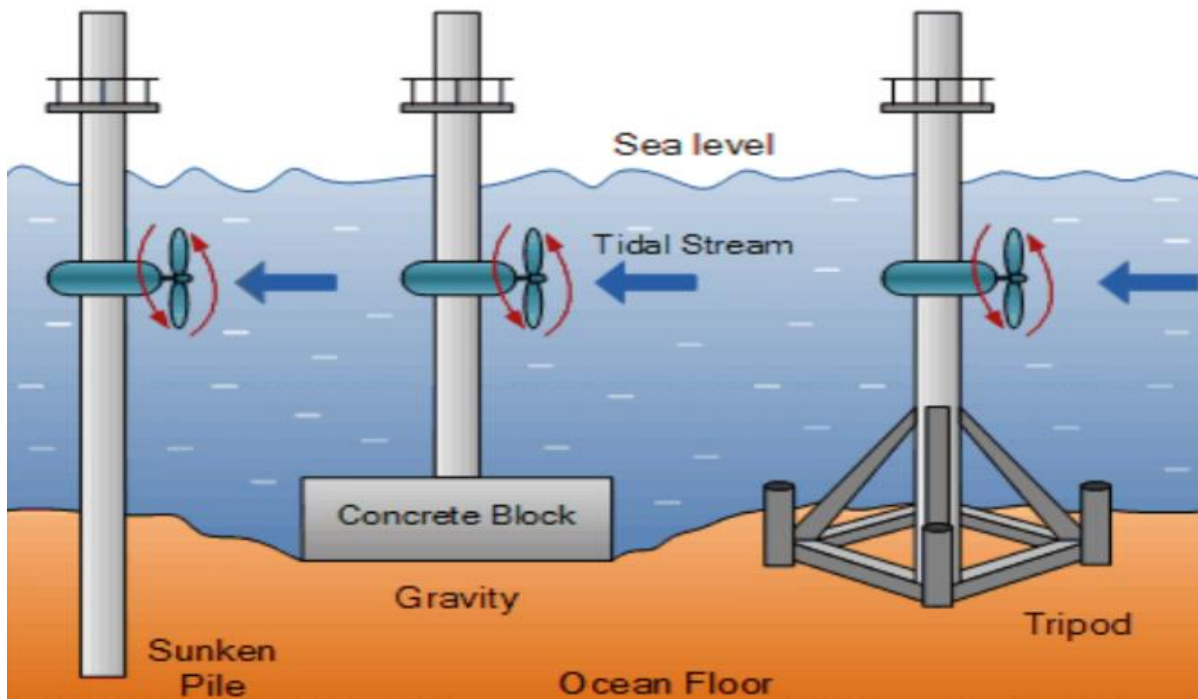
Finalmente, comprendemos que la energía mareomotriz u oceánica es una energía verde con mucho potencial energético alrededor del mundo, con múltiples ventajas ambientales, en particular a su nula emisión e CO₂ a la atmósfera y con grandes retos tecnológicos para eficientar su uso y hacerlo viable en distintos aspectos, principalmente en el económico para fomentar la inversión en el desarrollo de este tipo de proyectos renovables.

Enseguida se muestran imágenes de las instalaciones para la utilización de la Energía Mareomotriz u Oceánica.

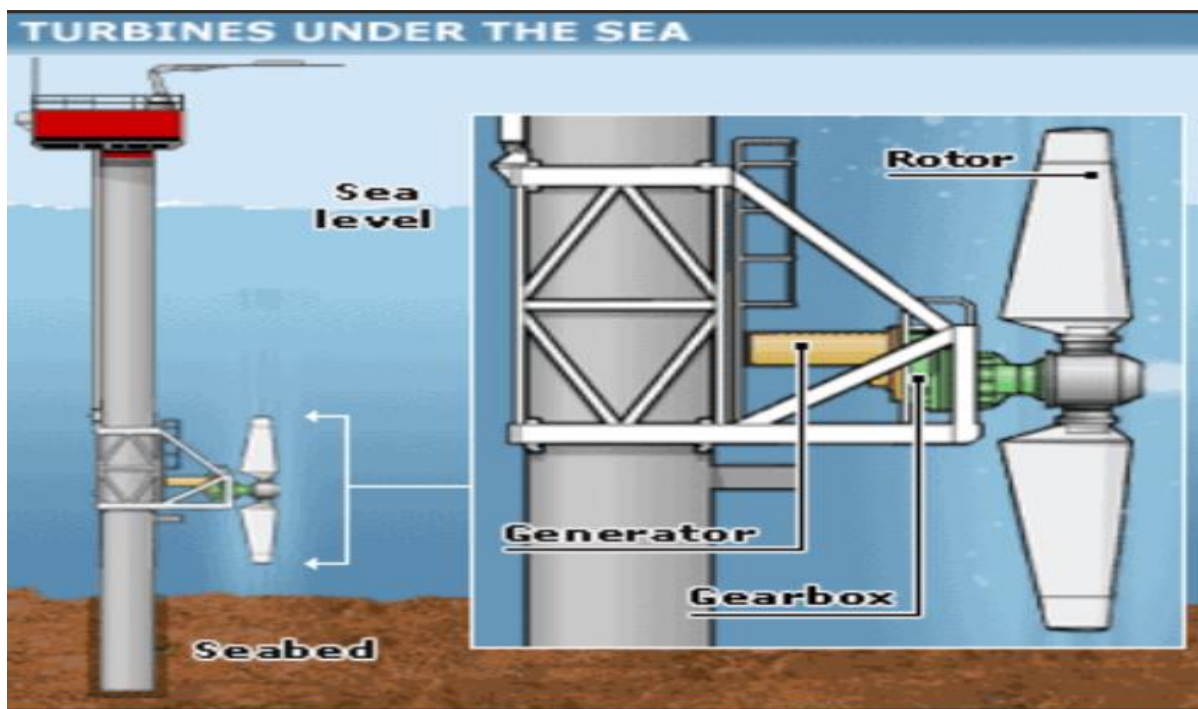


Referencia Cibergráfica⁴²²

⁴²² Recuperado de <https://energialimpiaweb.wordpress.com/2017/05/22/energia-mareomotriz/>



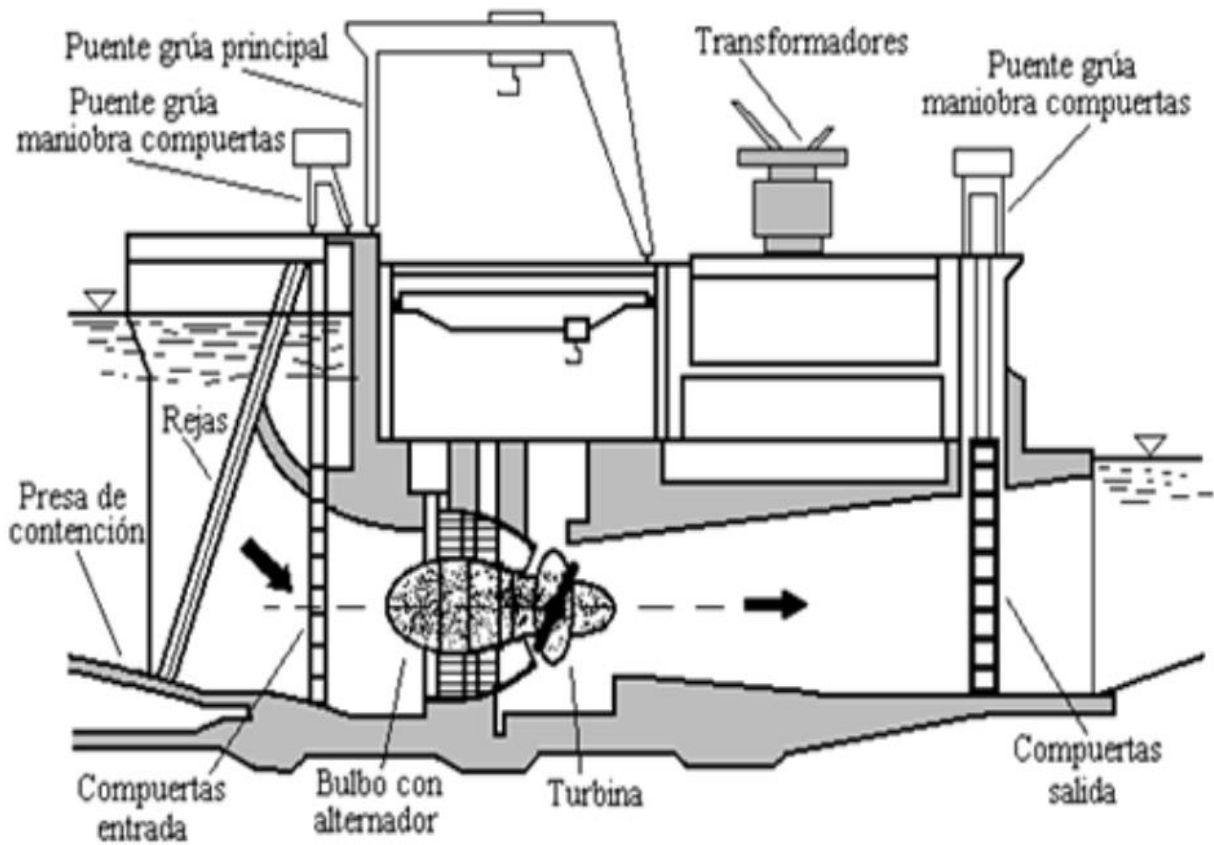
Referencia Cibergráfica⁴²³



Referencia Cibergráfica⁴²⁴

⁴²³ Recuperado de <http://pelandintecno.blogspot.com/2013/03/aprovechando-las-mareas-energia.html>

⁴²⁴ Recuperado de https://www.aulatecnologia.com/BACHILLERATO/1_bg/APUNTES/ALTERNATIVAS/maremotriz/origenmarino.htm



Referencia Cibergráfica⁴²⁵

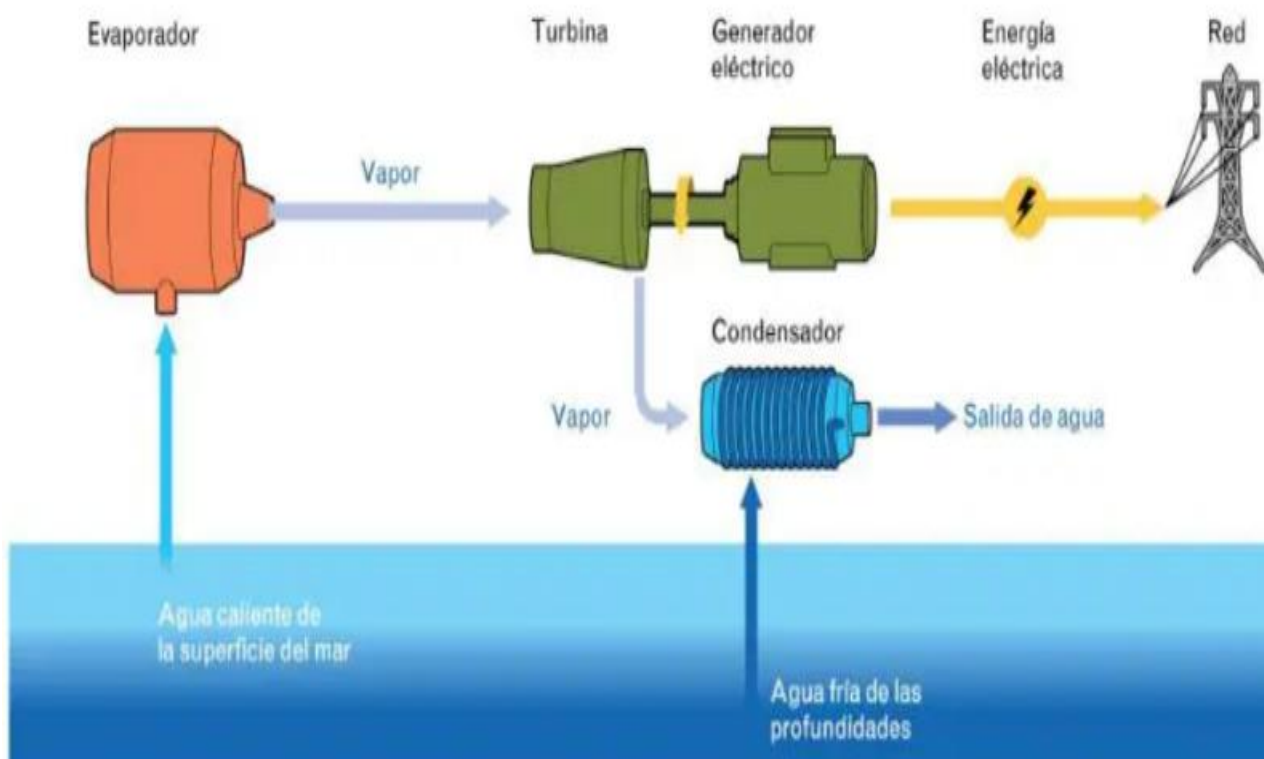


Referencia Cibergráfica⁴²⁶

⁴²⁵ Ídem.

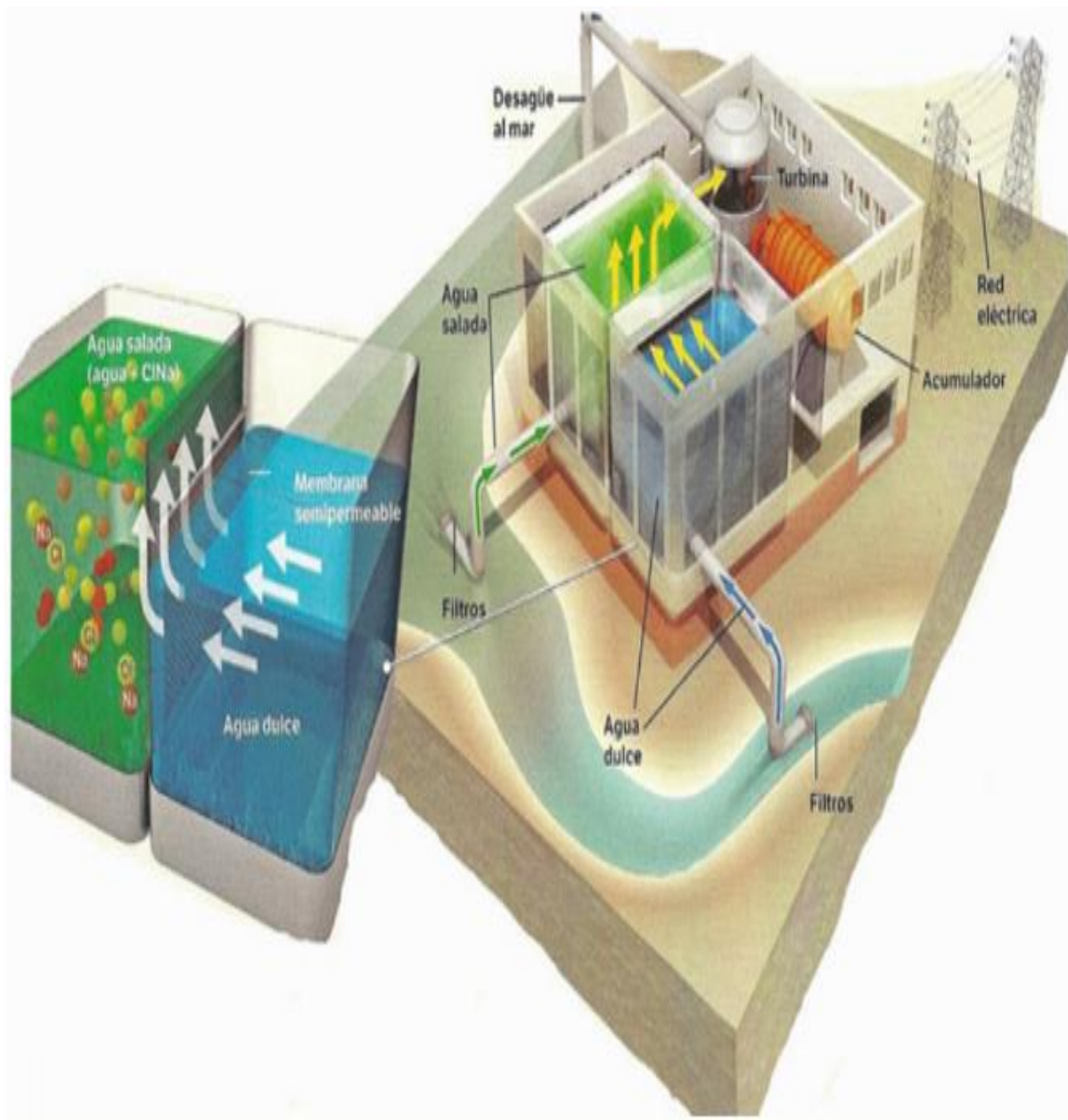
⁴²⁶ Recuperado de <https://ciergalapagos.wordpress.com/renovables/energia-mareomotriz/>

Esquema conceptual de una central maremotérmica



Referencia Cibergráfica⁴²⁷

⁴²⁷ Recuperado de <https://ovacen.com/energia-marina/>



Referencia Cibergráfica⁴²⁸

⁴²⁸ Recuperado de <https://minas.medellin.unal.edu.co/noticias/facultad/606-energia-de-gradiente-salino-una-solucion-ecologica>

6.- La Bioenergía también conocida como energía de Biomasa: Es un tipo de energía renovable obtenida de la materia orgánica constitutiva de los seres vivos, sus excretas y sus restos no vivos⁴²⁹.

La formación de biomasa se da a partir de la energía solar, la cual se lleva a cabo por el proceso denominado fotosíntesis; mediante la fotosíntesis, las plantas que contienen clorofila, transforman el bióxido de carbono (CO₂) y el agua de productos minerales sin valor energético, en materiales orgánicos con alto contenido energético y que a su vez sirven de alimento para otros seres vivos. En función de este proceso se almacena la energía solar en forma de biomasa, la energía almacenada en el proceso fotosintético puede ser posteriormente transformada en energía térmica, eléctrica o en carburantes (combustibles) de origen vegetal⁴³⁰.

Desde el punto de vista energético, la bioenergía se caracteriza por tener un bajo contenido de carbono, un elevado contenido de oxígeno y compuestos volátiles⁴³¹.

Desde el punto de vista ambiental, el aprovechamiento energético de la bioenergía no contribuye al aumento de los gases de efecto invernadero, dado que el balance global de las emisiones de CO₂ a la atmósfera es neutro, es decir que, el carbono que se libera a raíz del uso de la biomasa a la atmósfera es el que está fijo a la Tierra desde hace millones de años; caso contrario de las emisiones derivadas del uso de los combustibles fósiles⁴³².

Es otra fuente de energía renovable que se da cuando las bacterias anaerobias (que no necesitan oxígeno para vivir) descomponen el material orgánico durante los procesos de putrefacción y fermentación, liberan biogás (principalmente metano), que puede ser utilizado como recurso energético para producir electricidad y/o calor. Al mismo tiempo, generan biofertilizantes que pueden aprovecharse para la producción agrícola e ictícola, ideal para zonas rurales. También el biogás puede

⁴²⁹ Cfr. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, (07 de octubre de 2018), *¿Qué es la energía de biomasa?*, recuperado de <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/que-es-la-energia-de-biomasa?idiom=es>

⁴³⁰ Cfr. *Ídem*.

⁴³¹ Cfr. *Ídem*.

⁴³² Cfr. *Ídem*.

emplearse para consumo automotor y ser una alternativa sustentable para el transporte, en comparación con el uso de petrolíferos⁴³³.

Hay dos grandes categorías básicas de la bioenergía o biomasa:

1.- La Biomasa natural: Hace alusión a cultivos energéticos que se modifican genéticamente, se plantan y se cultivan de forma específica para la producción de energía, cuyo funcionamiento radica en la captación de la radiación solar, para transformarla y almacenarla en su interior, y, una vez realizada la combustión, liberen dicha energía derivada de la radiación solar; existiendo una generación de cultivos específicos para tales efectos (cardo, girasol, maíz, algodón, entre muchos otros)⁴³⁴.

2.- Biomasa residual: Está constituida por residuos, los cuales son de tres tipos fundamentales: A) Residuos agrícolas forestales: Se generan en actividades como la poda de árboles, recogida de cereales, acumulación de paja y hojarasca de árboles de hoja caduca, entre otras. B) Residuos Industriales y ganaderos: Esta recuperación energética garantiza que un proceso productivo sea medioambientalmente sostenible. Se engloban residuos de procesos industriales (maderas ya procesadas y fibras vegetales), así como estiércoles y purines. C) Residuos orgánicos: Desde el punto de vista físico, estos residuos orgánicos poseen una geometría y porcentaje de humedad tales que en la mayoría de las ocasiones resulta inviable un aprovechamiento energético directo, por lo cual se requiere un proceso de tratamiento previo. Quedan reflejados los residuos domésticos e industriales como los derivados de actividades ganaderas, así como los lodos de depuradoras de agua, entre otros⁴³⁵.

El ejemplo más claro de la funcionalidad del uso de biomasa, es la ciudad inglesa de Exeter, la cual en 1985 fue la primera en inaugurar un sistema de alumbrado público alimentado por biogás proveniente de una planta purificadora de aguas. Es

⁴³³ Cfr. Ricart, Joan, *Desafío ecológico: riesgos y soluciones para un planeta amenazado*, México, Agencia Promotora de Publicaciones, 2010, t. II, p. 72.

⁴³⁴ Cfr. Díaz Velilla, Jorge Pablo, *op. cit.*, p. 203.

⁴³⁵ Cfr. *Ibidem*, pp. 204-205.

de referir que el biogás es el producto gaseoso de la biodigestión, está formado por una mezcla de gases cuya proporción depende de la composición de los desechos y de los procesos de estos. El potencial energético contenido en un kg de Nafta de petróleo, se puede obtener a partir de 3 kg de desechos orgánicos⁴³⁶.

Cuando nos referimos a la biomasa, hablamos de materia orgánica procedente de plantas, árboles y desechos animales que pueden ser convertidos en energía; todo aquello que provenga de organismos vivos es biomasa. Se produce biomasa a través de: la leña; residuos de café; ramas, cortezas y serrín; estiércol de animal; aguas negras; basura orgánica o cultivos sembrados específicamente para producir biomasa mediante un biodigestor, entre otros⁴³⁷.

Un biodigestor es un dispositivo usado para el procesamiento de estos residuos orgánicos, que, tras procesarlos, obtenemos biogás. El proceso es simple, se trata de añadir dentro de este dispositivo el material orgánico que se convertirá en biogás mediante la acción de las bacterias que realizan la descomposición anaeróbica, lo que producirá gases como el metano⁴³⁸.

El biogás es un gas renovable (energía alternativa) compuesto principalmente, por metano y dióxido de carbono obtenido a partir de la biodegradación anaerobia de la biomasa, obtenida de la materia orgánica en un ambiente desprovisto de oxígeno. Se obtiene en mayor medida a partir de residuos orgánicos de origen animal o vegetal y, como combustible, tiene aplicaciones que van desde la generación de electricidad, energía térmica, o hasta combustible de vehículos adaptados para tal uso⁴³⁹.

Por su origen, el biogás es una de las energías alternativas que no solamente contribuyen a mejorar el medio ambiente, sino que es una de las mejores formas de reutilizar y sacar partido a nuestros desechos orgánicos⁴⁴⁰.

⁴³⁶ Cfr. Ricart, Joan, *op. cit.*, p. 73.

⁴³⁷ Cfr. Redacción Factorenergía, (14 de febrero de 2023), *Energías alternativas: biomasa y biogás*, recuperado de <https://www.factorenergia.com/es/blog/eficiencia-energetica/energias-alternativas-biomasa-biogas/>

⁴³⁸ Cfr. *Ídem*.

⁴³⁹ Cfr. *Ídem*.

⁴⁴⁰ Cfr. *Ídem*.

Por otro lado, se trata de un biocombustible capaz de mitigar el cambio climático porque no emite dióxido de azufre, principal causante de las lluvias ácidas, y además permite reducir la dependencia energética de los combustibles fósiles. Supone además una oportunidad para las zonas rurales, pues les garantiza un suministro de gas o electricidad propio, producido gracias a toda materia orgánica que tienen a su alrededor. Otros beneficios del biogás inciden en que es seguro y su producción no está condicionada por factores climáticos⁴⁴¹.

El biogás busca abrirse paso poniendo en valor su aportación a la economía circular, es un producto renovable que puede usarse para cualquiera de las grandes aplicaciones energéticas demandadas por la población a nivel mundial (electricidad, térmica o como combustible)⁴⁴².

Para poder utilizar el biogás es necesario contar con una planta en la que se puedan tanto almacenar los residuos como dejar a las bacterias hacer su trabajo. Estas plantas de biogás específicas o directamente en complejos para la gestión de residuos, comparten espacios y funciones básicas tales como:

1. Receptores: Es el lugar en el que se recibe y almacena la biomasa antes de transformarla. Es el espacio de la materia prima, también conocida como sustrato, procedente por ejemplo de ganaderos y vertederos urbanos. Aunque pueden combinarse diferentes tipos de sustratos, la mayoría de las plantas trabajan con un solo tipo.
2. Fermentadores o biodigestores: Aquí la materia pasa de estado sólido a gas. El sustrato se introduce en una especie de cámaras sin luz ni oxígeno. Los residuos se mantienen en movimiento y a una temperatura estable cerca de 40°C. El sustrato puede permanecer en el biodigestor durante unos dos meses, además, según el tipo de instalación, podemos encontrar sistemas de biodigestión discontinuos o continuos, que permiten añadir y extraer todos los días la misma cantidad de sustrato para no parar la producción.

⁴⁴¹ Cfr. *Ídem*.

⁴⁴² Cfr. BBVA Communications, (s.a.), *¿Qué es el biogás, cómo se obtiene y para qué se utiliza?*, recuperado de <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-el-biogas-como-se-obtiene-y-para-que-se-utiliza/>

3. Almacenamiento: Una vez terminado el proceso anteriormente descrito, se obtiene por un lado biogás y por otro un producto secundario (digestato), que puede aprovecharse para producir fertilizantes orgánicos.
4. Generadores de energía: Estos son eléctricos, térmicos o de cogeneración, según el tipo de planta de bioenergía. Es el lugar en el que el gas se transporta o inyecta directamente a la red o se transforma en energía eléctrica, la cual también podría aprovecharse para garantizar el funcionamiento de la planta, o para usos térmicos de la misma⁴⁴³.

A su vez, el biogás tras ser refinado para reducir su porcentaje de dióxido de carbono, podría inyectarse a una red convencional de gas natural, en ese caso hablaríamos ya de biometano o metano de origen renovable, un producto que también podría utilizarse como biocombustible en vehículos preparados para tal efecto. Además, existen iniciativas que promueven la instalación de pequeños biodigestores particulares para que los agricultores puedan transformar sus propios residuos y autoabastecerse de energía⁴⁴⁴.

Desde un punto de vista netamente económico, la rentabilidad de una planta de biogás tiende a ser menor que las instalaciones fotovoltaicas o eólicas, entre otras razones, debido a que su explotación requiere más dedicación, en particular la obtención y manipulación de la materia prima, lo que se traduciría en mayores costos en mano de obra y equipo asociado. Además, hay que considerar que, tanto el metano como el dióxido de carbono, los dos principales componentes del biogás, son gases contaminantes⁴⁴⁵.

De tal manera que su verdadero valor está en su aportación a la descarbonización de las energías convencionales y de las actividades productivas de la sociedad. Por lo que, cuando se trate de pequeñas instalaciones, obviamente lo ideal será autoconsumir la energía generada, y cuando se trate de instalaciones de mayor tamaño, usar las redes eléctricas o sistemas de ductos de gas para su

⁴⁴³ Cfr. *Ídem*.

⁴⁴⁴ Cfr. *Ídem*.

⁴⁴⁵ Cfr. *Ídem*.

aprovechamiento. Ante esto, es importante verlo no solo como una fuente energética alternativa; sino además como una solución medioambiental, y una opción de economía circular⁴⁴⁶.

Por su parte, otro producto derivado de la bioenergía o biomasa, son los biofertilizantes, estos son fertilizantes orgánicos que proporcionan a las plantas los nutrientes necesarios para su desarrollo, al mismo tiempo mejoran la calidad del suelo y ayudan a conseguir un entorno microbiológico óptimo y natural⁴⁴⁷.

Dentro de sus beneficios, los biofertilizantes ayudan a mejorar la producción agrícola y a conseguir grandes cosechas sin dañar en ningún momento el medio ambiente, siguiendo directrices totalmente respetuosas con el suelo, la naturaleza y el desarrollo sostenible⁴⁴⁸.

Su funcionamiento radica en que están hechos a base de una bacteria o un hongo cuya característica permite a las plantas adquirir nutrientes para mejorar su desempeño. Lo hacen de una forma natural, proporcionándoles elementos beneficiosos, principalmente nitrógeno y fósforo. Los microorganismos que los componen transforman el nitrógeno atmosférico en orgánico y lo entregan a las plantas. El proceso es natural, puesto que se extraen elementos del propio suelo y tras una producción en masa se devuelven a las plantas y a la propia tierra. De esta forma se cierra un ciclo donde no participa ningún producto artificial ni dañino⁴⁴⁹.

En este sentido, existen los siguientes tipos de biofertilizantes:

- **Extractos vegetales**

Son aquellos que se obtienen de macerados de plantas, contienen nutrientes naturales que se liberan rápidamente.

⁴⁴⁶ Cfr. *Ídem*.

⁴⁴⁷ Cfr. Procuraduría Federal del Consumidor, (12 de agosto de 2021), *Biofertilizantes*, recuperado de <https://www.gob.mx/profeco/articulos/biofertilizantes?idiom=es>

⁴⁴⁸ Cfr. *Ídem*.

⁴⁴⁹ Cfr. *Ídem*.

- **Lixiviados de fermentación**

Se obtienen después de los procesos de fermentación de algunos abonos orgánicos (composta y humus de lombriz).

- **Micorriza**

Es un sistema natural de fertilización, los hongos del género micorrizógenos o micorrizas son asociaciones de mutuo beneficio entre ellos y las plantas. Por un lado, estos, al envolver las raíces de la planta, reciben azúcares de estas y, por otro, este hongo metaboliza el nitrógeno de la atmósfera para dárselo a la planta como alimento.

- **Trichoderma**

El hongo Trichoderma es muy beneficioso, versátil y polifacético y abunda en los suelos. Se utiliza en aplicaciones foliares (nutrición a través de las hojas), tratamiento de semillas y suelo para el control de diversas enfermedades producidas por hongos, para la fabricación de enzimas y como fungicida, ya que es amigable con el ambiente debido a que su efecto sobre los humanos, la vida silvestre, los polinizadores y sobre muchos otros insectos es beneficioso, mínimo o casi nulo. El Trichoderma actúa como un habitante natural del suelo (respetando el sabor más natural de cultivos comestibles). Coloniza las raíces de las plantas, ataca, parasita y/o se alimenta de otros hongos a la vez que mejora el crecimiento de las raíces de las plantas. El uso de productos orgánicos contribuye a la generación de un suelo más fértil⁴⁵⁰.

Denotando con esto que dentro de las ventajas del uso de biofertilizantes, destacan que: permiten el aprovechamiento de los residuos orgánicos; mejoran la productividad de los cultivos; consumen menos energía para su producción, por lo que ayudan a una gestión sostenible de los recursos; generan una mejoría en el entorno donde se usan, puesto que recuperan la materia orgánica del suelo y permiten la fijación de carbono en el mismo, mejorando la capacidad de absorber

⁴⁵⁰ Cfr. *Ídem*.

agua; su uso tiene un impacto benéfico no solo en el medio ambiente, sino también en términos económicos, ya que su costo es menor que el de los fertilizantes químicos; en promedio valen 10% de lo que cuestan estos últimos; perfeccionan la textura del suelo, incrementan su vida útil y lo mantienen en condiciones de cultivo óptimas, entre otras⁴⁵¹.

Con base en todo lo anterior, nos percatamos que en nuestro día a día, consumimos productos que contienen elementos de los que nos deshacemos previamente, en muchos casos, podemos optar por el reciclaje, en otros, hay una alternativa más interesante que es crear energía derivada de esos desechos orgánicos y el medio para transformar esos desechos en energía, es la biomasa, misma que es originada por los diferentes procesos biológicos que se dan a diario, incluidos los excrementos de animales en ganaderías, residuos de las podas de árboles, ciertos cereales, restos de aceite industrial, por citar algunos⁴⁵².

Comprendemos que la materia orgánica necesaria para la bioenergía tiene diversas procedencias, esto abre un sinfín de posibilidades para utilizar esa materia y lograr obtener de ella a través de su transformación; calefacción, electricidad o productos fertilizantes y/o combustibles, entre otros⁴⁵³.

En el caso de la electricidad, lo que se hace en las plantas especializadas es usar madera como combustible. Los operarios calientan grandes recipientes de agua con este material y consiguen accionar generadores eléctricos con el vapor resultante. Es un proceso similar al que podemos encontrar en otro tipo de energías renovables; lo interesante de esta electricidad es que, al disponer de biomasa a diario, no hay problemas en el abastecimiento de materiales para su transformación, debido a que la biomasa nos rodea y es muy fácil poder obtenerla y continuar con el proceso de creación de energía eléctrica⁴⁵⁴.

⁴⁵¹ Cfr. *Ídem*.

⁴⁵² Cfr. Endesa, (10 de enero de 2022), *Energía de biomasa: qué es, cómo funciona y sus ventajas*, recuperado de <https://www.endesa.com/es/la-cara-e/centrales-electricas/energia-biomasa>

⁴⁵³ Cfr. *Ídem*.

⁴⁵⁴ Cfr. *Ídem*.

Por otro lado, utilizamos leña para producir energía de biomasa que nos proporcione calor. Cabe hacer mención que, en este caso, las fuentes naturales necesitan tiempo para su regeneración, de tal modo que, si la producción se adelanta a los plazos establecidos, tendremos un problema de abastecimiento, los precios se encarecerán y la contaminación repercutirá directamente sobre el medio ambiente. Conseguimos estos procesos de transformación calorífica tanto a pequeña escala, ya sea con calderas en viviendas o edificios, así como a gran escala en plantas industriales, gracias a procedimientos biológicos y termoquímicos⁴⁵⁵.

Finalmente, podemos generar combustibles líquidos o gaseosos a partir de la bioenergía. Los combustibles líquidos a partir de la biomasa pueden usarse como sustitutos de los combustibles tradicionales, o como aditivos de estos, se obtienen a partir de aceites vegetales o restos orgánicos. Para los combustibles gaseosos, se consigue hidrógeno al romper moléculas compuestas de agua y carbono mediante vapor, gracias a un catalizador. Así, obtenemos biocombustibles y podemos reducir el consumo de combustibles fósiles altamente contaminantes⁴⁵⁶.

El uso de la biomasa conlleva una serie de ventajas, ya que es una energía muy barata y rentable; favorece la reutilización gracias a la **economía circular**, que es el siguiente paso del reciclaje, dado que en el reciclaje solo se reutiliza una pequeña parte de un producto ya utilizado, en cambio en la economía circular se ocupa casi la totalidad de ese producto en desuso para darle una “nueva vida o nuevo uso”, por lo que damos una segunda vida a toda clase de productos usados; es una energía inagotable, debido al excedente de biomasa en el planeta y contribuye al mantenimiento de espacios naturales, como bosques y montes, entre otros méritos provenientes del uso de este tipo de energía renovable⁴⁵⁷.

Consideramos importante destacar la distinción entre el reciclaje, que forma parte de la economía lineal tradicional y la economía circular:

⁴⁵⁵ Cfr. *Ídem*.

⁴⁵⁶ Cfr. *Ídem*.

⁴⁵⁷ Cfr. *Ídem*.

- La economía Lineal implica:

¹Producir → ²Usar → ³Tirar/Desechar

- La economía Circular por su parte consiste en:

¹Producir → ²Utilizar → ³Reincorporar para materiales al Ciclo Productivo indefinidamente o de manera extendida/prolongada.
(Basado en diseños inteligentes)

ECONOMÍA LINEAL



OBSOLENCIA PLANIFICADA

Es el interés de una compañía o sector industrial para que un producto no sea duradero.

ECONOMÍA CIRCULAR

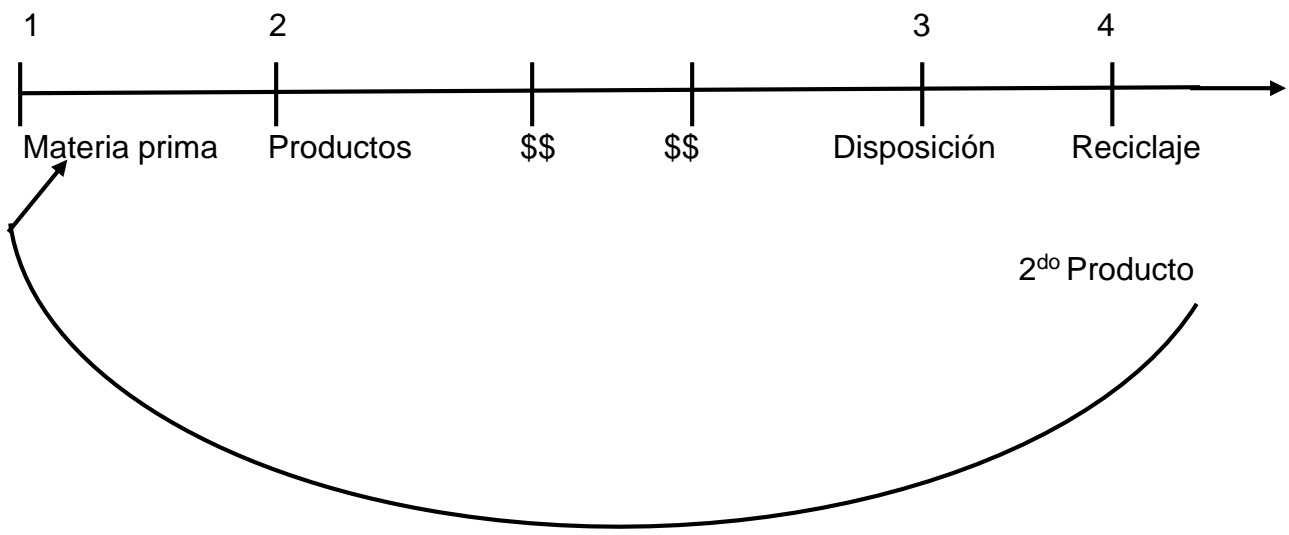


DISEÑO INTELIGENTE

Los productos sufren modificaciones, ya sea desde su producción, a la mitad, o durante el ciclo de uso del producto para que sean más duraderos y tengan mejoras (ciertos tipos de tecnología).

vs

Economía Lineal

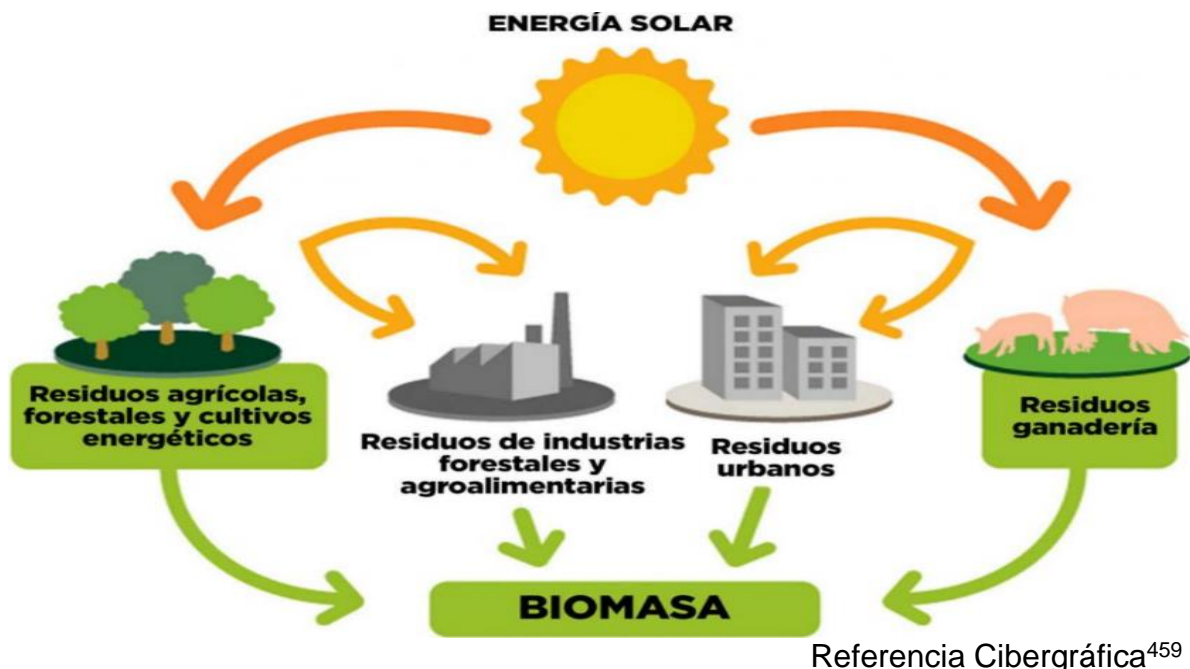


Economía Circular

Con el contenido de los diagramas presentados previamente, comprendemos que la economía circular no es un reciclaje, va más allá de este, es la creación de nuevos productos, ocupando la totalidad de un producto, ya sea general o por partes del mismo, para crear uno o más productos “nuevos”. En la economía circular se aprovechan todas las partes de un producto (pasa de la última fase de la cartera de valor económico, a la primera). Mientras que, en la economía lineal, a lo más que se puede llegar es a reciclar partes o elementos del producto.

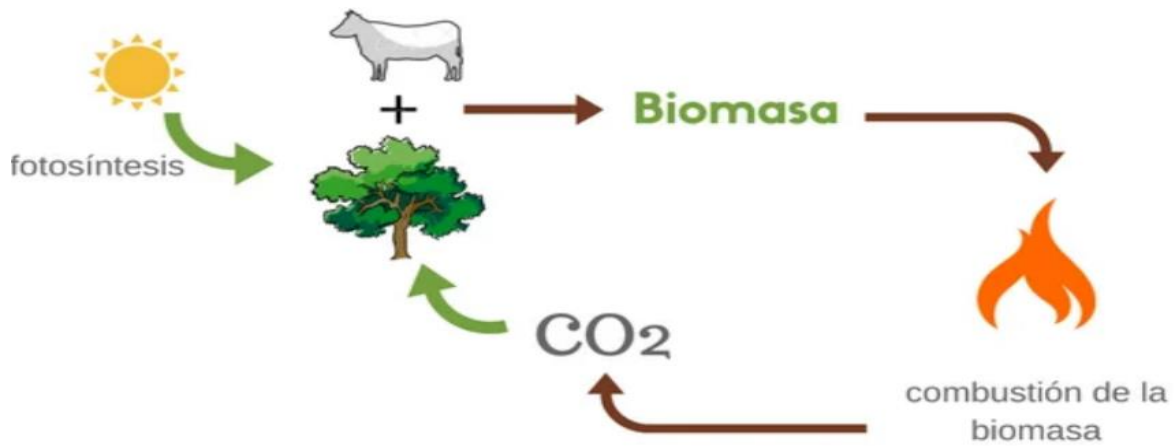
En contraste con el apartado de ventajas, las desventajas de la bioenergía consisten principalmente en que un uso desmedido y descontrolado de la misma, es decir, sin seguir las medidas de seguridad y de protección al medio ambiente pertinentes, da pie a generar emisiones excesivas de CO₂, así como la posibilidad de sobreexplotación de recursos naturales para su utilización, en especial de los recursos forestales⁴⁵⁸.

Enseguida se muestran imágenes de las instalaciones para la utilización de la Bioenergía.



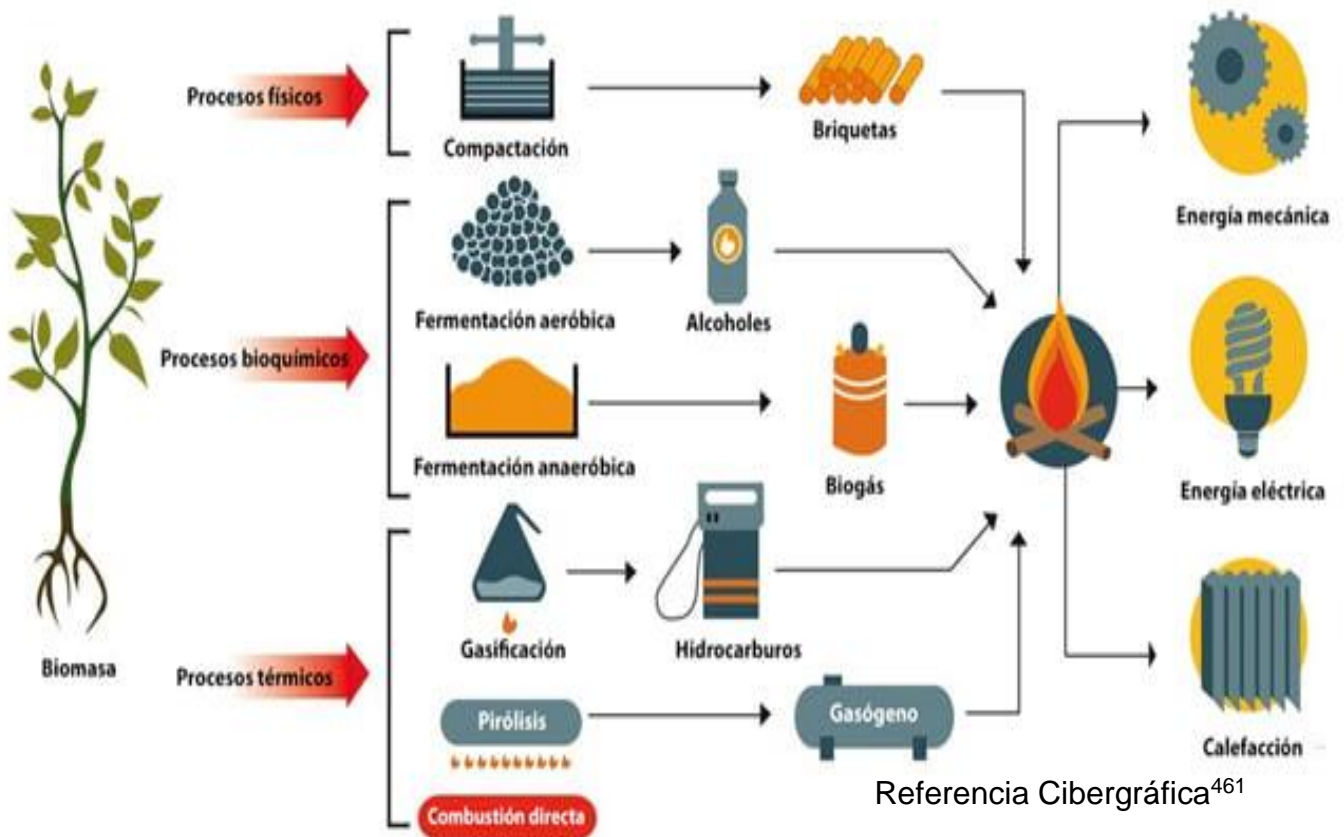
⁴⁵⁸ Cfr. *Ídem*.

⁴⁵⁹ Recuperado de <https://biomassenergetic.com/es/asi-es-el-ciclo-de-la-biomasa/>



Ciclo de la Biomasa

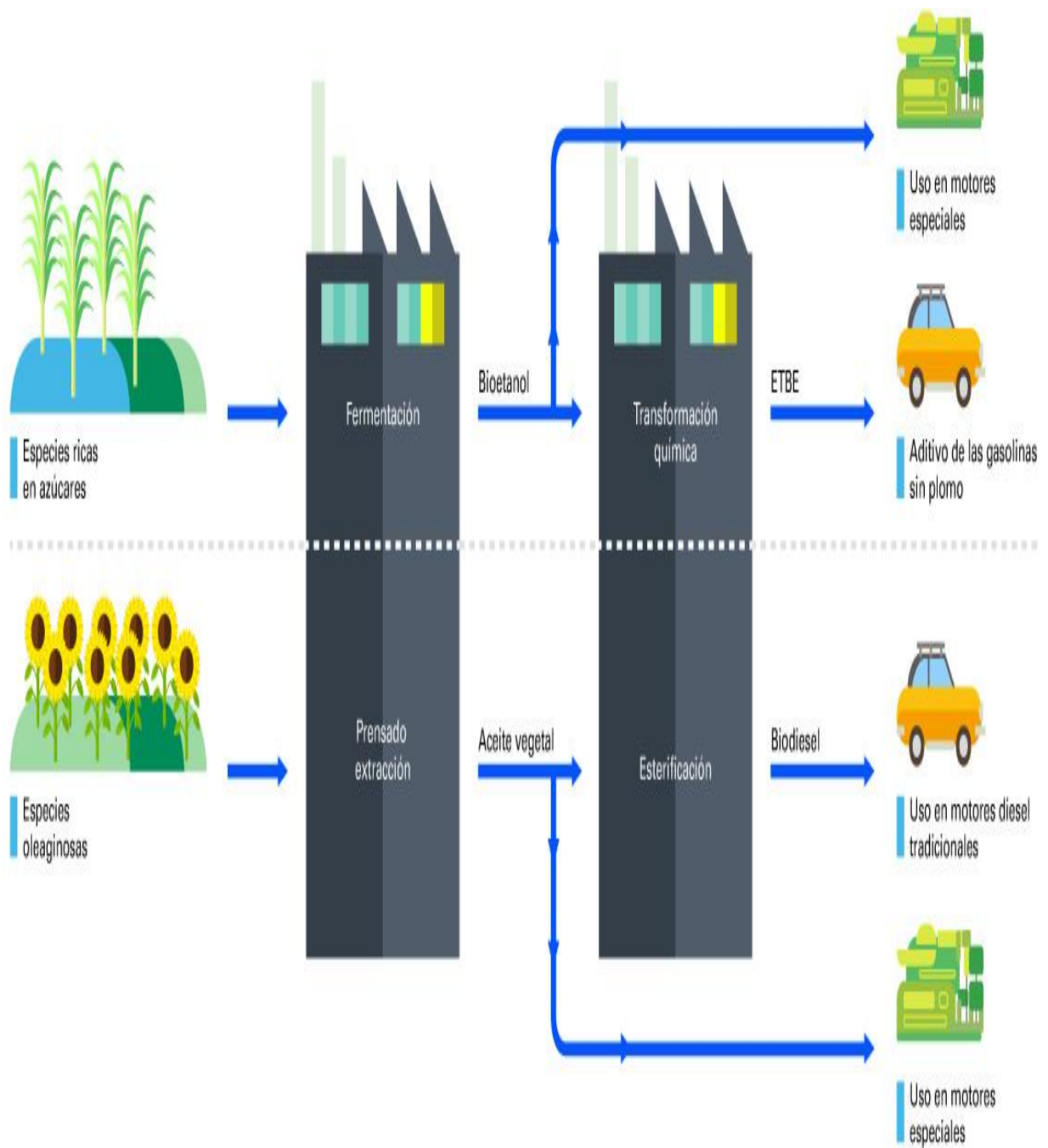
Referencia Cibergráfica⁴⁶⁰



Referencia Cibergráfica⁴⁶¹

⁴⁶⁰ Recuperado de <https://www.dexma.com/es/blog-es/biomasa-como-fuente-de-energia-eficiente/>

⁴⁶¹ Recuperado de <https://sma.gob.mx/energia-biomasa/>



Referencia Cibergráfica⁴⁶²

⁴⁶² Recuperado de <https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educa/recursos/centrales-renovables/central-de-biomasa>



Esquema de una central de biomasa.

Referencia Cibergráfica⁴⁶³

Los tipos de energías renovables anteriormente desglosados, son los más usados y desarrollados por diferentes gobiernos en todo el mundo, cabe hacer mención que no son los únicos tipos de energías renovables disponibles, ya que, en años recientes, se han implementado nuevas tecnologías que han aprovechado sustancias como el hidrógeno, el nitrógeno o el CO₂ para la producción de energía. De tal forma que con el paso del tiempo se pueden generar nuevas técnicas o tecnologías para aprovechar recursos naturales renovables en beneficio del desarrollo de actividades industriales, productivas o cotidianas que llevamos a cabo día con día.

⁴⁶³ Recuperado de <http://www.pellets madera.net/2012/03/tratamiento-de-la-biomasa.html>

Es evidente que las energías renovables representan ventajas mayúsculas en cuestiones medioambientales en comparación con las energías fósiles, además de poseer múltiples funcionalidades, ya que pueden ser usadas para generar energía eléctrica; para cuestiones térmicas (calentar) aplicadas a sustancias u objetos, incluyendo el uso doméstico en la calefacción de agua, climatización de hogares, entre otros; en industrias para la climatización de procesos productivos, generar condiciones ambientales amenas para actividades turísticas como los cuerpos de agua calentados por yacimientos geotérmicos, entre otros; para actividades cotidianas básicas como poner a secar nuestra ropa, refrescarnos con el viento, entre otros.

De este modo, el aprovechamiento de las energías renovables es amplio y multifuncional para el desarrollo de actividades cotidianas del ser humano, partiendo de los proyectos en los que se utilizan las energías renovables para la generación de energía eléctrica, suministrando así electricidad a gran parte de la población en sus hogares, ya sea en las grandes ciudades o en zonas remotas como desiertos o zonas rurales; además de su empleo como energía térmica donde la biomasa tiene el mayor aporte en este rubro, siendo simple y muy efectiva en el momento de proporcionar calor para los procesos productivos, en especial en el tema de los invernaderos para la producción de alimentos; aunado a la utilización de energías renovables para la calefacción de hogares o negocios, climatización de diversos lugares y producción de aguas sanitarias, aportada esta última por la energía geotérmica; así como la funcionalidad de los biocombustibles o la alternativa a estos como el hidrógeno (llamado a ser el combustible del futuro) para aspectos de movilidad y transporte⁴⁶⁴.

El uso energético de los recursos renovables se efectúa principalmente para ser responsables con nuestra huella de carbono, en especial para bajar los índices de contaminación y descender el impacto del calentamiento global. En tal sentido, las energías renovables son el futuro energético del mundo, depender cada vez menos

⁴⁶⁴ Cfr. Maldonado, Yandry, (16 de marzo de 2021), *10 Usos de las energías renovables*, recuperado de <https://geologiaweb.com/recursos-naturales/usos-energias-renovables/>

de los combustibles fósiles es el objetivo que debemos tener para reducir la contaminación ambiental y poder disminuir los estragos del calentamiento global⁴⁶⁵.

El uso de energías renovables como cualquier actividad humana, implica adversidades y retos, sin embargo, el desarrollo de proyectos de este tipo de energías trae consigo una serie de beneficios al medio ambiente, incluyendo esto una restauración de nuestros ecosistemas, reducción de contaminantes, hacer frente y contrarrestar las condiciones del cambio climático, el aprovechamiento sustentable de recursos naturales, principalmente , entre otros grandes provechos ambientales, sociales y económicos.

La contribución en el uso de energías renovables no es exclusiva de las compañías estatales o privadas, también la sociedad puede y debe adoptar acciones para hacer uso de fuentes renovables: ejemplo de ello es la instalación de paneles solares ya sea para generar electricidad propia en los hogares o hacer uso de calentadores solares para usos domésticos; asimismo, podemos adquirir autos híbridos, eléctricos, convertir motores de consumo de gasolina a consumo de gas natural vehicular o aprovechar los biocombustibles. Además, en diferentes sectores e industrias se puede aprovechar la materia orgánica para producir energía eléctrica y térmica; inclusive generar proyectos recreativos derivados del uso de energías renovables como asignar espacios acuáticos (aguas termales, albercas, sauna) donde se aproveche la energía calorífica del suelo, por mencionar algunas medidas o acciones en el uso de energías renovables.

Estas medidas o acciones de sustentabilidad favorecen la autosuficiencia energética, tanto a escala doméstica como industrial, coadyuvando de esta forma en el cuidado y preservación del medioambiente y sus recursos naturales.

Históricamente la industria energética en México ha sido reconocida por su vocación petrolera, de la cual debemos sentirnos orgullosos bajo una óptica de seguridad energética, es decir, que por años se cumplió con el abasto energético para satisfacer la demanda que la población requería; sin embargo, hoy en día derivado

⁴⁶⁵ Cfr. *Ídem*.

de los efectos adversos climáticos que resentimos, así como la degradación ambiental que presentan nuestros ecosistemas, nuestro país debe diversificar sus fuentes de energía, haciendo uso de aquellas que prioricen la protección ambiental y a su vez garanticen el despacho de energía o demás productos y servicios energéticos que la sociedad necesita. Para ello, es indispensable que primero se identifiquen las áreas de oportunidad sobre todo territoriales para incrementar el desarrollo de proyectos energéticos renovables⁴⁶⁶.

Si bien en años recientes se han registrado avances significativos en la transición energética en aras de hacer más ‘limpias’ nuestras actividades energéticas en México, aún queda mucho por hacer. Uno de los principales desafíos es resolver el tema de la intermitencia inherente a la naturaleza de la mayoría de las energías renovables (solar y eólica principalmente), en este sentido es necesario aumentar la inversión y facilitar legalmente el desarrollo de nuevas tecnologías para brindar soluciones a la cuestión de la intermitencia de algunas energías renovables, pudiendo ser una de múltiples soluciones la incorporación de sistemas de almacenamiento de energía eléctrica para estas renovables intermitentes; así como impulsar el aprovechamiento de aquellas renovables que no padezcan el asunto de la intermitencia (geotérmica y mareomotriz principalmente). Con todo esto, se logrará aminorar una porción importante de los inconvenientes propiciados por la intermitencia, teniendo, por una parte, energías renovables que sean utilizadas las 24 horas del día y, por otra parte, maximizar el uso de las renovables intermitentes cuando estas estén disponibles, a la par de poder almacenar la energía que estas producen con los medios tecnológicos disponibles para tales efectos cuando su intermitencia las limite a producir energía⁴⁶⁷.

A partir del origen de los compromisos internacionales en materia de cambio climático a los que nuestra Nación se adhirió, se propuso encaminar el futuro energético de México hacia un desarrollo sustentable de las actividades de todos

⁴⁶⁶ Cfr. García Alcocer, Guillermo Ignacio, “La transición energética hacia las tecnologías limpias: un motor para el desarrollo de México”, en Anglés Hernández Marisol y Palomino Guerrero Margarita (coords.), *op. cit.*, p. 106.

⁴⁶⁷ Cfr. *Ibidem*, p. 112.

los sectores que integran la industria energética (hidrocarburos, eléctrico y renovables), esto en favor de preservar el medio ambiente, con la finalidad de subsanar y reparar los daños ambientales que se han generado con el paso de los años en el desarrollo de las actividades energéticas en nuestro país.

Hablar de transición implica un cambio paulatino y progresivo de una actividad o elemento a otro mejor, más innovador y con mayores ventajas que el previamente usado.

Respecto a la transición energética, se tiene el entendimiento inicial que solo debemos usar energías renovables y dejar de usar por completo energías fósiles, es decir, aquella que deriva del uso de hidrocarburos. Sin embargo, esta es una noción fuera de una viabilidad real. Lo anterior por la sencilla razón de que ningún país tiene la tecnología ni los medios económicos, sociales, financieros, entre otros, para de un día a otro dejar los fósiles por las energías renovables.

No es posible que el reemplazo entre energías sea abrupto y sin tener un respaldo energético, es decir, el pasar de un día a otro de fósiles a renovables es inviable, ya que se dejaría sin energía tanto a varios sectores productivos como a millones de hogares, generando esto que las actividades de la vida cotidiana no sean realizables como las conocemos y llevamos a cabo.

Para el desapego de las fuentes de energías fósiles, como ya lo desarrollamos previamente, es fundamental apoyarse de energías no renovables que sean menos contaminantes que el resto de las tradicionales, como el caso del gas natural, considerado el hidrocarburo base y clave para generar una transición energética efectiva hacia el uso pleno de las energías renovables como fuente primaria en la generación de energía hacia el futuro.

Es por ello que este cambio debe ser paulatino, bien planificado y que garantice la seguridad energética de un determinado país, es decir, que la oferta energética sea continua, segura, equitativa y asequible para su población, permitiendo así, suficiencia energética para el desarrollo de actividades cotidianas, productivas e industriales. La celeridad de la transición energética depende en demasía de una

solidez normativa que regule de forma correcta y clara todas las actividades en las que se desarrollen energías renovables. Y a su vez, se tenga un buen diseño de políticas públicas, así como un respaldo financiero público y privado para llevar a cabo en la práctica este cambio energético.

La transición energética no sólo representa un esfuerzo a nivel nacional, sino de una transformación a nivel mundial. La descarbonización debe logarse de forma que se fomente el crecimiento económico continuo, se garantice la seguridad y equidad energética, y sea sostenible para el medio ambiente. De tal forma que las implicaciones sociales de la descarbonización pueden ser muy positivas en la medida en que haya oportunidades para que todas las sociedades o comunidades y los individuos que forman parte de estas se involucren directamente en el desarrollo de acciones apropiadas para reducir su consumo energético y, por tanto, las emisiones de contaminantes a la atmósfera. De esta manera, los gobiernos tienen un papel fundamental en hacer posible esa inclusión, por medio de: programas focalizados de acceso a la energía para comunidades marginadas; regulaciones que democratizen la adopción de energías renovables para todo tipo de individuos; implementar mecanismos financieros que faciliten el otorgamiento de créditos o generar incentivos fiscales que impulsen el uso de tecnologías sustentables en hogares y edificios en general; fijar programas de eficiencia energética para la reducción de consumo de energía en todas las industrias productivas y viviendas del país; así como fomentar campañas de comunicación que informen y expliquen tanto a poblaciones rurales como urbanas de los beneficios de la transición energética y el uso de energías renovables⁴⁶⁸.

Por lo anterior, es sustancial que el Estado mexicano establezca de forma clara y precisas las bases legales en las materias ambiental y energética con el objetivo de brindar certidumbre jurídica para el desarrollo de los proyectos y por ende de las actividades derivadas de energías renovables, logrando estabilidad del marco regulatorio aplicable a este tipo de energías, y con ello favorecer entre otros aspectos la inversión nacional y extranjera para este tipo de proyectos renovables;

⁴⁶⁸ Cfr. *Ibidem*, pp. 114-115.

incentivar la participación de comunidades rurales y urbanas para el uso de estas energías; favorecer la mejora ambiental en todo el territorio nacional; dar lugar a una sinergia plena entre los aspectos legales y técnicos para el desarrollo de actividades renovables; y, alcanzar el equilibrio ecológico que al que debe aspirar toda actividad humana⁴⁶⁹.

En el caso particular del uso de energías renovables para la generación eléctrica, México hoy en día está plantando una doble cara hacia la generación de electricidad mediante centrales renovables, toda vez que durante el año pasado (2022) se registró un retroceso en la producción de energía mediante estas centrales por primera vez desde que se tiene registro. De acuerdo con información del Centro Nacional de Control de Energía (CENACE), dependencia que funge como el operador del mercado eléctrico en México, hubo una disminución del 4.6% en la generación solar y del 3.5% en la proveniente de centrales eólicas. Las renovables pasaron de representar el 13.1% del parque de generación eléctrica en 2021 al 12.3% el año pasado⁴⁷⁰.

Tal situación demuestra una clara regresión en la transición energética y cumplimiento de obligaciones ambientales en el desarrollo de actividades energéticas en México, ya que el país acumulaba años de un aumento continuo en la producción de electricidad mediante fuentes renovables.

Aunado a lo anterior, las centrales carboeléctricas de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), institución que tiene la naturaleza jurídica de una Empresa Productiva del Estado (EPE) y que además es el único participante del mercado con centrales que funcionan a base de carbón, aumentó la producción de electricidad mediante este método en un 63% en tan solo un año. Circunstancia propiciada por el gobierno federal que ha instrumentado desde el inicio del sexenio políticas favorables para el uso de los activos de la compañía estatal, principalmente las que

⁴⁶⁹ Cfr. Pineda Bernal, Luis Guillermo, “La energía eólica en México análisis de los retos técnicos y regulatorios”, en Anglés Hernández Marisol y Palomino Guerrero Margarita (coords.), *op. cit.*, p. 144.

⁴⁷⁰ Cfr. Nava, Diana, (07 febrero 2023), *Las dos caras hacia las energías renovables: más discurso, pero menos generación*, recuperado de <https://expansion.mx/empresas/2023/02/07/dos-caras-energias-renovables-mas-discurso-menos-generacion>

funcionan mediante este combustible fósil, por lo que las acciones regulatorias implementadas desde la administración federal surtieron efectos en la dinámica eléctrica que repercutió en la baja en el uso de las centrales renovables y un alza en el uso de las centrales carboeléctricas de la CFE⁴⁷¹.

Es de analizar que el aumento en el uso de las carboeléctricas en el país se da en línea con una tendencia a nivel mundial. Las previsiones de la Agencia Internacional de Energía (AIE) (International Energy Agency, IEA, por sus siglas en el idioma inglés), hechas a finales del año pasado, apuntaban a que durante el 2022 el mundo se dirigía a marcar un nuevo récord en el uso de carbón como fuente de generación eléctrica⁴⁷².

Derivado de la información citada, actualmente en México se está favoreciendo el uso de energías fósiles en lugar de energías renovables, lo cual denota un claro incumplimiento a los compromisos internacionales para la reducción de emisiones contaminantes en actividades de la industria energética.

Sí el país continúa en esa tendencia de favorecer proyectos de energías convencionales, más allá del incumplimiento a esos compromisos, la contaminación y el deterioro ambiental en el territorio nacional traerán graves consecuencias al bienestar de las personas y del medio ambiente.

A raíz de las ideas antes plasmadas, llegamos a concebir que la transición energética implica el uso masivo de energías renovables y, por el contrario, la reducción significativa del uso de energías fósiles, lo cual aumenta *de facto* la protección al medio ambiente y de los componentes que forman parte del mismo. Esta es razón suficiente para que sea cada vez más frecuente el uso de este tipo de energías en el desarrollo nuestras actividades diarias y podamos contribuir a la mejora ambiental necearía para contrarrestar los estragos del cambio climático.

⁴⁷¹ Cfr. *Ídem*.

⁴⁷² Cfr. *Ídem*.

En estricto sentido, el desarrollo bien planificado y estructurado de las energías renovables garantiza la sustentabilidad energética, misma que está integrada por los elementos de la seguridad energética, sostenibilidad ambiental y equidad energética.

Con la finalidad de mejorar las condiciones ambientales y energéticas en el país, consideramos necesario que México gestione nuevas estrategias para aprovechar las fuentes renovables presentes en su territorio.

Así, proponemos eficientar el uso de energías renovables en México, seccionar el territorio nacional por tipo de energía renovable (mediante una matriz integral de potencialidades, incluyendo aspectos ambientales, sociales y técnicos), identificando con base en las características de cada una de estas energías, en qué parte del territorio nacional se tienen más ventajas para su aprovechamiento y posterior uso; generando múltiples beneficios ambientales, energéticos, sociales, económicos y laborales para los integrantes de las comunidades o sociedades que habitan en todo México.

Tal y como se aprecia de manera ilustrativa con las siguientes imágenes:



Referencia Cibergráfica⁴⁷³

⁴⁷³ Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/674/67451351012.pdf>

Entidades federativas con capacidad instalada para generación de energía eléctrica de fuentes renovables



Referencia Cibergráfica⁴⁷⁴

Aunado a esto, el crear áreas exclusivas para cada tipo de energía renovable, complementa la división del territorio mexicano por proyectos de este tipo de energías, lo anterior de conformidad con las características especiales que requiere cada energía renovable para su aprovechamiento, destacando la zona o área donde se desarrollarán las mismas; el tipo de terreno y condiciones ambientales; demanda energética de las poblaciones aledañas; las tecnologías disponibles para el

⁴⁷⁴ Recuperado de <http://disuegno.blogspot.com/2013/>

desarrollo energético renovable; las ventajas económicas y beneficios fiscales otorgados para fomentar la inversión de proyectos renovables; entre otros.

Asimismo, se considera necesario establecer una nueva Empresa Productiva del Estado (EPE), para el desarrollo exclusivo de las energías renovables en México, que, a su vez disponga de múltiples Empresas Productivas Subsidiarias (EPS), cada una de ellas enfocada en desarrollar un tipo de energía renovable en específico dentro del territorio mexicano, con esto se propicia una especialización clave en el desarrollo de actividades derivadas de las energías renovables en nuestro país. Dejando que CFE se aboque netamente a la parte de transmisión y distribución de energía eléctrica, y PEMEX además de sus actividades petroleras, se enfoque más en el negocio del Gas natural y sus derivados como el Gas Natural Licuado (GNL) y el Gas Natural Comprimido (GNC) o Gas Natural Vehicular (GNV).

De ésta manera, se tendría completo el esquema de participación de las EPEs en todos los sectores que integran la industria energética del país; por lo que sería más eficiente tener tres EPEs en la industria energética, reiterando que una ya trabaja los hidrocarburos (PEMEX), otra el sector eléctrico (CFE), sin embargo, falta una que se concentre únicamente en las energías renovables y todo lo que éstas implican. Favoreciendo así, a una especialización plena de cada una, detonando esto en una correcta diversificación y un buen aprovechamiento de todos los recursos energéticos disponibles en el territorio nacional.

Esta serie de recomendaciones que se proponen realizar, es en *pro* de mejorar las condiciones ambientales a través del desarrollo sustentable de los proyectos y actividades energéticas en todo el territorio mexicano, impulsando iniciativas viables que aprovechen el potencial energético renovable existente en el país, que en caso de ser bien ejecutadas estas ideas, nuestra Nación tiene todas las posibilidades de llegar a ser una potencia mundial en materia de energías renovables, pudiendo marcar una tendencia global que maximice el uso de fuentes renovables y ello derive en un desenvolvimiento energético sustentable en múltiples ciudades en todo el mundo y a su vez beneficie el entorno ambiental de las mismas.

Finalmente, como se ha expuesto a lo largo del presente punto, en el aprovechamiento de las fuentes naturales renovables debe prevalecer la protección y preservación del medio ambiente, el uso de las fuentes renovables conlleva un compromiso ambiental mayúsculo, demostrando que podemos continuar con el desenvolvimiento de todas nuestras actividades industriales o productivas sin la necesidad de desgastar los ecosistemas que nos brindan esos recursos naturales y manteniendo el capital ambiental de México.

En la actualidad es indispensable poner en un primer plano el bienestar del medio ambiente, ya que, si este llega a un punto crítico de equilibrio ecológico, no podremos llevar a cabo nuestras actividades tal y como las hacemos hasta ahora. Por ende, tenemos el reto y la obligación de equilibrar la balanza ecológica sin descuidar el progreso de las actividades que ejecutamos a diario en múltiples industrias o sectores productivos.

3.2 Principios de Sustentabilidad Energética

Durante varios siglos de progreso de la civilización humana se tenía la concepción de que el planeta era un cuerno de la abundancia con recursos ilimitados, sin embargo, en décadas recientes hemos comprobado, tanto empírica como científicamente, que ese mal manejo ha menoscabado nuestro medio ambiente y agotado de forma alarmante los recursos naturales. Lo anterior resultó aún más evidente debido a la creciente demanda de actividades industriales en el último par de siglos⁴⁷⁵.

A raíz de la evidencia respecto a la abusiva explotación de recursos naturales por parte del ser humano, se concibió la necesidad de regular el aprovechamiento de los recursos provenientes del medio ambiente, evitando así una mala gestión sobre la explotación de dichos recursos para no provocar que estos desaparecieran de

⁴⁷⁵ Cfr. Ricart, Joan, *op. cit.*, p. 226.

manera repentina o se generaran mayores desequilibrios ecológicos por el uso desmedido de esos recursos.

El análisis y estrategia para poder explotar de manera eficiente los recursos naturales reflejó una mejora para el cuidado del medio ambiente y también para el uso racional y razonable de los recursos del medio ambiente, es decir, poder hacer uso de los recursos presentes sin comprometer esos recursos a futuro, concepto que se conoce como 'desarrollo sustentable'.

El desarrollo sustentable remite a la necesidad de replantearse las bases de la evolución y desarrollo socioeconómico de la humanidad. Hasta hace poco tiempo, las bases del modelo de desarrollo se enfocaron exclusivamente en los criterios meramente productivos y comerciales impuestos por "países desarrollados", omitiendo el cuidado al medio ambiente y sobreexplotando los recursos naturales, poniendo en riesgo el uso de los mismos a futuro⁴⁷⁶.

El paradigma o la noción del desarrollo sustentable surgió en los años setenta, al hacerse evidente la profunda crisis ecológica venidera a causa del modelo económico-productivo empleado durante décadas anteriores para el desenvolvimiento de las actividades de nuestra civilización. Una de las manifestaciones palpables de ese paradigma fue la perceptible degradación ambiental como consecuencia de las actividades industriales de la sociedad. Esto indicaba que el desarrollo de dichas actividades no procuraba la protección ambiental, y, por consiguiente, se generaba un mayor desgaste del medio ambiente y sobreexplotación de los recursos naturales, especialmente en sectores extractivos.

Además de todo lo anterior, en tales actividades se ha omitido la adecuada implementación de medidas suficientes de Seguridad Industrial y Operativa. Finalmente, buena parte de la sociedad ha enfrentado dificultades para acceder a

⁴⁷⁶ Cfr. *Ibidem*, p. 183.

bienes y servicios, en particular en zonas rurales, todo lo cual ha ido en contravención de un desarrollo ambiental, económico y social idóneos⁴⁷⁷.

El desarrollo sustentable fue conceptualizado por primera vez en el documento conocido como “Informe Brundtland”, en 1987 y, formalmente reconocido por los estados parte de la ‘Declaración de la Cumbre de Río de Janeiro’, en 1992. En dicha cumbre se estipuló como rasgo definitorio del desarrollo sustentable, el poder satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender a sus propias necesidades⁴⁷⁸.

Sin embargo, la definición inicial del desarrollo sustentable era limitada, ya que estaba basada y enfocada primariamente en el aspecto económico, no desglosaba a cabalidad la funcionalidad de las otras dimensiones integrantes de ese nuevo modelo sustentable (ambiental y social).

Paulatinamente esto fue cambiando y progresando, toda vez que se amplió el contenido del nuevo modelo sustentable, cuyo objetivo consistió en definir y establecer las bases concretas para la viabilidad ambiental, social y económica de los variados proyectos productivos referentes a las actividades humanas, principalmente de aquellos derivados de actividades industriales, asimismo, el elemento medioambiental se ponderó como el elemento primordial en cualquier proyecto humano, logrando de esta forma fijar una protección primaria al medio ambiente y sus recursos, poniendo por delante el aspecto ambiental antes que el económico o cualquier otro⁴⁷⁹.

Con el inicio del nuevo milenio (año 2000), a nivel mundial se fijaron los primeros 8 propósitos a conseguir para el año 2015. A estos se les denominó como los **“Objetivos de Desarrollo del Milenio” (ODM)**, destacando principalmente: **erradicar la pobreza, la equidad de género, garantizar la sostenibilidad ambiental, entre otros.**

⁴⁷⁷ Cfr. Moctezuma Navarro, David y Rosales Ayala, Héctor S., *La promoción ecológica en el campo mexicano. Una práctica a desarrollar*, México, UNAM, Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, 1992, p.37.

⁴⁷⁸ Cfr. Ricart, Joan, *op. cit.*, p. 183.

⁴⁷⁹ Cfr. *Ídem*.

Ya en el año 2015, se aumentaron los ODM a 17, **incluyendo el combate al cambio climático, la desigualdad económica, la equidad de género, el consumo sostenible y energía limpia**, entre otras prioridades para lograr y actualizar el concepto de desarrollo sustentable de la humanidad.

Posteriormente, surgieron los **Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)**, cuyo objetivo fue expandir su adopción para erradicar la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de salud, paz y prosperidad.

El desarrollo sustentable es un concepto empleado de manera diversa por diferentes sectores, organizaciones, instituciones y gobiernos, sin embargo, más allá de la interpretación dada y aplicada por cada uno, el compromiso de estos es conseguir cumplir en su totalidad o la mayor parte tanto de los ODM como de los ODS, y así brindar un bienestar pleno para las personas en todo el mundo.

En términos generales, **el desarrollo sustentable está basado en tres dimensiones fundamentales:**

1.- Social

2.- Económica

3.- Ambiental

Cada dimensión tiene un peso diferente, acorde al involucramiento que tienen en cada industria o sector productivo, en aras de controlar el actual incremento de la población mundial, la industrialización, los niveles de contaminación, y la explotación de los recursos naturales, ya que de mantener las tendencias de crecimiento desmedido de los rubros antes citados, se alcanzarán en décadas próximas los límites absolutos de crecimiento en la Tierra, es decir, se agotarán todos los recursos disponibles para el desarrollo del ser humano.

Por ello, la aplicación del desarrollo sustentable en instituciones y gobiernos, principalmente, tiene la gran labor de eficientar el uso de recursos en el desarrollo industrial o productivo del ser humano, a la par de concientizar a la población de los riesgos latentes de las malas prácticas ambientales que realizan cotidianamente.

Teniendo la obligación de modificar dichas prácticas tanto cotidianas como productivas e industriales y poder restablecer el orden ambiental, social y económico que debe existir a diario en el desenvolvimiento de la humanidad.

El desarrollo sustentable tiene una vinculación muy estrecha con el logro de la paz, como una de las metas fundamentales de la humanidad, de manera que se consiga generar una relación pacífica entre la satisfacción de las necesidades presentes y futuras del ser humano, y la armonización con la naturaleza, es decir, propiciar el desenvolvimiento pleno de las actividades humanas, sin afectar o poner en situación crítica los elementos naturales pertenecientes al medio ambiente. Ante ello, la calidad de vida es el tema central de la problemática del medio ambiente y del desarrollo sustentable, la calidad de vida es además de una meta del desarrollo sustentable, un concepto ordenador para determinar prioridades ambientales⁴⁸⁰.

A su vez, el desarrollo sustentable necesita de herramientas que puedan realizar una cuantificación y evaluación del comportamiento ambiental de bienes y servicios. Un ejemplo de esto, es el **Análisis de Ciclo de Vida (ACV)**. El ACV es un análisis y evaluación del balance ambiental de un producto o servicio durante todas las fases de su ciclo de vida, es decir, desde que se produce, pasando por su proceso de transformación industrial, y hasta finalizar con su uso o consumo; para estar en posibilidades de determinar el grado de impacto ambiental que ha tenido el producto o servicio a lo largo de su “ciclo de vida”⁴⁸¹.

Ante esta crítica y reflexión, el día a día de las actividades y procesos industriales en la actualidad deben considerar el elemento de la sustentabilidad como indispensable.

En presencia de la evidencia del cambio climático y el inevitable agotamiento de las fuentes de energía no renovables, los gobiernos alrededor del mundo se han visto en la necesidad de invertir en el desarrollo de nuevas tecnologías para obtener energía de fuentes renovables, permitiendo esto, el contrarrestar la dependencia

⁴⁸⁰ Cfr. Moctezuma Navarro, David y Rosales Ayala, Héctor S., *op. cit.*, p. 39.

⁴⁸¹ Cfr. Grupo ACMS Consultores, *Sostenibilidad Ambiental: Definición y Ventajas*, recuperado de <https://www.grupoacms.com/consultora/sostenibilidad-ambiental>

actual de las energías fósiles, además de reducir la emisión de gases de efecto invernadero y con ello limitar la contaminación a la atmósfera; disminuyendo con ello los estragos del cambio climático. El desarrollo de los proyectos derivados de las energías renovables fomenta la producción de energía limpia, se pronostica que las mismas para el año 2050 puedan producir el 70% de la energía eléctrica en todo el mundo. Siendo esto la solución energético-ambiental a nivel mundial para que esta industria coadyuve a hacer frente a la situación climática actual y sirva de ejemplo para el desarrollo sustentable que deben emplear otras industrias durante el desarrollo de sus respectivas actividades⁴⁸².

Para lograr las ambiciosas metas de producción de energía limpia, es indispensable establecer e implementar los medios legales, técnicos y económicos para acelerar el desarrollo de energías renovables y así contribuir a modificar las condiciones climáticas actuales.

Procrastinar la implementación de medidas sustentables en el desarrollo energético, genera un detrimento al bienestar de las personas, esto, toda vez que la progresión que debe haber en la salud y protección de una sociedad, se ve mermado si se siguen utilizando en exceso energías fósiles; si se emplean técnicas, medidas y estrategias de seguridad poco eficientes en las actividades energéticas; si no se sanciona a quienes infringen la normatividad energética y ambiental, o a quienes generen o propicien un daño al medio ambiente, entre otras situaciones adversas.

La industria energética debe tener presente en todo momento el término de desarrollo sustentable, con la finalidad de volver 'verde' toda aquella actividad relacionada con la energía.

Al respecto, el desarrollo de las actividades de la industria energética debe ir de la mano con el uso eficiente de los recursos de la naturaleza y la protección a los mismos.

⁴⁸² Cfr. Ricart, Joan, *op. cit.*, pp. 79-80.

Satisfacer las necesidades energéticas de toda sociedad conlleva un reto importante que requiere la viabilidad de diversas aristas de índole de seguridad, ambiental, social y económica, entre algunas otras.

Por ende, en la actualidad los proyectos energéticos deben ser seguros, aunado a que los mismos deben ponderar y fomentar la preservación y mejora continua del medio ambiente. Además, dichos proyectos deben estar enfocados en resolver y satisfacer las necesidades de los integrantes de un territorio en específico, sin que se margine a algún sector o grupo poblacional que habite en ese territorio.

Todo lo anterior implica o se entiende como parte de la sustentabilidad energética, es decir, el cúmulo de factores ambientales, sociales y de seguridad que están presentes en el desarrollo de proyectos energéticos, los cuales tienen que ser viables en cada uno de los factores antes mencionados con el objetivo de que los proyectos energéticos sean completos y no descuiden ninguno de los factores sustanciales para el desarrollo humano.

La sustentabilidad energética y las energías renovables no son conceptos aislados. Estos dos conceptos se integran y complementan a través de nuevas tendencias energéticas como la electromovilidad, la generación distribuida, la calefacción urbana, la construcción sostenible, el almacenamiento o la cogeneración, por mencionar algunas actividades y subsectores. Es a esta visión integral de mejora energética a la que aludimos cuando hablamos de sustentabilidad energética, de tal forma que la transición energética (pasar del uso de fuentes fósiles al uso de energía de fuentes con menor o nula emisión de gases de efecto invernadero como lo son las energías renovables), es un fenómeno que está transformando nuestras ciudades, nuestro sector productivo energético, además de nuestras costumbres y estilos de vida. Es así que, la sustentabilidad energética aparece como la principal oportunidad desde la perspectiva energética para enfrentar los desafíos del cambio climático y, por lo tanto, para cumplir con los compromisos mundiales de reducción de emisiones contaminantes⁴⁸³.

⁴⁸³ Cfr. Desconocido, (s.a.), *Sustentabilidad energética*, recuperado de <https://desarrollosustentable.win/sustentabilidad-energetica/>

La sustentabilidad energética es un pilar esencial para atenuar los efectos del cambio climático, en el entendido de que a largo plazo el uso intensivo de combustibles fósiles traerá consecuencias ambientales irreparables y, por ende, no será viable para el desarrollo y progreso energético. Como lo señala la AIE, el avance tecnológico es un catalizador para que a nivel mundial sea posible lograr una sustentabilidad energética ideal para el año 2050, si nos enfocamos en modificar la forma en que producimos y consumimos energía con una visión hacia una economía baja en carbono.

Dicho de otro modo, la sustentabilidad energética podrá ser alcanzada si logramos diseñar una correcta estrategia de transición energética, aumentando el uso paulatino de fuentes de energía renovable, de la mano con el establecimiento de patrones de uso eficiente de energía y sistemas adecuados para la administración de la energía⁴⁸⁴.

El reto de la sustentabilidad energética es mayúsculo pero alcanzable. El avance científico e incremento de tecnologías limpias, los nuevos modelos de oferta y demanda para los negocios energéticos, la normatividad nacional e internacional en materia de energías renovables y protección al medio ambiente, así como las actuaciones y gestiones de los gobiernos para afianzar el desarrollo energético derivado de fuentes renovables son esenciales para detonar el avance energético que requiere toda nación, en favor de lograr un equilibrio energético-ambiental y hacer más sustentables las actividades de la industria energética en todo el mundo⁴⁸⁵.

Hace diez años la idea de un automóvil eléctrico comercialmente viable era impensable; hoy, los pronósticos más reservados no le dan más de tres décadas de vida a los automóviles que usan combustibles fósiles. De hecho, en ciertos países desarrollados existe una tendencia de menor adquisición de automóviles en países y mayor uso de servicios de movilidad colectiva y personal, inclusive mediante el

⁴⁸⁴ Cfr. Serra, Luis, (s.a.), *La sustentabilidad energética: más cerca que nunca*, recuperado de <https://energialab.tec.mx/es/la-sustentabilidad-energetica-mas-cerca-que-nunca>

⁴⁸⁵ Cfr. *Ídem*.

uso de automóviles autónomos eléctricos que almacenan energía para inyectarla a la red eléctrica. El desarrollo energético cada vez se vuelve más sustentable y está al alcance de todos, con más frecuencia observamos o utilizamos aparatos, medios de transporte, vehículos, entre otros; que están elaborados a base de tecnología renovable o limpia; desplazando de este modo el uso directo e indirecto de fuentes fósiles, logrando así, el progreso energético al que todos estamos obligados a alcanzar para hacer sustentables nuestras actividades desde las cotidianas hasta las industriales⁴⁸⁶.

Por lo anterior, la sustentabilidad energética conlleva a una serie de metas, por citar las más metas relevantes de la sustentabilidad energética⁴⁸⁷, como lo son:

- (i) el acceso de energía de manera sustentable, fiable, segura y asequible a través de la utilización de fuentes renovables o limpias;
- (ii) mejorar nuestra calidad de vida; reducir las desigualdades energéticas;
- (iii) preservar nuestro medioambiente disminuyendo la huella de carbono que dejan las actividades humanas.

Los gobiernos de todos los países deben comprometerse a mejorar sus políticas y estrategias de transición energética, empleando las medidas, medios, instrumentos, mecanismos, entre otros, técnico-legales necesarios para hacer que sus actividades energéticas sean sostenibles, seguras, accesibles y asequibles para toda la población⁴⁸⁸.

En este mismo orden de ideas, la productividad de energía sustentable no es un asunto aislado del que solo deban encargarse el sector privado o las compañías estatales, para ello, se debe educar a toda la población, de manera tal que se hable en una misma terminología de sustentabilidad cuando se aborde lo relativo a todas

⁴⁸⁶ Cfr. *Ídem*.

⁴⁸⁷ Cfr. Lozsan, Nieves, (23 de febrero de 2022), *Sostenibilidad energética: qué es, qué medidas adoptar para la sustentabilidad y cuáles se están aplicando*, recuperado de <https://www.cinconoticias.com/sostenibilidad-energetica/>

⁴⁸⁸ Cfr. *Ídem*.

las actividades energéticas, cada pequeña acción es poderosa en la consecución del objetivo de la sustentabilidad energética⁴⁸⁹.

Asimismo, el incumplimiento de las obligaciones adquiridas por los Estados, a través de acuerdos internacionales que buscan proteger al medio ambiente y el correcto uso de sus recursos naturales, implica acelerar el deterioro de nuestro entorno ambiental y con ello, un retroceso en nuestras reservas naturales, es decir, se va desgastando de forma constante cada elemento natural disponible en un determinado territorio para su aprovechamiento presente y futuro, lo que en suma conlleva a una disminución del capital ambiental global.

Podemos definir a la sustentabilidad energética como el uso eficiente de los recursos naturales para su aprovechamiento energético, el cual debe ser respetuoso con el medio ambiente (sostenible), fomentando el uso de energías renovables y dejar de utilizar las energías fósiles; además, su suministro energético debe ser seguro, manteniendo la calidad y continuidad en el despacho de energía; y, que garantice la accesibilidad de los bienes y servicios energéticos a toda la población, propiciando que estos sean asequibles para todos los individuos, evitando discriminaciones.

La definición de **sustentabilidad energética** suele basarse en tres dimensiones centrales: **la seguridad energética, la sostenibilidad ambiental y la equidad energética**. Estos tres objetivos constituyen un “**Trilema Energético**” que implica vínculos entre los actores públicos y privados, gobiernos bajo su función reguladora y los particulares (regulados), factores económicos y sociales, recursos naturales nacionales, preocupaciones ambientales y comportamientos ecológicos, económicos y sociales tanto individuales como colectivos⁴⁹⁰.

⁴⁸⁹ Cfr. *Ídem*.

⁴⁹⁰ Cfr. World Energy Council, (s.a.), Trilema Energético, recuperado de <https://wecpanama.org/acerca/trilema-energetico/#:~:text=El%20%C3%8Dndice%20Trilema%2C%20proporciona%20una,trilema%20energ%C3%A9tico%20en%20su%20pa%C3%ADs.>

Existen diversas metodologías para analizar la sustentabilidad de un sector energético basadas en indicadores con elementos ligados a aspectos sociales, económicos y ecológicos. El Consejo Mundial de Energía (WEC, por sus siglas en inglés) propuso una metodología para poder medir la sustentabilidad energética, misma que está conformada por tres pilares que son: seguridad energética, sostenibilidad ambiental y equidad energética.

Basado en lo anterior, comprendemos que el desarrollo sustentable en la industria energética está integrado por tres aristas fundamentales:

1.- **Seguridad Energética.** – Es la gestión eficaz para garantizar seguridad, intensidad y resiliencia, principalmente en el suministro energético a través de una diversidad de fuentes de generación renovable o limpia de energía, ya sea de capital nacional o extranjero, así como la integridad de las infraestructuras energéticas y la capacidad de satisfacer la demanda actual y futura por parte de los proveedores energéticos hacia los consumidores de energía, trayendo implícita la calidad en el suministro energético.

2.- **Sostenibilidad Ambiental.** – Es la eficacia en la “limpieza” de la producción de energía, es decir, la reducción de emisiones de GEI y CO₂ durante la generación de energía. Refleja la consecución de la eficacia en materia energética, tanto desde del lado de la oferta como del de la demanda, por medio del desarrollo energético derivado de fuentes renovables y poco dependientes del carbono.

3.- **Equidad Energética.** – Asegura el acceso a toda la población de los bienes y servicios energéticos a precios asequibles para el consumo generalizado de la oferta energética⁴⁹¹.

Cada arista tiene una función particular pero una relevancia igual de importante para la sustentabilidad energética.

⁴⁹¹ Cfr. *Ídem*.

El Trilema Energético ayuda a los países a analizar bajo parámetros más integrales su capacidad de proporcionar energía sustentable a través de las 3 dimensiones previamente explicadas: (seguridad energética, sostenibilidad ambiental y equidad energética), proporciona una retroalimentación independiente en las políticas energéticas y ambientales empleadas en cada país, incluida una métrica de calificación que permite a los responsables de las políticas públicas en las materias de energía y medio ambiente a identificar las problemáticas, compensaciones, objetivos y metas energético-ambientales de un país para mejorar y perfeccionar sus oferta energética en apego de sus obligaciones ambientales para la producción de energía limpia⁴⁹².

Basado en la información precedente, en seguida se muestra la representación gráfica del Trilema Energético:

⁴⁹² Cfr. *Ídem*.

Cómo equilibrar el “trilema energético”

Seguridad energética

La gestión eficaz del suministro energético primario proveniente de fuentes nacionales y extranjeras, la integridad de las infraestructuras energéticas y la capacidad de satisfacer la demanda actual y futura por parte de los proveedores energéticos.

Igualdad energética

Un suministro energético asequible al que pueda acceder toda la población.

Sostenibilidad medioambiental

Consiste en la consecución de la eficacia en materia energética, tanto desde el lado de la oferta como desde el de la demanda, y en el desarrollo del suministro energético de fuentes renovables y poco dependientes del carbono.

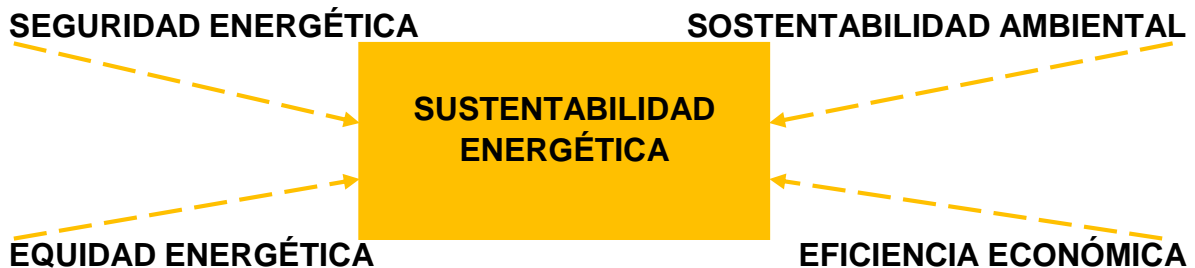


Referencia Cibergráfica⁴⁹³

Como hemos venido desarrollando, la sustentabilidad energética se conforma principalmente por la seguridad energética, la sostenibilidad ambiental y la equidad energética, estos tres elementos se conjugan en uno solo para solventar las problemáticas ambientales, sociales y de seguridad en materia de energía. Si bien se pueden llegar a considerar otros factores de distinta naturaleza, los tres antes referidos son los principales para el concepto e integración de la sustentabilidad energética.

⁴⁹³ Recuperado de <https://twitter.com/WECouncil/status/502120458595348481/photo/1>

Ahora bien, a criterio personal, si a ese Trilema Energético se le adiciona el aspecto económico, en concreto el de la eficiencia económica, como un elemento esencial en la conformación de la sustentabilidad energética, esta quedaría integrada de la siguiente manera:



La eficiencia económica surge cuando los insumos se utilizan de tal manera que un determinado nivel de producción se consigue al menor costo posible. Un aumento en la eficiencia ocurre cuando se logra una producción existente o en una escala mayor a un costo menor⁴⁹⁴.

La eficiencia económica implica que los recursos se utilizan de manera óptima, alcanzándose la mayor producción posible. El concepto de eficiencia es importante tomando en cuenta que la economía misma se define, tradicionalmente, como aquella ciencia que estudia la asignación de recursos que son escasos, en general, eficiencia significa cumplir un objetivo optimizando el uso de recursos⁴⁹⁵.

Finalmente, el concepto de eficiencia económica está integrado a su vez por la unión de los siguientes factores:

- **Eficiencia en la producción:** Significa que los productores minimizan los costos en el proceso de fabricación de sus productos o en la entrega de sus servicios, ya que se utiliza la menor cantidad de recursos posibles para alcanzar la producción deseada.

⁴⁹⁴ Cfr. CentroCompetencia, (s.a.), *Eficiencia*, recuperado de [https://centrocompetencia.com/eficiencia/#::~:~:text=La%20eficiencia%20econ%C3%B3mica%20surge%20cuando,menor%20\(OCDE%2C%201993\)](https://centrocompetencia.com/eficiencia/#::~:~:text=La%20eficiencia%20econ%C3%B3mica%20surge%20cuando,menor%20(OCDE%2C%201993).).

⁴⁹⁵ Cfr. Westreicher, Guillermo, (01 de agosto de 2021), *Eficiencia económica*, recuperado de <https://economipedia.com/definiciones/eficiencia-economica.html>

- **Eficiencia asignativa:** Se da cuando los recursos disponibles de una economía son asignados entre los diferentes sectores, de tal modo que las compañías producen las cantidades exactas de bienes para satisfacer lo mejor posible la demanda de los consumidores. En ese sentido, debemos recordar que los consumidores maximizan su bienestar adquiriendo la combinación de bienes que les permita obtener la máxima satisfacción de sus necesidades, esto, al menor costo (precio) posible.
- **Eficiencia distributiva:** Implica que cada unidad de los bienes de consumo es consumida por aquel individuo que más valora esa unidad en comparación con los demás consumidores. Se da una prioridad de consumo a quien más lo requiera y por ende aproveche al máximo un bien o servicio.
- **Eficiencia social:** Es la distribución eficiente de los recursos, misma que considera a toda la sociedad en su conjunto, no hace distinción individual o de un sector especial de la sociedad, incluye las externalidades (impactos a terceros)⁴⁹⁶.

De esta manera, consideramos conveniente adicionar el elemento de la eficiencia económica en la conformación de la sustentabilidad energética, toda vez que el mismo daría mayor solidez al objetivo principal de la sustentabilidad energética, logrando así aprovechar al máximo el uso de los recursos naturales sin poner en riesgo estos para las futuras generaciones.

En virtud de lo anterior, estimamos que debe existir progresividad en los elementos conforman el concepto de sustentabilidad energética, propiciando resultados certeros y plenos en el bienestar de las personas desde el punto de vista energético, es decir, que la industria energética aporte desde su ámbito y sus diversas ramificaciones una serie de beneficios a la sociedad, a través del uso eficiente de los recursos naturales para satisfacer las necesidades energéticas que dicha sociedad demanda. Esencialmente, bajo estos parámetros y consideraciones, consideramos que finalmente se debe procurar:

⁴⁹⁶ Cfr. *Ídem*.

- la preservación del medio ambiente;
- proveer y hacer seguro el suministro de bienes y servicios energéticos a la población, los cuales sean de calidad y continuos;
- garantizar el abasto de energía, donde toda la población tenga acceso a la oferta energética;
- y, en la medida de lo posible conseguir un balance económico-energético, entre la rentabilidad económica para los productores energéticos, y la asequibilidad para que la población obtenga los bienes y servicios energéticos a precios que favorezcan su economía.

3.2.1 Seguridad Energética

El uso de energía es vital para el desarrollo del ser humano, todas las actividades que este realiza requieren de la utilización de energía, al trasladar esta premisa a las acciones rutinarias que llevamos a cabo, sin energía no podríamos desplazarnos de nuestros hogares a nuestros sitios de trabajo, tampoco tendríamos las facilidades para calentar nuestros alimentos, ni disfrutaríamos de las múltiples actividades recreativas que hacemos, entre otras muchas actividades que ejecutamos a diario.

Por tal motivo, los Estados alrededor del mundo tienen la obligación de garantizar productos y servicios energéticos para toda su población, esta tarea que tienen para el abasto energético afronta una infinidad de retos, que van abarcan vertientes como la ambiental, social, económica, política, entre otras.

La oferta energética que debe existir en un país, debe garantizar el abasto necesario que sus habitantes requieren para satisfacer sus necesidades propias, para ello debe haber una gama amplia de proveedores que compitan por ofrecer los mejores bienes y servicios, con una excelente calidad y a precios asequibles para que sean fácilmente adquiridos por todos los integrantes de la sociedad, que a la par de esto logren afianzar un suministro eficiente y continuo de dichos bienes y servicios energéticos. Todo esto bajo el establecimiento de instrumentos normativos sólidos

y claros que sienten las bases del funcionamiento de la oferta energética, emitidos por parte de las entidades reguladoras gubernamentales que a su vez estén encargadas de supervisar la correcta aplicación de esos instrumentos normativos por parte de los proveedores energéticos.

Esa garantía de productos y servicios energéticos necesaria para satisfacer las necesidades energéticas de una población en un territorio específico, podemos denominarla inicialmente como seguridad energética.

La seguridad energética se concibe como la obligación que tiene un Estado orientada en garantizar el suministro de energía de manera sostenible con el medioambiente y económicamente viable, a través del abastecimiento interior como exterior y la generación de fuentes autóctonas, en el marco de los compromisos internacionales. La seguridad energética está estrechamente relacionada con el grado de autosuficiencia energética existente de cada región territorial de ese Estado⁴⁹⁷.

El objetivo inicial de la seguridad energética plantea diversificar las fuentes de generación de energía, garantizar el abastecimiento y la seguridad de los bienes y servicios energéticos e impulsar la sustentabilidad energética. Para alcanzar este objetivo inicial, **se deben contemplar tres aspectos: el abastecimiento, el suministro y el consumo**⁴⁹⁸.

En el ámbito del abastecimiento, destacan la diversificación del mix energético, el diseño e implementación de una política energética consistente. En el campo del suministro, se hace referencia a la necesidad de potenciar la flexibilidad operativa para transportar y distribuir los bienes y servicios energéticos en todo el territorio y a toda la población, implica un esfuerzo para mejorar la infraestructura y medios de comunicación (marítimos, terrestres y aéreos), además de facilitar el desarrollo de la colaboración público-privada para tales efectos. Finalmente, en el área del

⁴⁹⁷ Cfr. Departamento de Seguridad Nacional del Gobierno de España, (s.a.), *Seguridad Energética*, recuperado de <https://www.dsn.gob.es/es/sistema-seguridad-nacional/qu%C3%A9-es-seguridad-nacional/%C3%A1mbitos-seguridad-nacional/seguridad-energ%C3%A9tica>

⁴⁹⁸ Cfr. *Ídem*.

consumo, se desarrollan líneas de acción estratégica orientadas al fomento del ahorro energético y la mejora de la eficacia energética; el impulso de la sustentabilidad energética a través de actuaciones que contemplen los aspectos fiscales, medioambientales y el uso eficiente de los recursos disponibles; así como el favorecimiento de un marco regulatorio armonizado, transparente y objetivo que incremente la seguridad jurídica y la competitividad de las compañías públicas y privadas encargadas de proveer energía⁴⁹⁹.

La seguridad energética se trata de una responsabilidad estatal que involucra a la parte pública y precisa su colaboración con la parte privada, así como la implicación activa y responsable de la sociedad en general. Una sociedad bien informada es una sociedad mejor posicionada para participar en las decisiones que afectan a la seguridad energética. Es esencial la educación y difusión, tanto en el ámbito individual como colectivo, sobre las posibilidades de aprovechamiento de nuestros recursos, el uso responsable, racional y eficiente de las fuentes de energía, el impacto medioambiental del consumo energético o la imperante protección sostenible del medio ambiente y nuestra responsabilidad intergeneracional. Todo esto redundará muy positivamente en nuestro bienestar, crecimiento y desarrollo energético⁵⁰⁰.

Con lo anterior, entendemos a la seguridad energética como el proceso ininterrumpido para asegurar la cantidad de energía que se necesita para mantener la vida y las actividades diarias de las personas, garantizando al mismo tiempo su accesibilidad y asequibilidad⁵⁰¹.

Según la AIE, **la seguridad energética tiene dos aspectos principales: la seguridad energética a corto algo y a largo plazo**. El primero aborda la forma en que el sistema energético es capaz de llevar a cabo respuestas inmediatas a los cambios repentinos en el ciclo de la oferta y la demanda de energía. El segundo, en

⁴⁹⁹ Cfr. *Ídem*.

⁵⁰⁰ Cfr. *Ídem*.

⁵⁰¹ Cfr. SafetyCulture, (11 de noviembre de 2022), *¿Qué es la seguridad energética?*, recuperado de <https://safetyculture.com/es/temas/seguridad-energetica/>

cambio, se ocupa de las inversiones en el suministro de energía y su conexión con la evolución económica oportuna y las necesidades medioambientales⁵⁰².

Es importante aclarar que la definición de seguridad energética puede variar según el país en función de diversos factores, por ejemplo: ubicación territorial; disponibilidad de recursos naturales; situación económica; actividades de importación y exportación de energía; sistema político y regulatorio; relaciones internacionales y, la vulnerabilidad a las interrupciones en el suministro energético⁵⁰³.

Dicho esto, es fundamental señalar que no existe una definición de seguridad energética universalmente aceptada y por ende carece de homologación. Por lo tanto, el significado de la seguridad energética siempre dependerá de la política energética, las medidas de seguridad energética, los recursos naturales energéticos, entre otras circunstancias⁵⁰⁴.

El suministro mundial de energía se ve afectado por diversos factores, entre ellos se encuentran:

- **Factores físicos:** No todas las regiones poseen una composición geológica o fisiológica favorable para la presencia de los recursos naturales necesarios para la generación de energía, ya sean fuentes fósiles o renovables.
- **Costes:** El agotamiento de los recursos energéticos no renovables da lugar a procesos de extracción muy costosos. De ahí que la explotación de estos recursos sólo sea viable cuando aumenta la demanda, ya que esto suele traducirse en un aumento de los precios de la energía necesarios para soportar los costes de extracción y producción. Aunado a esto, las explotaciones de algunas fuentes de energía renovable suelen ser bastante costosas, como los proyectos geotérmicos.
- **Tecnología:** No todos los países cuentan con los medios o avances tecnológicos para favorecer el medio ambiente durante la producción de

⁵⁰² Cfr. *Ídem*.

⁵⁰³ Cfr. *Ídem*.

⁵⁰⁴ Cfr. *Ídem*.

energía a través de diversas fuentes, generando una desigualdad para la generación de energía desde el punto de vista económico entre países.

- **Factores políticos:** Las cuestiones sociopolíticas como los conflictos internacionales, tienen un alto potencial de interrumpir el suministro de energía, lo que dificulta el mantenimiento de la seguridad energética, ejemplo de esto, es la dependencia que tiene un país de otro para satisfacer sus necesidades energéticas⁵⁰⁵.

La seguridad energética es un concepto distinto al de soberanía energética, ya que este último concepto refiere al derecho de los individuos, las comunidades y los pueblos a tomar sus propias decisiones respecto a la energía (generación, transmisión, distribución, suministro y consumo de energía), entendida esta como un bien común y como la base de vida digna para las personas. La soberanía energética implica también una resistencia a grandes proyectos de desarrollo energético por parte del sector privado, regresando el control de la energía a las comunidades⁵⁰⁶.

En síntesis, la soberanía energética es el control de las fuentes de energía por parte de comunidades tanto urbanas como rurales, de modo que estas sean apropiadas a sus circunstancias ecológicas, sociales, económicas y culturales, respetando los ciclos ecológicos de modo que no afecten negativamente a terceros (otros individuos o comunidades)⁵⁰⁷.

Con la distinción conceptual previa, reforzamos la idea del significado de la seguridad energética, la cual, en un espectro amplio, abarca la capacidad de un país para satisfacer la demanda nacional de energía con suficiencia, oportunidad, sustentabilidad y precios adecuados, en el presente y hacia un futuro, que suele medirse por lustros y decenios más que por año. La seguridad energética es la forma de proporcionar de manera equitativa servicios de energía disponibles,

⁵⁰⁵ Cfr. *Ídem*.

⁵⁰⁶ Cfr. Tornel, Carlos, (26 de abril de 2021), *¿Seguridad o soberanía energética?*, recuperado de <https://medioambiente.nexos.com.mx/seguridad-o-soberania-energetica/>

⁵⁰⁷ Cfr. *Ídem*.

asequibles, confiables, eficientes, ambientalmente sostenibles, gobernados proactivamente y socialmente aceptables, a los usuarios finales⁵⁰⁸.

En México, la SENER visualiza a la seguridad energética como uno de los tres elementos necesarios para alcanzar un sistema energético integral, priorizando la capacidad para mantener un superávit energético que brinde la certidumbre para continuar con el desarrollo de actividades productivas, además debe de incrementar la accesibilidad a los mercados, así como poder satisfacer la demanda de bienes y servicios energéticos que la población requiere, abasteciendo de energía al país con precios competitivos, calidad y eficiencia a lo largo de la cadena productiva. Aunado a contemplar la internación de los productos [importados] y almacenamiento preventivo, principalmente enfocado en aquellos energéticos cuya dependencia de las importaciones pueda crecer a niveles que impliquen riesgos asociados a la continuidad del suministro⁵⁰⁹.

En Chile, su Ministerio de Energía señala que la seguridad energética es uno de los pilares de la política energética de ese país, de manera que contar con un sistema energético confiable es clave para impulsar el desarrollo del país. Considerando fundamental que la energía esté disponible a un precio razonable, predecible, y que favorezca la competitividad. Para el Ministerio de Energía de Chile, el principio de confiabilidad se entiende más allá del clásico concepto de seguridad en el sector energético, debido a que incorpora criterios de acceso confiable a la energía, calidad de suministro y flexibilidad del sistema, entre otros⁵¹⁰.

Para el Gobierno español, los vectores de la seguridad energética son tres: el suministro de energía al consumidor final, el abastecimiento que proviene del exterior y la sostenibilidad económica y medioambiental. El Sistema de Seguridad Nacional de España aporta a la seguridad energética las coordenadas necesarias para su optimización y potenciación a través de la interacción de los cuatro

⁵⁰⁸ Cfr. Rodríguez Padilla, Víctor, *Seguridad energética. Análisis y evaluación del caso de México*, México, Naciones Unidas, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), División de Publicaciones y Servicios Web, 2018, Serie Estudios y Perspectivas, Núm. 179, pp. 19-20.

⁵⁰⁹ Cfr. *Ibidem*, p. 28.

⁵¹⁰ Cfr. *Ídem*.

pilares sobre los que se sostiene el sector energético español: i) la política energética de responsabilidad del Gobierno; ii) las actuaciones del conjunto de las empresas del sector energético; iii) la intervención de los órganos supervisores del funcionamiento del mercado de la energía, y iv) la sociedad representada por sus ciudadanos, a la postre consumidores finales de los recursos energéticos, caracterizados por su accesibilidad, sostenibilidad y eficiencia. En el entendido de que la seguridad energética española, es la acción del Estado orientada a garantizar el suministro de energía de una manera que resulte sostenible económica y medioambientalmente, a través de recursos externos, pero también y cada vez más por medio de la generación de fuentes internas, en el marco de los compromisos internacionales asumidos de forma solidaria⁵¹¹.

Retomamos el argumento de que es de vital importancia que el sistema energético de un país cuente con capacidad de respuesta y anticipación ante condiciones críticas de desabasto energético, irrupción en la continuidad de la oferta energética, entre otros; de ahí la importancia de tener los mecanismos necesarios para implementar una buena seguridad energética, y con ella analizar los riesgos a los que el país está expuesto en materia de energía. En ese sentido, adicional a lo anterior, es fundamental contar con planes actualizados de prevención y gestión de riesgos, además de protocolos de respuesta a emergencias que aseguren la resiliencia, robustez y confiabilidad del sistema energético de un país⁵¹².

De manera complementaria, el concepto de la seguridad energética está fuertemente relacionado con los eventos geopolíticos internacionales, especialmente con la influencia energética que tienen unos países sobre otros, lo cual genera dependencia energética por parte de los países con insuficiencia de fuentes energéticas a causa de las condiciones físicas y geológicas donde se sitúan sus territorios o a la incapacidad tecnológica, política y legal para explotar sus fuentes energéticas; aunado al pobre desarrollo en la generación energética; a una frágil infraestructura para transportar los bienes y servicios energéticos, entre otras

⁵¹¹ Cfr. *Ibidem*, p. 29.

⁵¹² Cfr. *Ídem*.

causas que fomentan esa dependencia energética hacia países que por el contrario, cuentan con ventajas físicas y geológicas para la obtención de recursos energéticos en su territorio; tienen una buena política y normativa energética para explotar y hacer uso de estos recursos; y cuentan con todos los medios tecnológicos e infraestructura para abastecer las necesidades energéticas de su población.

Finamente, los sistemas energéticos dependen cada vez más de las variaciones climáticas; la seguridad energética hoy en día tiene una interdependencia con el aspecto ambiental, en particular con las condiciones climáticas. Ante esto, la planificación y el funcionamiento del sector energético se ven afectados por la variabilidad del clima, en particular por los cambios meteorológicos⁵¹³.

Con lo anteriormente descrito denotamos que, una utilización más eficaz de la información obtenida a partir de las predicciones y los datos meteorológicos, contribuye a ampliar la infraestructura de las energías renovables, pero también promoverá la eficiencia de los sistemas de energía limpia y la resiliencia frente al clima. Para lograr ese objetivo, es necesario aumentar y mantener las inversiones en estos servicios, sustentadas por el reconocimiento de su necesidad a través de políticas energéticas mejoradas⁵¹⁴.

Algunos ejemplos de la aplicación y funcionalidad de los servicios climáticos en el ámbito de la energía son:

- La planificación de las compras de fuentes de energía (gas y energía eléctrica).
- Contar con la capacidad de abasto y los recursos necesarios para solventar cualquier eventualidad climática.
- La gestión de respuesta en situaciones de emergencia ante el desabasto de energía ocasionado por fenómenos de la naturaleza.

⁵¹³ Cfr. Organización Meteorológica Mundial, (11 de octubre de 2022), *El cambio climático pone en riesgo la seguridad energética*, recuperado de <https://public.wmo.int/es/media/comunicados-de-prensa/el-cambio-clim%C3%A1tico-pone-en-riesgo-la-seguridad-energ%C3%A9tica>

⁵¹⁴ Cfr. *Ídem*.

- Verificar la optimización del funcionamiento de todas las centrales de generación de energía eléctrica (convencionales o renovables) ante situaciones climatológicas adversas⁵¹⁵.

Reiteramos que la seguridad energética va encaminada a que un Estado garantice el abasto y suministro de energía hacia sus gobernados; el cual debe ser seguro, continuo, suficiente, accesible, asequible, entre otros aspectos; a través de fuentes de generación interna y externa para satisfacer la demanda energética de la población y coadyuvar con ello al desarrollo pleno de todo tipo de actividades cotidianas del ser humano.

Como hemos explicado, la seguridad energética tiene ejes esenciales en su conformación, los cuales implican que esta deba ser:

- 1.- Accesible: Que esté a disposición de todas las personas.
- 2.- Asequible: Que sea de fácil acceso económico para las personas.
- 3.- De calidad: Que los bienes y servicios energéticos sean seguros y no generen daños a los equipos o instalaciones de los usuarios finales.
- 4.- Continua: Implica la ininterrupción en el suministro de energía, garantizando la frecuencia y duración del suministro energético.
- 5.- Confiable: Conlleva a la satisfacción de los usuarios respecto a la oferta energética que les es brindada.
- 6.- Eficiente: Es la capacidad de generar y disponer adecuadamente de la energía, contemplando una mejora constante para tales efectos.
- 7.- No discriminatoria: Debe garantizar el acceso universal de la oferta energética.
- 8.- Sostenible con el medio ambiente: La energía producida y ofertada debe preservar el entorno medioambiental⁵¹⁶.

⁵¹⁵ Cfr. *Ídem*.

⁵¹⁶ Cfr. Cherp, Aleh y Jewell, Jessica, (diciembre de 2014), *The concept of energy security: Beyond the four As*, vol. 75, p. 416, recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421514004960>

Por último, para que la seguridad energética en un país sea consistente, se deben contemplar y mejorar factores como las políticas públicas en materia energética, la eficiencia económica, la oferta energética, la administración para satisfacer la demanda energética, el uso sostenible de los recursos naturales para la generación energética, la protección al medio ambiente, los medios tecnológicos disponibles, la legislación energética y ambiental, entre algunos otros.

Para garantizar la seguridad energética en México a corto, mediano y a largo plazo, proponemos las siguientes medidas:

- A corto plazo: Reactivar las rondas petroleras, en particular ponderar la exploración y extracción de los yacimientos de gas natural, lo cual aumentará las fuentes de energía para satisfacer la demanda energética y se dará un paso adelante en la transición energética con el desarrollo de más proyectos derivados del uso de gas natural.

Con esto se reducirá paulatinamente la dependencia energética que tenemos hoy en día con Estados Unidos de América (EUA), en específico con el pender del suministro de gas natural por parte de ese país.

Además, incentivar el desarrollo de proyectos renovables para aumentar la matriz energética en el país.

- A mediano plazo: Crear instrumentos o mecanismos financieros que detonen la producción eléctrica generada a través de fuentes renovables o limpias. Igualmente, poder generar los instrumentos regulatorios pertinentes para seccionar el territorio del país por tipo de fuente de energías renovables, de acuerdo a las características físicas y climatológicas del territorio mexicano.

- A largo plazo: Tener una normatividad sólida, y con ello una regulación y supervisión eficiente, para dar pie a una variedad de fuentes de energía y una amplia gama de oferta energética para la población.

Aunado a alcanzar la obtención de una matriz energética con un porcentaje mayor al 85% de generación derivada de energía renovable o limpia,

logrando con ello, que nuestra industria energética sea ambientalmente sostenible y se cumpla de esta forma con los compromisos internacionales en materia de cambio climático.

3.2.2 Sostenibilidad Ambiental

El medio ambiente cotidianamente interactúa con múltiples factores naturales y factores propiciados por el ser humano que lo aprovecha, explota y desgasta de maneras distintas. Si bien pueden existir condiciones no antropogénicas que producen contaminantes naturales generados por fenómenos de la naturaleza como los incendios forestales o las erupciones volcánicas, principalmente; son realmente los contaminantes artificiales intrínsecos a las actividades antropogénicas o antrópicas, es decir, provocados por la actividad del ser humano como la actividad industrial, la fabricación de productos químicos, la satisfacción de necesidades de vivienda, sustento, entretenimiento, entre muchos otros; lo que genera las mayores afectaciones al medio ambiente.

A raíz de esto, nuestra civilización, particularmente nuestros sistemas económicos, y el sistema ecológico de la Tierra están en una confrontación, y la crisis climática es la manifestación más notable, destructiva y amenazadora de dicha colisión, ya que las manifestaciones que generan nuestras actividades humanas, casi siempre detonan en un violento impacto sobre los distintos ecosistemas en el planeta. Todo lo anterior tiene repercusiones en hechos que aumentan la crisis ecológica mundial, la cual afecta y amenaza la habitabilidad de nuestro planeta y con ello la supervivencia del ser humano. De tal manera que, toda sociedad en la Tierra debe ser consciente del daño que pueden llegar a generar las acciones individuales y colectivas en sus respectivos entornos ambientales.

Ante ello, el ser humano debe tener el compromiso de hacer sostenibles sus actividades diarias tanto a nivel industrial o productivo, como cotidiano y, por ende, tener el objetivo de generar un equilibrio entre su desenvolvimiento, y el respeto y preservación del medioambiente⁵¹⁷.

El mundo enfrenta desafíos en materia ambiental que exigen una acción conjunta entre gobiernos, empresas y la sociedad en general. Sólo a partir de una visión sustentable aplicada al desarrollo de las actividades industriales o de sectores productivos, así como de cualquier actividad cotidiana que realicemos, será posible garantizar los recursos naturales suficientes para satisfacer nuestras necesidades en el presente y el futuro, permitiendo la renovación de dichos recursos de forma adecuada sin sobreexplotar a los mismos; preservando al mismo tiempo nuestro entorno ambiental y poder revertir los estragos del cambio climático que nos aquejan hoy en día, los cuales amenazan el futuro de la vida humana y de todo ser vivo en el planeta⁵¹⁸.

Gran parte de las consecuencias climáticas actuales, derivaron del uso desmedido de las energías fósiles durante los últimos dos siglos en toda actividad industrial realizada por el ser humano, así como la sobreexplotación de los recursos naturales del planeta en ese mismo periodo. El fenómeno conocido como calentamiento global, refiere a las crecientes temperaturas que experimenta la atmósfera terrestre en décadas recientes, si bien este proceso de degradación atmosférica viene ocurriendo desde finales del siglo XIX, diversos estudios científicos realizados por el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (*IPCC* por sus siglas en idioma inglés), entre muchos otros organismos e instituciones de carácter público y privado, demuestran que el deterioro mencionado, se intensificó significativamente en la década de 1990, por lo que, de no tomar medidas y acciones que contrarresten tal situación, la vida de todos los seres vivos que habitamos la Tierra, sufrirá condiciones críticas, incluidas la extinción de múltiples especies animales y

⁵¹⁷ Cfr. Gore, Al, *Nuestra elección. Un plan para resolver la crisis climática*, trad. de Rafael Gonzáles del Solar, España, Editorial Gedisa, 2010, p. 32.

⁵¹⁸ Cfr. Ricart, Joan, *Desafío ecológico: riesgos y soluciones para un planeta amenazado*, México, Agencia Promotora de Publicaciones, 2010, t. I, p. 3.

vegetales, mismas que son vitales para la subsistencia del ser humano, así como modificaciones climáticas que resulten en eventos meteorológicos que pueden llegar a propiciar que desaparezcan poblaciones o ciudades enteras en todo el mundo⁵¹⁹.

El cambio climático es uno de los grandes problemas que la humanidad afronta individual y colectivamente, el cual representa una amenaza creciente para los ecosistemas, así como para las infraestructuras, los asentamientos humanos, los procesos productivos, la salud pública y otros factores que afectan al desarrollo humano. De no frenar el cambio climático efectivamente, se prevén consecuencias catastróficas para la vida presente y futura del ser humano⁵²⁰.

Una de las consecuencias más graves del cambio climático, es el fenómeno nombrado “efecto invernadero”, el cual es un proceso natural que evita que una parte del calor del sol recibido por la Tierra, deje la atmósfera y vuelva al espacio, produciendo un efecto similar a lo observado en un invernadero, de ahí su denominación. Este fenómeno consiste en la absorción de los catalogados GEI (Gases de Efecto Invernadero) presentes en la atmósfera, de las radiaciones infrarrojas emitidas por la superficie terrestre, impidiendo que estos escapen al espacio y aumente por ende la temperatura del planeta. Así, este fenómeno permite que el planeta tenga una temperatura promedio aceptable para el desarrollo de la vida.

Si bien los GEI son necesarios para la vida en el planeta, el aumento en los niveles de emisiones de los mismos, en concreto por los producidos a causa de la intervención del ser humano, son un detonante para la acumulación excesiva de esos GEI en la atmósfera, aumentando con tal situación la problemática del cambio climático, derivando esto en condiciones ambientales cada vez más desfavorables para el bienestar de todos los seres vivos en el planeta⁵²¹.

⁵¹⁹ Cfr. *Ibidem*, pp. 11-12.

⁵²⁰ Cfr. Carbonell León, María de las Nieves, “Cambio climático, política de transición energética en México y fomento del gas natural”, en Anglés Hernández Marisol y Palomino Guerrero Margarita (coords.), *op. cit.*, p. 321.

⁵²¹ Cfr. Ricart, Joan, *op. cit.*, p. 12.

Los GEI son componentes gaseosos de la atmósfera, ya sea que estos provengan de forma natural V. gr. dióxido de carbono (CO₂), vapor de agua (H₂O), metano (CH₄), ozono (O₃) (hay 2 tipos de ozono: 1.- Estratosférico: es el que naturalmente se encuentra en la atmósfera. 2.- Toposférico: es el que genera el ser humano y se expulsa a la atmósfera, es considerado como ozono “malo”); o resultado de la actividad humana V. gr. óxidos de nitrógeno (NO_x) y clorofluorocarbonos (CFCs); los cuales absorben y emiten radiación infrarroja, esta propiedad como ya se refirió previamente, causa el denominado efecto invernadero. Los GEI tienen la característica de que sus repercusiones (afectaciones a la atmósfera) perduran al menos aproximadamente 100 años (esto es así en el caso del CO₂ y mucho más en el caso de los restantes gases anteriormente citados). Otros contaminantes cuyos efectos adversos perduran menos tiempo no se clasifican como GEI.

La emisión de los GEI no ha cesado de incrementarse en las décadas más recientes (las últimas del siglo pasado y las que van del presente), estimulada por la creciente actividad industrial y por el continuo uso de combustibles fósiles, derivados de energías no renovables. Estos GEI al emitirse de forma desproporcionada, generan un aumento constante en la temperatura del planeta, lo cual provoca cambios drásticos en el clima, haciéndolo cada vez más impredecible, ocasionando periodos prolongados de sequías o desertificación, precipitaciones e inundaciones, modificación de la circulación termohalina (abarca el conjunto de corrientes oceánicas), incremento del nivel del mar, derretimiento de los casquetes polares, entre otras condiciones naturales; esto a su vez propicia alteraciones en procesos de diversas industrias o sectores productivos como la agricultura y la ganadería, principalmente⁵²².

Actualmente hay 6 tipos de GEI reconocidos por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y estos son: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆).

⁵²² Cfr. *Ídem*.

La CMNUCC se originó a raíz de la "Cumbre de la Tierra de Río", en 1992. Dicha cumbre también dio nacimiento a otras dos convenciones, las cuales son: la Convención de las Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica y la Convención de Lucha contra la Desertificación. Las tres convenciones están intrínsecamente vinculadas⁵²³.

El objetivo final de la CMNUCC es estabilizar las concentraciones de GEI a un nivel que impida interferencias antropógenas (inducidas por el hombre) peligrosas en el sistema climático a nivel mundial. Establece que dicho nivel debería alcanzarse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible con el medio ambiente⁵²⁴.

La CMNUCC entró en vigor el 21 de marzo de 1994. Hoy en día, tiene una membresía casi universal. Los 197 países que han ratificado la Convención se denominan "Partes en la Convención"⁵²⁵.

En la Cumbre de la Tierra de Río, se estableció la reconocida "Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo", la cual reafirmó la Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, aprobada en Estocolmo el 16 de junio de 1972, tratando de basarse en ella con el objetivo de establecer una alianza mundial nueva y equitativa mediante la creación de nuevos niveles de cooperación entre los Estados, los sectores claves de las sociedades y las personas⁵²⁶.

⁵²³ Cfr. United Nations Climate Change, (s.a.), *Qué es la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*, recuperado de <https://unfccc.int/es/process-and-meetings/que-es-la-convencion-marco-de-las-naciones-unidas-sobre-el-cambio-climatico>

⁵²⁴ Cfr. *Ídem*.

⁵²⁵ Cfr. *Ídem*.

⁵²⁶ Cfr. Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, (s.a.), *Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*, recuperado de <https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/riodeclaration.htm>

En la aludida declaración, se fijaron principios ambientales base para propiciar el desarrollo sostenible de la humanidad. Dentro de esos principios, destaca el Principio de las Responsabilidades Comunes pero Diferenciadas según sus Respectivas Capacidades (PRCD-RC).

Este principio considera que, si bien todos los países tienen una responsabilidad de controlar las emisiones de gases de efecto invernadero, son los países industrializados los que deben asumir objetivos específicos que pasarían por reducir las emisiones de GEI en un 40% respecto a los niveles existentes en el año de 1990 para los esperados en el año de 2020. Dicho principio ha sido asumido como un principio general del derecho internacional ambiental y resulta de la aplicación del principio de igualdad soberana que rige en las relaciones internacionales entre los Estados⁵²⁷.

El PRCD-RC ha sido una norma constitutiva de la política climática global, toda vez que su interpretación tradicional sostiene que diferentes niveles de protección ambiental deben esperarse entre los países desarrollados y los países emergentes y/o en vías de desarrollo. Así, el PRCD-RC permitió establecer una división de responsabilidad ambiental entre países desarrollados y países en vías de desarrollo frente al abordaje para combatir al cambio climático. A los primeros (países desarrollados), los designó como principales responsables para la regulación del cambio climático en la gobernanza ambiental, debiendo adoptar e implementar medidas de mitigación. Y a los segundos (países emergentes y/o en vías de desarrollo), únicamente se les comprometió a cooperar en el marco de las negociaciones del cambio climático, con el fin de contribuir a las metas de la CMNUCC⁵²⁸.

⁵²⁷ Cfr. Márquez Muñoz, Nadine, (14 de noviembre de 2016), *El principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas: análisis económico y de reparación ambiental en la implementación del Acuerdo de París*, recuperado de <https://inte.pucp.edu.pe/noticias-y-eventos/noticias/el-principio-de-responsabilidades-comunes-pero-diferenciadas-analisis-economico-y-de-reparacion-ambiental-en-la-implementacion-del-acuerdo-de-paris/>

⁵²⁸ Cfr. Kurt Kiessling, Christopher, (11 de diciembre de 2018), *Internalización del principio de las responsabilidades comunes, pero diferenciadas: interpretaciones desde la sociedad civil brasileña*, recuperado de

Sin embargo, a partir de la consolidación de la gobernanza climática, con la entrada en vigor del “Protocolo de Kioto”, en 2005, y especialmente a partir de la “Hoja de ruta de Bali”, en 2007; en las negociaciones internacionales se comenzaron a explorar las maneras por las que las economías emergentes, sobre todo, China, India y Brasil, podían aceptar compromisos en materia de mitigación. Este proceso tuvo impactos transformativos sobre la interpretación del principio, ya que los países desarrollados, especialmente EUA, exigían que de algún modo los emergentes asumieran compromisos ambientales y tomaran las acciones correspondientes internamente. Ello llevó a que el PRCD-RC recuperara las características ligadas a la protección ambiental como responsabilidad común de todos⁵²⁹.

De tal manera que actualmente, todos los países sin importar su estatus (desarrollados, emergentes, en vías de desarrollo) tienen la obligación de implementar las medidas ambientales necesarias y suficientes para dar un giro que mejore las condiciones climáticas adversas presentes en cada uno de sus respectivos territorios, contribuyendo así a la mejora ambiental mundial; a la par de observar los compromisos internacionales en la materia de medio ambiente y cambio climático y dar cumplimiento a lo estipulado en estos. Lo anterior, por supuesto, exigiendo medidas mucho más agresivas en el caso de los países desarrollados y, metas de cumplimiento progresivo y gradual de reducción de emisiones, para el caso de países en vías de desarrollo.

Otro principio a destacar de la Declaración de Río, es el Principio Precautorio o de Precaución. Este principio determina que, la falta de certeza científica absoluta no será una razón para posponer medidas que permitan evitar o mitigar daños serios o irreversibles al medio ambiente (Principio 15).

<https://revistas.flacoandes.edu.ec/letrasverdes/article/view/3663/2568#:~:text=El%20principio%20de%20las%20responsabilidades,o%20en%20v%C3%ADas%20de%20desarrollo.>

⁵²⁹ Cfr. *Ídem*.

El principio precautorio respalda la adopción de medidas protectoras ante las sospechas fundadas de que ciertos productos o tecnologías crean un riesgo grave para la salud pública o el medio ambiente, pero sin que se cuente todavía con una prueba científica definitiva de tal riesgo⁵³⁰.

El principio de precaución en materia ambiental debe distinguirse respecto al principio de prevención. El primero exige tomar medidas que reduzcan la posibilidad de sufrir un daño ambiental grave a pesar de que se ignore la probabilidad precisa de que éste ocurra. Mientras que el segundo obliga a tomar medidas dado que se conoce el daño ambiental que puede producirse⁵³¹, motivo por el cual se deben precisamente adoptar una serie de medidas atinentes a la prevención, compensación y mitigación de impactos ambientales conocidos y previamente identificados.

El principio preventivo precisamente es la piedra angular de la normatividad en materia de impacto y riesgo ambiental. De hecho, esto está claramente plasmado en la Declaración de Río, en el principio 17, por medio del cual se determina el deber de realizar una evaluación del impacto ambiental, en calidad de instrumento nacional, respecto de cualquier actividad propuesta que probablemente haya de producir un impacto negativo considerable en el medio ambiente y que esté sujeta a la decisión de una autoridad nacional competente⁵³².

Ante la conceptualización de este principio, los gobiernos alrededor del mundo deben anteponer en todo desarrollo de actividades industriales o productivas al medioambiente y las medidas de mitigación necesarias para salvaguardar al ambiente y su entorno ante la incertidumbre científica de la afectación que pueden llegar a tener nuevas actividades o tecnologías usadas en el desenvolvimiento productivo del ser humano.

⁵³⁰ Cfr. Alcaldía Mayor de Bogotá, (05 de agosto de 2021), *¿Qué es el principio de precaución?*, recuperado de <https://oab.ambientebogota.gov.co/que-es-el-principio-de-precaucion/>

⁵³¹ Cfr. *Ídem*.

⁵³² Cfr. *Ídem*.

Finalmente, un principio fundamental que se estableció en la Declaración de Río, fue el denominado como “el que contamina paga”. Consistente en que las autoridades nacionales deben procurar fomentar la internalización de los costos ambientales y el uso de instrumentos económicos, teniendo en cuenta el criterio de que el que contamina debe, en principio, cargar con los costos de la contaminación, teniendo debidamente en cuenta el interés público, sin distorsionar el comercio ni las inversiones internacionales⁵³³.

Retomando el tema de la CMNUCC, de esta derivan las Conferencias de las Partes (COPs). Una COP es la cumbre anual que realiza la CMNUCC en la que se reúnen los 196 países más la representación oficial de la Unión Europea (además de la representación nacional de cada uno de sus miembros) que han ratificado la CMNUCC y que conforman a “las Partes” (197 Partes). En las sesiones de las COPs se toman decisiones por consenso basadas en una agenda que se debe acordar y aprobar por las Partes⁵³⁴.

Esto ocurre con cada una de las convenciones marco que se han celebrado en materia de derecho internacional ambiental. Así, cada COP trata un tema en específico (cambio climático, biodiversidad, mares, entre otros). En el caso de las COPs celebradas con motivo de la CMNUCC, las Partes se reúnen cada año en cedes distintas, aunque esta temporalidad de reunión anual puede variar dependiendo diversos factores, en particular los de organización y políticos. Cabe hacer mención que, desde el inicio de las COPs y hasta la fecha, aún no se ha logrado alcanzar el objetivo primario de la CMNUCC, el cual es estabilizar los niveles de las emisiones de GEI a la atmósfera⁵³⁵.

⁵³³ Cfr. Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, *op. cit.*, recuperado de <https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/riodeclaration.htm>

⁵³⁴ Cfr. Gobierno de Chile, (s.a.), *¿Qué es la COP?*, recuperado de <https://cop25.mma.gob.cl/que-es-la-cop/>

⁵³⁵ Cfr. *Ídem*.

Las COPs comenzaron en marzo de 1995 en Berlín, Alemania; con el paso de los años se han celebrado diversas COPs, sin embargo, hay dos en particular que destacan por lo que en ellas se ha acordado y establecido respecto a los objetivos concretos de reducción de emisiones contaminantes a la atmósfera, estas son:

- La COP3, en 1997: Se creó el Protocolo de Kioto, mismo en el que se acordó el objetivo de reducir en 5% las emisiones contaminantes de los países.
- La COP21, en 2015: Se estipuló el “Acuerdo de París”, en el cual se estableció disminuir la temperatura a nivel global a no más de 2°C para el año de 2100, incluso por debajo de 1.5°C, a través de las PRCD-RC de las Partes⁵³⁶. Asimismo, se establecieron las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (CDN o NDC por sus siglas en el idioma inglés), que son la facultad de cada país para determinar el porcentaje de reducción de sus emisiones de GEI.

Haciendo hincapié en el contenido esencial de este par de COPs, se resalta que:

El Protocolo de Kioto fue creado con la finalidad de reducir las emisiones de GEI causantes del calentamiento global. En concreto, el Protocolo de Kioto era un instrumento para poner en funcionamiento la CMNUCC, comprometiendo por medio de este a los países industrializados a limitar y reducir sus emisiones de GEI, de conformidad con las metas individuales acordadas. La propia CMNUCC sólo pedía las Partes que adoptaran políticas y medidas de mitigación, así como una información o reporte periódico de esas políticas y medidas⁵³⁷.

El Protocolo de Kioto se basó en los principios y disposiciones de la CMNUCC cuya estructura se basó en sus anexos. Sólo vincula a los países desarrollados y les impone una carga más pesada en virtud del PRCD-RC, porque reconoce que son los principales responsables de los altos niveles de emisiones de GEI en la atmósfera⁵³⁸. Así, se establecieron “Las Partes”, mismas que fueron divididas en

⁵³⁶ Cfr. *Ídem*.

⁵³⁷ Cfr. United Nations Climate Change, (s.a.), *¿Qué es el Protocolo de Kyoto?*, recuperado de https://unfccc.int/es/kyoto_protocol

⁵³⁸ Cfr. *Ídem*.

dos anexos (países desarrollados, con obligaciones de reducción de GEIs específicos, y países en vías de desarrollo, con obligaciones concretas únicamente de monitoreo y reporte).

Un elemento importante del Protocolo de Kioto fue el establecimiento de mecanismos de mercado flexibles, que se basan en el comercio de permisos de emisión. En virtud del Protocolo, los países debían cumplir sus objetivos principalmente a través de medidas nacionales, sin embargo, el Protocolo también ofrecía un medio adicional para cumplir sus objetivos mediante tres mecanismos de mercado:

- Comercio Internacional de Emisiones.
- Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).
- Aplicación conjunta⁵³⁹.

Lo ideal era que estos mecanismos alentaran a que la reducción de los GEI, comenzando donde fuera más eficaz en función de los costos, por ejemplo, en los países desarrollados, no importando dónde se reduzcan las emisiones, siempre y cuando se eliminen de la atmósfera. Esto tenía los beneficios paralelos de estimular las inversiones verdes en los países en desarrollo e incluir al sector privado en este esfuerzo por reducir las emisiones de GEI a un nivel aceptable. El Protocolo de Kioto también estableció un riguroso sistema de seguimiento, revisión y verificación, así como un sistema de cumplimiento para garantizar la transparencia y hacer que las Partes rindieran cuentas.

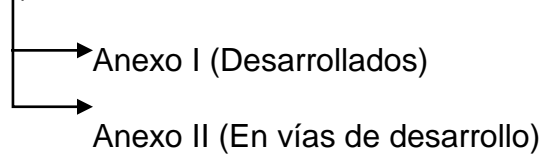
Se fijaron dos periodos para su cumplimiento, el primero al cierre del 2015 y el segundo para el 2020⁵⁴⁰.

⁵³⁹ Cfr. *Ídem*.

⁵⁴⁰ Cfr. *Ídem*.

Lo anterior queda sintetizado de la siguiente forma:

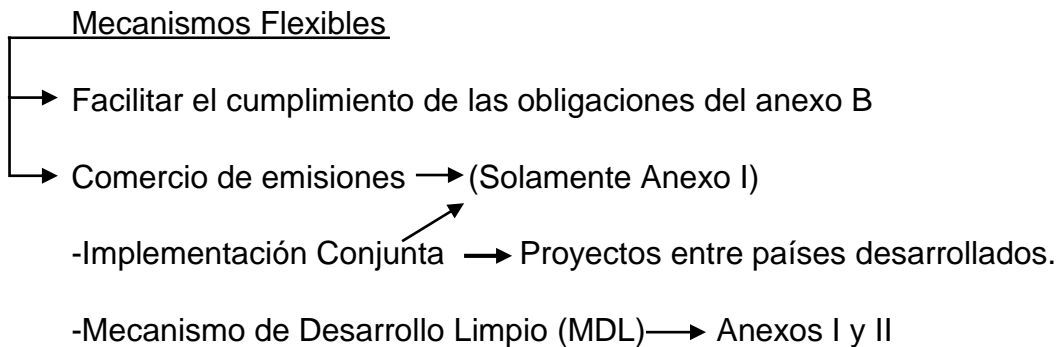
Anexo A (GEI) y Anexo B (Países)



*Entrada en vigor → 2005

*Periodos de cumplimiento: 1° en 2015

2° en 2020



Por su parte, el Acuerdo de París es un tratado internacional sobre el cambio climático jurídicamente vinculante para las Partes. Fue adoptado por las Partes en la COP21 en París, en 2015 y entró en vigor el 4 de noviembre de 2016. Su objetivo es limitar el calentamiento mundial muy por debajo de 2°C, preferiblemente a 1.5°C, en comparación con los niveles preindustriales. Para alcanzar este objetivo de temperatura a largo plazo, los países se proponen alcanzar el máximo de las emisiones de gases de efecto invernadero lo antes posible para lograr un planeta con clima neutro para mediados del presente siglo (XXI)⁵⁴¹.

El Acuerdo de París es un hito en el proceso multilateral del cambio climático porque, por primera vez, un acuerdo vinculante hace que todos los países se unan en una causa común para emprender esfuerzos ambiciosos para combatir el cambio

⁵⁴¹ Cfr. United Nations Climate Change, (s.a.), *El Acuerdo de París*, recuperado de <https://unfccc.int/es/acerca-de-las-ndc/el-acuerdo-de-paris#:~:text=El%20Acuerdo%20de%20Par%C3%ADs%20es,4%20de%20noviembre%20de%202016>.

climático y adaptarse a sus efectos. La aplicación del Acuerdo de París requiere una transformación económica y social, basada en la mejor ciencia disponible y el desarrollo sustentable del progreso humano. El Acuerdo de París funcionaba en un ciclo de cinco años de medidas climáticas cada vez más ambiciosas llevadas a cabo por las Partes. En 2020, los países presentaron sus planes de acción climática conocidos como CDN o NDC⁵⁴². Recientemente, fue acordado que las Partes presenten sus CDN de manera anual.

A través de las CDN, los países comunican las medidas que tomarán para reducir sus emisiones de GEI con el fin de alcanzar los objetivos del Acuerdo de París. Los países también comunican en dichas contribuciones las acciones que tomarán para crear resiliencia y adaptarse a los efectos del aumento de la temperatura, consecuencia del cambio climático⁵⁴³.

En virtud del contenido del Protocolo de Kioto y del Acuerdo de París, se denota que ambos son un intento de la comunidad internacional para modificar nuestras actividades en aras de mejorar las condiciones climáticas actuales que son adversas y nocivas para el bienestar de todos los seres vivos del planeta y de su medio ambiente.

Sin embargo, como se ha visto, hay cierta contraposición entre el Protocolo y el Acuerdo, ya que el primero sí tenía un buen diseño teórico de observancia y aplicación para que todos los países hicieran lo necesario por implementar en sus respectivos territorios las acciones que garantizaran un cambio sustancial en las condiciones climáticas y así lograr el equilibrio ecológico anhelado; por desgracia las obligaciones de seguimiento y vigilancia terminaron por ahuyentar a la mayoría de los países a darle sustento y peso al Protocolo, considerándolo muy estricto o inequitativo (en razón de las escasas obligaciones impuestas a países en vías de desarrollo, considerados como grandes emisores, tales como China o India).

⁵⁴² Cfr. *Ídem*.

⁵⁴³ Cfr. *Ídem*.

Caso contrario que con el Acuerdo, el cual, a raíz de su aceptación por todas las Partes, desvirtuó y sepultó por completo al Protocolo. El Acuerdo resultó un compromiso diplomático y aparentó una convicción mundial para cambiar de tajo el pensamiento limitado respecto a las consecuencias climáticas, desafortunadamente el Acuerdo más bien parece una “carta de buenos deseos o buenas intenciones”, carente de mecanismos certeros para el cumplimiento ambiental que reduzcan las emisiones de GEI. De ahí deviene el principal contraste entre el Protocolo y el Acuerdo, puesto que el Protocolo estaba bien estructurado y diseñado, sin embargo fue postergado su cabal cumplimiento, dejándolo en letra muerta desafortunadamente; en cambio el Acuerdo sí cuenta con la voluntad de cumplimiento de las Partes, aunque su diseño y conformación para el cumplimiento ambiental resulta laxo y poco efectivo, creando ficciones en su cumplimiento, dejando de lado su trascendencia para la reducción de emisiones de GEI y poder atenuar el cambio climático.

Lo ideal, sería complementar lo estipulado en el Acuerdo de París con mecanismos globales que realmente modifiquen la situación de las emisiones de GEI y se reduzcan dichas emisiones en todos los países de manera conjunta y continua, no con compromisos individuales no revisables como actualmente está contemplado.

Además de implementar sanciones y medidas regulatorias dentro del acuerdo, con la finalidad de tener un esquema legal que respalde las actividades fácticas en la mitigación de emisiones de GEI. Haciendo sugerible retomar y adecuar partes del Protocolo de Kioto e insertarlas al Acuerdo de París, permitiendo obtener lo mejor de ambos acuerdos internacionales y tener un instrumento ambiental sólido que permita cumplir las metas ambientales que la humanidad requiere en el presente y para el futuro.

Adicional a lo anterior, un concepto que va de la mano con la sostenibilidad ambiental, es el de la justicia climática, consistente en que los países desarrollados, aquellos que cuentan con los recursos necesarios para corregir las afectaciones ambientales y mejorar las condiciones de vida en el planeta (tecnología, solvencia económica, mecanismos financieros, entre otros), ayuden a los grupos o

sociedades vulnerables (países en vías de desarrollo y menos favorecidos) a combatir y revertir los efectos actuales del cambio climático.

Esto haría que todos, sin exclusión, podamos contar con los medios suficientes para mejorar nuestra situación climática a nivel local y la suma de estas detonar la mejora ambiental integral a nivel mundial. Lo cual implica trabajar todos conjuntamente en la medida de sus posibilidades para dar vuelta a las afectaciones ambientales propiciadas por el cambio climático.

Hoy en día las políticas ambientales han cobrado una gran injerencia en los proyectos energéticos a nivel mundial, tal situación es derivada de los efectos climáticos adversos que se manifiestan cada vez con mayor frecuencia, durabilidad e intensidad en distintas zonas geográficas del planeta.

Esa relación prevalente entre la energía y el medioambiente, está sustentada en la sostenibilidad que debe haber sobre el uso razonado y adecuado de los recursos provenientes de la naturaleza, entendiéndose esto como sostenibilidad ambiental.

Para definir a cabalidad el concepto de sostenibilidad ambiental, primero debemos saber que, la palabra sostenibilidad indica la capacidad de continuar indefinidamente un comportamiento determinado, por ende, sostenibilidad ambiental significa proteger y preservar el medio ambiente de forma indefinida⁵⁴⁴.

El objetivo de la sostenibilidad ambiental es conservar los recursos naturales y desarrollar fuentes renovables o limpias de energía, mientras se reduce la contaminación y los daños al medio ambiente causados a causa de las acciones antropogénicas⁵⁴⁵.

El principio rector la sostenibilidad ambiental es el estado del planeta a futuro, medido en períodos predeterminados de años (un lustro, una década, un siglo, un milenio). Muchas de las iniciativas en las que se basa la sostenibilidad ambiental implican la reforestación de bosques, la preservación de humedales, la protección

⁵⁴⁴ Cfr. Ecoticias, (9 de noviembre de 2022), *¿Qué es la sostenibilidad ambiental?*, recuperado de https://www.ecoticias.com/sostenibilidad/132018_sostenibilidad-ambiental

⁵⁴⁵ Cfr. *Ídem*.

de áreas naturales, entre algunas otras. Sin embargo, la mayor crítica a la que se enfrentan estas iniciativas que promueven la sostenibilidad ambiental, es que sus prioridades pueden estar en desacuerdo con las necesidades de una sociedad creciente, hiperconsumidora e industrializada, es decir que algunas de ellas son propuestas poco planeadas o cuya estrategia e implementación es deficiente y va contraria a una realidad ambiental; otros críticos en un sentido fatalista, afirman que la sostenibilidad ambiental va en contra del modelo económico actual y a futuro, por mayor degradación que resulte para el medioambiente, derivado del desarrollo de las actividades industriales o productivas, es decir, que es poco probable cambiar y mejorar sustancialmente las condiciones ambientales a futuro⁵⁴⁶.

Inicialmente, comprendemos que la sostenibilidad ambiental es el equilibrio generado por la relación armónica entre el ser humano y la naturaleza que lo rodea, de la cual forma parte. Esta relación debe ser permanente, sostenible para el medio ambiente y provechosa para el ser humano. Una de las razones que soportan la sostenibilidad ambiental es el fomento de una cultura que hace posible que las personas tomen conciencia del impacto ambiental de sus actividades, de los productos y servicios que ofrecen las industrias y de las actividades cotidianas, ya que implica promover el desarrollo económico sin amenazar ni degradar el ambiente, es decir, el impacto en el ambiente debe ser mínimo. De esta manera, no se comprometen los recursos naturales, tanto para las generaciones presentes como para las del futuro⁵⁴⁷.

De tal forma, la noción general de las afectaciones que se generan al medio ambiente derivadas del desarrollo de las actividades del ser humano, se entienden como “externalidades negativas”, las cuales tienen costo ambiental a causa de la conducta individual o colectiva del ser humano. Esas externalidades negativas, inicialmente ignoradas o infravaloradas, posteriormente se fueron incorporando en los análisis ambientales, sociales, económicos, y jurídicos, con la finalidad de

⁵⁴⁶ Cfr. *Ídem*.

⁵⁴⁷ Cfr. Fundación Wiese, (s.a.), *¿Qué es la sostenibilidad ambiental y cómo impacta en nuestras vidas?*, recuperado de <https://www.fundacionwiese.org/blog/es/que-es-la-sostenibilidad-ambiental-y-como-impacta-en-nuestras-vidas/>

señalar las situaciones en que hay consecuencias en el obrar individual o colectivo de las personas, las cuales afectan a otras personas o a su entorno ambiental⁵⁴⁸.

Las externalidades negativas reflejan que, en muchas ocasiones las compañías industriales cuyas actividades contaminan, no toman en consideración tal situación, pues las afectaciones derivadas de sus actividades son transferidas a otras personas o a la comunidad en su conjunto. Desde el punto de vista estrictamente económico, esas compañías no tienen incentivos en reducir el nivel de polución que causan con la producción de bienes y servicios rentables.

Ante esto, la clave para alcanzar un nivel óptimo de equilibrio ecológico-económico, consiste en inducir a los a las compañías a restringir su producción al nivel que sea inmejorable desde el punto de vista social, y no sólo desde el punto de vista económico. Lo anterior se logra mediante **políticas públicas que obliguen a las compañías a operar a lo largo de la curva de costo marginal social y no a lo largo de la curva de costo marginal privado**, lo cual implica que la externalidad negativa sea interiorizada⁵⁴⁹.

El gran cambio se produce cuando se internalizan esas externalidades negativas porque la sociedad ya no desea ni está en condiciones de soportarlas. Un ejemplo claro de esto se aprecia en las indemnizaciones por daños ambientales que deben pagar las compañías, pero también en las exigencias de transformación de los mecanismos de producción de bienes, obligándolas a incorporar nuevas tecnologías limpias cuyo costo deben soportar las mismas, construyendo así un nuevo modelo de relación entre la empresa, la sociedad y el medio ambiente en relación a las externalidades negativas⁵⁵⁰.

Las externalidades negativas implican un costo social derivado de las conductas individuales y colectivas, es decir, estas conductas realizadas por ciertos actores del mercado, generan un daño al medio ambiente, el cual lo terminan asumiendo todos los integrantes de la sociedad.

⁵⁴⁸ Cfr. Lorenzetti, Ricardo Luis, *Teoría del derecho ambiental*, México, Porrúa, 2008, p. 25.

⁵⁴⁹ Cfr. *Ibidem*, pp. 26-27.

⁵⁵⁰ Cfr. *Ídem*.

En contraparte, también las actuaciones individuales o colectivas del ser humano, dan origen a “externalidades positivas”. Estas derivan del desarrollo de nuevos instrumentos y áreas económicas vinculados al ambientalismo, haciendo más sostenibles las prácticas y desarrollo de actividades humanas. En el campo comercial, puede mencionarse como ejemplo la "etiqueta verde" que promueve el diseño, la producción, comercialización y utilización de productos que tengan repercusiones reducidas en el medio ambiente durante todo su ciclo de vida y proporcionar a los consumidores mejor información sobre las repercusiones ecológicas de los productos o servicios ofertados por las compañías. Generando un equilibrio ecológico-económico a causa de la sostenibilidad que las compañías llevan a cabo en sus actividades, lo que provoca además un incentivo para dichas compañías para que sus productos o servicios sean más valorados por los consumidores, también las auditorías ambientales permiten dar credibilidad a una compañía sobre el cumplimiento de normas de calidad ambiental y dar certidumbre respecto de la sostenibilidad de sus respectivas actividades⁵⁵¹.

Las externalidades positivas representan un diseño funcional de políticas públicas para el uso eficiente de recursos naturales, mismo que propicia un impacto positivo al ambiente, repercute de igual forma en todos los integrantes de la sociedad.

Con la explicación dada previamente, se concluye que las externalidades están inmersas en la economía de mercado y en el medioambiente, la discrepancia en términos de distribución inequitativa de cargas entre los entes privados y sociales (personas, fauna, flora, ecosistemas) constituye una falla de mercado que en términos económicos se denomina externalidad (coste externo).

El uso de los recursos naturales (renovables y no renovables) se asocia, en general, a un deterioro sistemático de ellos. Cualquier individuo o empresa pública y privada puede acceder a esos recursos naturales, por lo que cada uno intentará obtener el máximo rendimiento de estos debiendo preocuparse por la conservación futura de los mismos, como consecuencia, logrando una sostenibilidad en su uso, evitando que se utilicen excesivamente y se ponga en riesgo su existencia a futuro, ya que

⁵⁵¹ Cfr. *Ibidem*, p. 29.

el máximo uso de los recursos naturales puede no ser lo más racional en términos de su conservación o viabilidad ecosistémica, en este sentido, deben generarse las barreras técnicas, jurídicas y sociales para el aprovechamiento eficiente de los recursos naturales, con el objetivo de forjar una cultura de sostenibilidad en el uso de los recursos naturales.

La sostenibilidad ambiental busca proteger el medioambiente donde se desarrolla el hombre y minimizar en el mayor grado posible el efecto o impacto de las actividades humanas sobre él, poniendo especial énfasis en el cuidado del agua, haciendo un consumo razonable de este recurso natural frente a la escasez del mismo, el ahorro de agua debe ser considerado como mandatorio en la conducta humana e industrial. Además, es importante fomentar una cultura de ahorro de energía y hacer uso de nuevas fuentes de energía que tengan menos incidencia en el ambiente (renovables o limpias); adicional, es necesario incentivar las prácticas de reciclaje y mejor aún, poner en marcha políticas que incorporen los principios de la economía circular, aprovechando los residuos generados para darles un nuevo uso; entre muchas otras acciones sostenibles⁵⁵².

De tal modo, la sostenibilidad ambiental conlleva a una gestión eficiente de recursos naturales en cualquier actividad productiva, permitiendo la preservación de los recursos naturales disponibles en el presente para las necesidades futuras. Está en manos de toda la humanidad, ayudar a mantener esa sostenibilidad a través del ahorro de energía, el ahorro de agua, la no utilización excesiva de combustibles fósiles o la reducción en la generación de residuos, entre otras prácticas que ayuden a proteger el medioambiente y preservar el equilibrio ecológico⁵⁵³.

Todo lo anterior es relevante para resolver la problemática ambiental global que se vive en la actualidad, al tratar de proteger al planeta, frenando el cambio climático y evitar poner en riesgo los recursos y la vida sobre la Tierra. Esto se puede conseguir mediante la disminución de la degradación ambiental y en definitiva la reducción de

⁵⁵² Cfr. *Ídem*.

⁵⁵³ Cfr. BBVA Communications, (24 de noviembre de 2022), *¿Qué es la sostenibilidad ambiental y qué responsabilidad tienen las empresas?*, recuperado de <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-la-sostenibilidad-ambiental-y-que-responsabilidad-tienen-las-empresas/>

la huella ecológica que los seres humanos dejamos en el planeta con nuestras actividades que por mucho tiempo han sido insostenibles ambientalmente hablando. Lo anterior, bajo el desafío de no dejar de lado el crecimiento económico, el impulso al desarrollo social y la mejora integral del bienestar humano; consiguiendo mantener la diversidad de los ecosistemas con el paso del tiempo, mientras que se modifican patrones culturales inculcando conciencia y responsabilidad hacia el medio ambiente, sin dejar de lado el desarrollo humano, ya que es completamente compatible la preservación del medio ambiente con el desarrollo socioeconómico del ser humano⁵⁵⁴.

La serie de principios fundamentales que forman parte de la sostenibilidad ambiental implican: concebir, planificar, proyectar y gestionar prácticamente cualquier actividad cotidiana, productiva e industrial; incurriendo en la sensibilidad, compromiso y acción para el cuidado y preservación del medio ambiente⁵⁵⁵.

Los principios de la sostenibilidad ambiental consisten en:

1. Enfoque de demanda: Se trata de equilibrar la oferta y la demanda de bienes y servicios, actuando sobre el comportamiento que tengan los consumidores y no exclusivamente hacia la oferta generada, por tanto, se basa en el consumo eficiente en vez de la producción desmedida.
2. Sistema territorial y Estrategia Territorial: Cualquier actividad productiva que se desarrolle tiene un carácter territorial, por lo que forma parte de un sistema territorial con características propias. Se consideran las particularidades para planificar y gestionar cualquier actividad que se desarrolle de acuerdo a los principios que rigen la sostenibilidad ambiental, de ahí que la ordenación del territorio se asiente como instrumento del desarrollo sostenible. Todo ello con el objetivo claro de evolucionar hacia la cohesión social y económica, así como equilibrar la competitividad territorial, es decir, la intención es generar un modelo que reduzca al mínimo la demanda de infraestructuras,

⁵⁵⁴ Cfr. Redacción Moda Impacto Positivo, (s.a.), *¿Qué es la sostenibilidad ambiental?*, recuperado de <https://modaimpactopositivo.com/2020/08/25/que-es-la-sostenibilidad-ambiental/>

⁵⁵⁵ Cfr. ISOTools, (s.a.), *Aspectos fundamentales de la sostenibilidad ambiental*, recuperado de <https://isotools.org/2018/10/30/aspectos-fundamentales-sostenibilidad-ambiental/>

disminuyendo las diversas demandas por parte de los ciudadanos y progresando hacia la sostenibilidad ambiental real.

3. Huella ecológica: Implica la disminución de la carga que las personas imponen en la naturaleza, manteniendo la huella ecológica de estas por debajo de la capacidad bionatural; de esta manera, el impacto generado será mucho menor y, por tanto, asumible por la naturaleza.
4. Contrarrestar el cambio climático: Remite a la aplicación de estrategias, medidas y acciones preventivas, de resiliencia, de protección y prevención ambiental.
5. Integración y coexistencia del ser humano con su entorno: Es la correlación del humano y su hábitat natural para que puedan entenderse como dos subsistemas de un mismo conjunto, y no de manera superpuesta.
6. Impacto ambiental: Refiere a utilizar los medios técnico-legales para medir los impactos ambientales que implican las actividades del ser humano como base para el desarrollo socioeconómico, sobre el medio ambiente. Consiste en la inclusión de un enfoque adaptativo, considerando que antes de ejecutar la actividad, está el medioambiente y se debe ponderar el bienestar de éste; por lo que, si esta adaptación o modificación no es viable para el medioambiente, la actividad humana no debe ser desarrollada en ese espacio natural, al menos no bajo las condiciones de diseño y desarrollo planteadas o disponibles hasta el momento.
7. Instrumentos normativos de gestión ambiental: Consiste en la aplicación de los instrumentos regulatorios para la correcta y eficiente gestión ambiental (Evaluación Ambiental Estratégica, Evaluación de Impacto Ambiental, Ordenamiento Ecológico del Territorio, entre otras) por parte de los entes regulatorios gubernamentales, impuesto a todos los actores implicados en el desarrollo de actividades industriales o productivas que puedan afectar al medioambiente.
8. Estándares para medir y valorar la sostenibilidad: Estriba en revisar e implementar los estándares para la gestión ambiental, como la ISO 14001, entre algunos otros, los cuales determinan lineamientos sobre los cuales se

base la verificación de la sostenibilidad, esto, en complemento de las legislaciones nacionales e internacionales en la materia⁵⁵⁶.

Asimismo, entre las principales ventajas de la sostenibilidad ambiental, podemos nombrar las siguientes:

- ❖ Da lugar a que el uso de los recursos y de la energía sea más eficiente, así como, de manera general, todos los procesos productivos que llevamos a cabo cotidianamente.
- ❖ La adhesión de compromisos de sostenibilidad ambiental por parte de los sectores público y privado, genera racionalidad en su gestión y perspectiva puramente económica, ponderando la idea de priorizar al medioambiente sobre cualquier otra actividad.
- ❖ Su inclusión facilita el cumplimiento regulatorio establecido en los instrumentos normativos medioambientales.
- ❖ Implementar medidas basadas en la sostenibilidad ambiental, genera un factor diferenciador sustentado en la calidad, el cual puede propiciar otras ventajas como la correcta gestión ambiental, reducción de emisión de contaminantes, un buen manejo de residuos, entre otras.
- ❖ Aporta una mejora al entorno social al concientizar a la población respecto de los efectos positivos que propicia la mejora ambiental en sus actividades diarias, como consecuencia del compromiso derivado de la sostenibilidad del medio ambiente⁵⁵⁷.

Reiteramos que tanto las acciones humanas individuales como las colectivas han ejercido una presión y desgaste ambiental inmenso sobre el planeta y sus ecosistemas con el paso de los siglos, en particular a raíz del “boom” de la revolución industrial. En este sentido, la humanidad ha contribuido palmariamente a la degradación del medio ambiente, a la acelerada pérdida de diversidad biológica y al cambio climático. Por tal motivo el ser humano tiene la obligación de mejorar las condiciones de su entorno ambiental a través de sus actuaciones, pudiendo

⁵⁵⁶ Cfr. *Ídem*.

⁵⁵⁷ Cfr. *Ídem*.

lograr el equilibrio socioambiental indispensable para su bienestar y el del medioambiente⁵⁵⁸.

La concientización de la sostenibilidad ambiental funge un papel importante en la transformación de las sociedades a nivel mundial, logrando que estas y sus hábitos diarios, así como el desarrollo de sus actividades industriales o productivas sean más sostenibles que en la actualidad. El papel polifacético que tiene la concientización aplicada a la sostenibilidad ambiental, contribuye a fomentar múltiples prácticas sostenibles, entre ellas: el uso eficiente de los recursos naturales; el ahorro en el consumo de energía; la implementación de la economía circular; la protección al medioambiente, por citar algunas⁵⁵⁹.

En vista del creciente aprovechamiento de los recursos renovables para el desenvolvimiento generalizado de las actividades humanas, por medio de la sostenibilidad ambiental se trata de realizar una gestión eficiente de esos recursos renovables, inclusive restaurativo, asegurando así un crecimiento socioeconómico continuo e indefinido de la humanidad, protegiendo los recursos naturales, evitando la contaminación y degradación excesiva del medioambiente⁵⁶⁰.

En suma, el derecho ambiental es una de las bases para la funcionalidad de la sostenibilidad ambiental, por lo que la regulación ambiental es vital para proteger al medio ambiente desde un plano deontológico, que a su vez sienta las bases para hacer valer el plano fáctico de las acciones para preservar el medio ambiente y a todos sus integrantes de éste ante las crecientes presiones ambientales que viven hoy en día, resultando así que, las violaciones al derecho ambiental obstaculizan el logro de todas las dimensiones de la sostenibilidad ambiental y con ello del desarrollo sustentable.

⁵⁵⁸ Cfr. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, *El planeta: la sostenibilidad ambiental*, recuperado de <https://gem-report-2016.unesco.org/es/chapter/el-planeta-la-sostenibilidad-ambiental/>

⁵⁵⁹ Cfr. *Ídem*.

⁵⁶⁰ Cfr. Grupo ACMS Consultores, *op. cit.*, recuperado de <https://www.grupoacms.com/consultora/sostenibilidad-ambiental>

Dando continuidad a lo anterior, el derecho a un medio ambiente sano es reconocido ampliamente en las legislaciones a nivel mundial; como ya quedo esclarecido, a nivel internacional, los Estados han negociado un amplio número de acuerdos para hacer frente a los problemas relacionados con el medio ambiente, incluyendo temas como el comercio de especies en peligro de extinción, la conservación de la diversidad biológica, movilidad, eliminación de sustancias peligrosas, la contaminación marina, el agotamiento de la capa de ozono, entre algunos otros.

De modo que, la comunidad internacional se ha pronunciado en el sentido de que el desarrollo humano debe ser sostenible y proteger al medio ambiente donde este se desenvuelve, mismo del que depende la subsistencia de las generaciones presentes y futuras. En este sentido, la evolución de los derechos ambientales surge de la necesidad del reconocimiento formal sobre la protección del medio ambiente para el bienestar del ser humano y para gozar del respeto de atributos humanos fundamentales como la dignidad, la igualdad y la libertad. La realización de dichos atributos depende de la formulación de políticas informadas, transparentes y adecuadas. Los derechos humanos y la protección del medio ambiente son inherentemente interdependientes.

Recientemente, los derechos ambientales se han identificado y clasificado en dos categorías de derechos estrechamente vinculados al medio ambiente:

a) Los derechos cuyo disfrute es particularmente vulnerable a la degradación del medio ambiente: Estos son susceptibles al riesgo de daños ambientales, se califican a menudo de derechos sustantivos, es decir, son aquellos que realiza el ser humano cotidianamente sin la concientización del daño que éste le produce al medio ambiente.

b) Los derechos cuyo ejercicio respalda una mejor formulación de políticas ambientales: Estos respaldan la formulación de políticas ambientales más fuertes, se consideran con frecuencia derechos de procedimiento, resultan de una buena planeación, concientización e implementación de acciones sustentables, implican un uso razonado de recursos naturales, a la par de generar el menor impacto al

medio ambiente, resultando en una sana convivencia ecológica entre el medio ambiente y el desarrollo diario de las actividades humanas.

En materia ambiental y en general, los términos sostenibilidad y sustentabilidad tienden a tener el mismo significado, el cual implica el buen uso de los recursos naturales para su aprovechamiento, sin sobreexplotarlos y poner en riesgo esos recursos a futuro; por lo que ambos preceptos se manejan como iguales al ser usados indistintamente como sinónimos. Sin embargo, a nuestro juicio, ambos términos tienen acepciones similares pero un tanto diferentes, y con mayor razón cuando ambos se mezclan con la materia energética.

La diferencia entre sostenibilidad y sustentabilidad radica en que la primera tiene como objetivo lograr un cambio profundo en los aspectos medioambiental, social, económico, político y cultural; mientras que la segunda se centra en la defensa, preservación y el uso racional de los recursos naturales. Por tanto, algo que es sostenible cumple con una serie de procesos que ayudan a crear un entorno social mejor y más respetuoso con el planeta y algo sustentable es aquello que se mantiene por sí mismo, si se trata de forma adecuada⁵⁶¹.

La mejor forma de entender la sostenibilidad y su importancia son los 17 ODS que se aprobaron en la agenda 2030 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU). Estos objetivos se encuentran interrelacionados entre sí. Los ODS tienen una visión global, abarcan múltiples objetivos plurifuncionales que comprenden: la búsqueda de la eliminación de la pobreza, de las desigualdades, de una educación de calidad, evitar la degradación ambiental y establecer los caminos que lleven a un mundo más próspero, con paz y justicia, principalmente⁵⁶².

Es así que, la sustentabilidad se enfoca en la prevención y correcta planificación para asegurar un futuro sostenible, a través de una serie de estrategias, medidas y acciones que garanticen un aprovechamiento eficiente y racionado de recursos naturales; en tanto que, la sostenibilidad se enfoca en mejorar, ajustar y mantener

⁵⁶¹ Cfr. Reyna, Armando, (s.a.), *¿Cuál es la diferencia entre sustentabilidad y sostenibilidad?*, recuperado de <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/cual-es-la-diferencia-entre-sustentabilidad-y-sostenibilidad/>

⁵⁶² Cfr. *Ídem*.

una serie de elementos, factores, aspectos y situaciones a periodos de tiempo futuros, generalmente a largo plazo. Por ejemplo, un recurso puede ser sostenible a futuro, pero no necesariamente sustentable si su explotación no permite su renovación y agota dicho recurso a corto, mediano o largo plazo⁵⁶³.

Por lo anterior, la sostenibilidad se entiende como un concepto amplio que abarca aristas de índole ambiental, social, económico, político y de seguridad principalmente, con la finalidad de estructurar racionalmente, hacer viables, y mejorar el funcionamiento de todos estos rubros en la sociedad en tiempo presente para obtener los mejores resultados materiales a futuro; a la par de permitir el uso eficiente los recursos naturales para satisfacer las necesidades esenciales del ser humano, además de las necesidades primordiales que en la actualidad requiere toda sociedad para el bienestar y desarrollo integral de la misma.

Mientras que el concepto de sustentabilidad va enfocado de manera más específica a la protección y preservación ambiental, a través del establecimiento de estrategias, medidas y acciones técnico-jurídicas que permitan obtener un beneficio justo y razonado de los recursos naturales provenientes del medio ambiente, en aras de salvaguardar lo mejor posible la integridad el medio ambiente, para así evitar condiciones climáticas adversas como las que padecemos en la actualidad, a causa del cambio climático, mismo del cual hemos contribuido en gran medida a que esto suceda, debido al aumento de emisiones de GEI a la atmósfera a través del desarrollo desmedido de actividades industriales o de sectores productivos, propiciado por el abuso en el uso de energía fósiles, la sobreexplotación de recursos naturales, el descuido de la protección al entorno ambiental, entre otros factores.

En décadas recientes se han estudiado los efectos de la contaminación que el ser humano por medio de sus actividades, en particular de las industriales, ha generado al medio ambiente, en especial a los ecosistemas; máxime lo anterior, fue hasta que en años recientes se tomó conciencia del daño provocado por nuestras actividades y con ello hasta ahora se le está dando la importancia debida a tal situación. A raíz

⁵⁶³ Cfr. Eclass, (s.a.), *¿Conoces la Diferencia entre Sustentabilidad y Sostenibilidad?*, recuperado de <https://blog.eclass.com/sostenibilidad-y-sustentabilidad-claves-para-entender-estos-conceptos>

de la percepción del daño ambiental que hemos provocado por siglos, las tendencias en políticas gubernamentales a nivel local e internacional, versan respecto al control, protección y preservación ambiental⁵⁶⁴.

Lo anterior debe ser prioridad por las próximas décadas o siglos hasta lograr alcanzar un equilibrio ecológico aceptable, restaurando para tales efectos los ecosistemas y sus componentes ante el nivel de afectación o destrucción que hemos causado. Actualmente, por razones políticas y falta de una ponderación integral adecuada muchas acciones para revertir la contaminación tienden a ser en su mayoría poco estudiadas, comprobadas, desarrolladas y hasta desesperadas, por ende, es fundamental replantear las estrategias, medidas y acciones a ejecutar en favor de la reducción de contaminantes, siendo estas bien estudiadas, con sustento científico y técnico adecuados, correctamente aplicadas y propagar su replicación en todo el mundo, permitiendo con todo esto que los ecosistemas se renueven, se mejoren las condiciones climatológicas y se restaure el estatus del equilibrio ecológico.

De tal modo que no debemos prolongar la realización de estas acciones de mejora y preservación ambiental, entre más pronto se actúe, menores posibilidades hay de que el daño ambiental ocasionado sea irreversible, y con ello las probabilidades de mejora y preservación ambiental se incrementen⁵⁶⁵.

El control de la contaminación se está volviendo paulatinamente la punta de lanza de gobiernos, compañías privadas y sociedad en general para el desarrollo de sus actividades o proyectos. Para diseñar e implantar sistemas, medidas y acciones anticontaminantes se requiere modificar o alterar los procesos de esas actividades; mejorar el uso de las materias primas; eficientar la disposición final de productos y desechos, entre otras acciones⁵⁶⁶.

⁵⁶⁴ Cfr. Letayf Acar., Jorge y González González Carlos, *op. cit.*, p. 235.

⁵⁶⁵ Cfr. *Ídem*.

⁵⁶⁶ Cfr. *Ibídem*, p. 236.

Todas nuestras actividades deben avanzar hacia un nuevo modelo ambientalmente sostenible que tome en consideración las situaciones del cambio climático, escasez de recursos naturales, contaminación multiforme, destrucción de ecosistemas, pérdida de biodiversidad, entre otras⁵⁶⁷.

El objetivo de la sostenibilidad ambiental implica fortalecer las políticas tendientes a un adecuado mantenimiento y aprovechamiento racional de los recursos naturales y ajustar las necesidades sociales, económicas e industriales para hacer uso eficiente de los mismos, sin que ese aprovechamiento de recursos implique su sobreexplotación y degradación continua y permanente. Por el contrario, se deben crear mecanismos que protejan a los recursos naturales y a la par favorezcan el uso razonado (conciencia ambiental) de los mismos. En este sentido, es primordial crear instrumentos regulatorios que garanticen la preservación de esos recursos y en general del medio ambiente. Detonando esto, en un equilibrio entre la protección al medio ambiente y sus recursos, y el disfrute de estos para las actividades tanto industriales como cotidianas del ser humano⁵⁶⁸.

La persistencia, la evaluación constante, el monitoreo y la participación social deben ser características indispensables para esforzarnos en implementar acciones ambientales como medidas de mitigación, compensación, desarrollo tecnológico, apoyo ambiental, entre otras; antes, durante y al culminar los proyectos que realizamos a diversas escalas, es decir, desde actividades cotidianas, hasta las industriales.

Por ello, las estrategias, medidas y acciones ambientales que disponemos en múltiples proyectos industriales o productivos, deben garantizar que el aprovechamiento de recursos naturales sea sostenible con el medioambiente, es decir, que tengan el menor impacto ambiental posible, generando con esto la preservación del medio ambiente y la protección de todos los componentes de éste.

⁵⁶⁷ Cfr. François Collart Dutilleul, "Introducción", en Sarmiento Erazo, Juan Pablo y Collart Dutilleul, François (dirs.), *Estudios jurídicos sobre aprovechamiento sustentable de los recursos naturales: aproximación a alternativas jurídicas para la sostenibilidad y seguridad alimentaria*, Colombia, Editorial Universidad del Norte, 2019, p. 1.

⁵⁶⁸ Cfr. *Ídem*.

Ultimamos que toda actividad proveniente de la industria energética debe ser sostenible y debe anteponer el aspecto ambiental durante el desarrollo de las mismas, sin dejar de lado el seguro y buen funcionamiento energético de estas. Resultando todo lo anterior en que la industria energética sea la más sostenible en comparación con otras, y a la vez sea eficiente, brindando energía para todos de forma sostenible, garantizando así un buen uso de los recursos naturales y una buena gestión en el desenvolvimiento energético para la sociedad.

3.2.3 Equidad Energética

La disponibilidad de la oferta energética debe estar al alcance de todas las personas, lo cual implica que dicha oferta debe ser no discriminatoria y debe facilitar las necesidades energéticas que las personas demandan.

Desafortunadamente, la realidad en muchos países dista de la premisa argumentada en el párrafo anterior. A pesar de la creación de nuevas tecnologías, desarrollo de políticas públicas de abastecimiento y suficiencia de bienes y productos energéticos (seguridad energética) y acciones que facilitan el alcance de la oferta económica; aún existe un rezago social considerable para el acceso pleno a la oferta energética en múltiples países, en particular en aquellos catalogados como países emergentes y/o en vías de desarrollo.

La pobreza energética es la incapacidad de un hogar para satisfacer una cantidad mínima de bienes o servicios energéticos para satisfacer sus necesidades básicas, conlleva a la complejidad de alcanzar un nivel social y materialmente necesario de servicios domésticos de la energía, lo cual dificulta que haya una participación efectiva en la sociedad actual⁵⁶⁹.

⁵⁶⁹ Cfr. Asociación de Ciencias Ambientales, (s.a.), *¿Qué es la pobreza energética?*, recuperado de <https://www.cienciasambientales.org.es/index.php/i-que-es-la-pobreza->

Por lo que, un hogar que padece pobreza energética no puede acceder a los servicios energéticos esenciales. Esto genera graves consecuencias para el bienestar de las personas que lo habitan, pudiendo estar expuestas a malas condiciones de habitabilidad como la falta de confort térmico, además de tener una menor disposición económica para pagar sus bienes y servicios energéticos, situación que puede llevar a tener que exponerse al riesgo de impago y desconexión eléctrica por falta de recursos económicos. La pobreza energética incluye los gastos en climatización, iluminación, cocina, consumo del agua caliente sanitaria y todos los relacionados con las necesidades básicas de un hogar, pero no incluye los gastos destinados al transporte o a otros bienes esenciales como los alimentos. Ciertos hogares pueden encontrarse en una situación de pobreza energética sin estar en riesgo de exclusión o en pobreza monetaria, por lo que se trata de un fenómeno diferente al término más amplio de lo entendido tradicionalmente como pobreza o exclusión social. Sin embargo, esta situación puede ser un primer paso para llegar al estado de pobreza generalizada y por ende a la exclusión social⁵⁷⁰.

El concepto de pobreza energética difiere en función del grado de desarrollo de un país. En los países desarrollados se trata de un problema de sobreesfuerzo o capacidad de pago de las facturas de la energía eléctrica. Mientras que, en los países en vías de desarrollo se trata de un problema de acceso a fuentes de energía modernas como el gas o la electricidad, más que a la incapacidad de asumir su pago, en ambos casos existe una dificultad de acceso energético y se ven afectadas las condiciones de vida de las personas⁵⁷¹.

energetica#:~:text=Por%20otro%20lado%2C%20tambi%C3%A9n%20se,hogares%20con%20diferente%20po
der%20adquisitivo.

⁵⁷⁰ Cfr. *Ídem*.

⁵⁷¹ Cfr. *Ídem*.

Las causas que dan origen a la precariedad energética son diversas, aunque tradicionalmente han existido tres factores fundamentales:

- Bajos ingresos económicos en el hogar.
- Insuficiente oferta energética y dificultad de accesibilidad, aunado a una deficiente calidad energética de las instalaciones o equipos eléctricos en un lugar determinado.
- Precios elevados de la energía, lo cual indica poca o nula asequibilidad⁵⁷².

En la actualidad se suman otros factores como la falta de políticas públicas de apoyos económicos para el acceso energético o la falta de programas sociales que faciliten instalaciones y equipos eléctricos de calidad en zonas rurales, principalmente⁵⁷³.

Esta desigualdad energética es atribuida a un desinterés prolongado por parte de los países a través de los años, sin embargo, en la actualidad es bien sabido que para tener un desenvolvimiento óptimo en todas nuestras actividades diarias, es fundamental que tengamos a nuestro alcance una variedad de bienes y servicios energéticos; de tal forma que los gobiernos se encuentran en una búsqueda constante de generar las condiciones suficientes que permitan satisfacer nuestras necesidad energéticas para contribuir a propiciar un desarrollo pleno de sus gobernados.

En consecuencia, todos los Estados tienen el compromiso de conseguir una equidad energética para todos sus habitantes, permitiendo que estos gocen de las mismas oportunidades para adquirir los bienes y servicios energéticos disponibles en esos países con la finalidad de satisfacer sus necesidades energéticas cotidianas, mismas que hoy en día son indispensables para tener una vida plena.

⁵⁷² Cfr. *Ídem*.

⁵⁷³ Cfr. *Ídem*.

En razón de lo anterior, podemos definir a la equidad energética como el ofrecimiento no discriminatorio y bajo las mismas condiciones de disponibilidad (accesibilidad y asequibilidad) de bienes y servicios energéticos para toda la población de un determinado país o territorio. Esta paridad que tiene la población en general respecto a la oferta energética proporcionada por sus gobernantes, evita la manifestación de desigualdades o rezago de oportunidades energéticas, lo cual da pie un equilibrio social en cuestiones energéticas.

La equidad energética reconoce que las comunidades desfavorecidas han sido históricamente marginadas y sobrecargadas por aspectos como la contaminación, la inversión insuficiente en infraestructura de energía limpia, así como la falta de acceso energético para sus viviendas y la oferta de medios energéticamente deficientes (transporte, instalaciones y artículos eléctricos, entre otros)⁵⁷⁴.

Para atenuar parte sustancial de ese rezago energético, resulta necesario mejorar el acceso a la energía, medir el impacto de la insuficiencia energética en comunidades vulnerables, identificar fuentes de energía que puedan satisfacer la necesidad energética de las comunidades sin acceso a energía, entre algunas otras medidas que permitan identificar y resolver la pobreza energética de las comunidades vulnerables; con el objetivo primario de satisfacer las necesidades energéticas, solucionar las desigualdades energéticas y subsecuentemente mejorar las condiciones climáticas de esas comunidades⁵⁷⁵.

Un claro ejemplo de lo anterior, se presenta al observar que el 5% de la población de América Latina y el Caribe no tiene acceso a la energía. Es importante no perder de vista que, si bien se requiere generalizar el acceso a la energía para todas las comunidades, también es prioritario que esa satisfacción energética no genere más

⁵⁷⁴ Cfr. Office of Energy Efficiency & Renewable Energy, (s.a.), *Equidad Energética y Justicia Ambiental*, recuperado de <https://www.energy.gov/eere/equidad-energetica-y-justicia-ambiental#:~:text=La%20Equidad%20Energ%C3%A9tica%20reconoce%20que,viviendas%20y%20transporte%20energ%C3%A9ticamente%20eficientes.>

⁵⁷⁵ Cfr. Universidad de Chile, (28 de noviembre de 2017), *Equidad y calidad energética: Un desafío pendiente en la sociedad chilena*, recuperado de <https://www.uchile.cl/noticias/139320/equidad-y-calidad-energetica-un-desafio-pendiente-en-chile>

emisiones de CO₂, puesto que el cambio de paradigma en la equidad energética deberá evitar la idea de un crecimiento económico atado a las emisiones de GEI⁵⁷⁶.

Se requiere una buena planeación política para reducir la vulnerabilidad de los menos favorecidos ante los precios cambiantes de la energía y los altos costos de los combustibles fósiles, considerando los impactos sociales, ambientales y económicos⁵⁷⁷.

La agenda global busca la erradicación de la pobreza energética y el acceso universal a la energía por medio de precios asequibles (económicamente benéficos) para las comunidades menos favorecidas. Además de que ese alcance de cobertura energético para dichas comunidades, debe ser bajo sólidos estándares de sostenibilidad ambiental, esto a través de la inversión y desarrollo de proyectos derivados de energías renovables y medidas de eficiencia energética que empoderen a las comunidades más vulnerables y les permitan salir de la pobreza energética. Por esta razón, es vital explorar las condiciones naturales de esas comunidades para expandir la participación de las energías renovables y tecnologías novedosas que generen beneficios ambientales y energéticos a las comunidades con rezago energético⁵⁷⁸.

En consecuencia, la misión de los gobiernos en todo el mundo debe ser crear comunidades más equitativas en términos energéticos, donde todas las personas puedan acceder a la gama energética que su respectivo país ofrece, sin que influya el lugar en donde habitan o las condiciones económicas de esas personas, entre otros factores socioeconómicos, para poder satisfacer a plenitud las necesidades energéticas que la población de ese país demanda⁵⁷⁹.

⁵⁷⁶ Cfr. Dahl, Gaurav, (s.a.), *Equidad energética*, recuperado de https://www.wwf.org.mx/que_hacemos/cambio_climatico_y_energia/wwf_mexirec2017/equidad_energetica/

⁵⁷⁷ Cfr. *Ídem*.

⁵⁷⁸ Cfr. *Ídem*.

⁵⁷⁹ Cfr. MCE, (s.a.), *MCECompromiso de Equidad Energética*, recuperado de <https://www.mcecleanenergy.org/es/energy-equity/>

El aprovechamiento de la energía debe ser no discriminatorio, todas las personas deben gozar del mismo derecho para hacer uso de la energía. En este sentido, es menester de los gobiernos establecer y aplicar políticas públicas que propicien equidad entre sus habitantes en torno al consumo de energía, evitando generar un rezago para la población más vulnerable de los distintos beneficios derivados del uso de la energía.

La equidad energética da pie para la estabilidad social en términos energéticos, evitando que ninguna persona sea desprovista de la posibilidad de disfrutar de la oferta energética disponible en el país donde habita. A su vez, por medio de la equidad energética los gobiernos consiguen crear las condiciones igualitarias de accesibilidad y asequibilidad entre toda su población, evitando con ello, rezagos en materia energética y logrando un equilibrio energético-social en ese país o territorio.

3.3 Instrumentos para la Protección al Medio Ambiente en el desarrollo de Energías Renovables en la normatividad mexicana

Desde el ámbito jurídico, la protección al medioambiente y los recursos naturales intrínsecos a éste, se ve plasmada a través del sistema jurídico y su respectivo orden jerárquico en los países alrededor del mundo, en virtud de los múltiples instrumentos normativos creados e implementados para tales efectos.

El derecho para la protección del medioambiente formalmente nace de la emisión de actos administrativos, por medio del establecimiento y aplicación de acciones regulatorias insertas en diversos instrumentos normativos ambientales y de otras naturalezas jurídicas que complementan a la administrativa-ambiental. Ese derecho por su naturaleza y alcance, es multidisciplinario, en virtud de que en la conformación de su objeto de estudio se comprenden fenómenos sociales, económicos, políticos, entre otros, los cuales se encuentran íntimamente

relacionados a su vez al objeto de estudio del medioambiente, a la protección del mismo y al aprovechamiento sustentable de los recursos pertenecientes a éste⁵⁸⁰.

Por ende, el derecho para la protección del medio ambiente, se ocupa específicamente de normar y regular situaciones y relaciones de la conducta del ser humano, incluyendo sus actividades, las cuales pueden alterar, modificar o inclusive generar un daño o afectación al entorno ambiental en el que éste se desenvuelve⁵⁸¹.

La tutela jurídica del medioambiente, de manera general, hace referencia al marco protectorio que el derecho establece para los elementos provenientes de la naturaleza, a fin de equilibrar las afectaciones que generan las acciones humanas a su entorno ambiental y garantizar el normal cumplimiento de las normas creadas para tal fin, priorizando fundamentalmente el cuidado y protección al medioambiente⁵⁸².

La protección del medio ambiente involucra el establecimiento de instrumentos y mecanismos jurídicos que hagan parte de la defensa del medio ambiente y, por consiguiente, el agrado del derecho de las personas a gozar y vivir en un medio ambiente sano, así como el establecimiento de responsabilidad por los daños ambientales ocasionados ya sea de manera individual o colectiva, atribuibles al desarrollo de diversas actividades humanas, principalmente de las industriales o productivas⁵⁸³.

La necesidad de hacer alusión a la tutela jurídica del medioambiente radica en la incapacidad de la naturaleza para exigir la tutela efectiva de sus derechos. Ello se suple con la facultad otorgada a las personas para ejercer acciones legales ante los órganos judiciales correspondientes. La ley faculta a las personas a demandar

⁵⁸⁰ Cfr. Zarkin Cortés, Sergio Salomón, *Derecho de protección al ambiente*, México, Editorial Porrúa, 2000, pp. 28-29.

⁵⁸¹ Cfr. *Ibidem*, p. 30.

⁵⁸² Cfr. Castañeda Herris, Valentín, (10 de junio de 2021), *Tutela jurídica del medio ambiente y responsabilidad social. Una mirada desde la preservación de los recursos naturales en el callejón Andino*, recuperado de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-78902021000600054

⁵⁸³ Cfr. *Ídem*.

judicialmente la reparación del daño ambiental y la aplicación de sanciones a quienes resulten responsables de generar afectaciones al medioambiente⁵⁸⁴.

La protección jurídica del medioambiente por intermedio del derecho ambiental, es consecuencia de la necesidad que tiene el hombre de proteger su entorno por el mero afán de supervivencia; nace de una vocación preventiva, de protección y restauradora, como una herramienta encaminada a alcanzar una mejor en la calidad de vida dentro de las complejas estructuras sociales hoy en día. Se ha caracterizado incluso como un derecho de tercera generación, puesto que ha nacido mucho después que los derechos civiles, políticos, económicos, sociales y culturales. El derecho ambiental es una materia con un marcado carácter interdisciplinario que a su vez está estrechamente relacionada y converge con otras disciplinas jurídicas⁵⁸⁵.

El derecho ambiental presenta una serie de características que lo hacen:

1. Multidisciplinario: El medio ambiente tiene carácter multidisciplinario y multisectorial a la vez, ya que se trata de un sistema dinámico de diferentes elementos, fenómenos-procesos naturales, sociales y culturales, los cuales van ineludiblemente ligados a la calidad de vida de la ciudadanía.
2. Preventivo: Hace referencia a que, si bien el derecho ambiental dispone de un sistema que sanciona a todo aquel que incumpla las normas en última instancia, sus objetivos son fundamentalmente preventivos. El carácter sancionador no merma, por tanto, el carácter preventivo de la regulación ambiental, enfoca la represión *a posteriori* como una técnica para disuadir la materialización de los supuestos normativos que darán lugar a una sanción.
3. De carácter de sustrato físico preciso y base técnica: Refiere al ámbito espacial en el que tienen lugar los problemas ambientales (los procesos de emisión, inmisión, vertido de contaminantes, residuos, entre otros). Por esto, el Derecho Ambiental tiene también una importante base técnica, ya que incluye descripciones rigurosamente técnicas que pueden determinar, por

⁵⁸⁴ Cfr. *Ídem*.

⁵⁸⁵ Cfr. CEUPE Magazine, *op. cit.*, recuperado de <https://www.ceupe.com/blog/que-es-el-derecho-ambiental.html>

ejemplo, la cantidad permitida de vertido, el control de emisiones contaminantes, las características para la disposición de residuos, entre otras.

4. Colectivo y con distribución equitativa del costo: Hace alusión a intentar conseguir que aquellos que utilizan y degradan los recursos con fines lucrativos sean los que carguen con los gastos asociados a evitar la contaminación, reparar y/o indemnizar los daños ambientales causados (quien contamina paga).
5. Transitorio y en constante actualización: Existe una modificación temporal y progresión de normas jurídicas; es decir, con el paso del tiempo, la regulación incorpora nuevos elementos que la robustecen y, por ende, garantizan una mayor cobertura y protección al medio ambiente.
6. Integrador y globalizador: Integra y se integra tanto en las diversas disciplinas científicas y jurídicas, globalizando la regulación de las conductas humanas y haciendo que estas sean más adecuadas a las características particulares del entorno. Constituye, por tanto, un punto de concentración de ciencias y se convierte en globalizador de conocimientos básicos o generales cuyo fin es alcanzar la solución más precisa para el caso jurídico-ambiental planteado.
7. Transfronterizo: Los problemas ambientales, en muchos casos, pueden rebasar las fronteras de regiones, Estados y continentes. En el sistema natural, los diferentes elementos, fenómenos y procesos no admiten límites territoriales. En este sentido, es evidente que existen recursos cuya conservación no puede alcanzarse de otra forma que no sea a través de una acción internacional consensuada, debidamente articulada y referenciada, en la cual cada Estado asuma su parte de responsabilidad en la actuación común.
8. Dinámico: Regula conductas susceptibles de afectación a los sistemas naturales, lo cual no puede llevarse a cabo de otra forma que no sea respondiendo a la propia dinámica de la naturaleza. Por ello, el derecho ambiental, sus principios y la legislación ambiental deben ir actualizándose y

consolidándose de modo permanente a la realidad que se pretende regular para mantener la eficacia legal y la eficiente protección ambiental.

9. Diverso: La complejidad inherente a los sistemas naturales y antrópicos representa una diversidad ambiental, social, cultural y económica, la cual requiere una adecuación jurídica que abarque la totalidad de esa diversidad presente en esos sistemas naturales y antrópicos para dar cabal atención a las distintas realidades y problemáticas ambientales.
10. Confluencia de los diferentes niveles de competencia legal: La legislación en materia de medio ambiente cuenta con un carácter multisectorial y, en ocasiones, con un alto componente técnico-legal, donde convergen distintas competencias legales. Se distinguen cuatro niveles:
 - Legislación ambiental internacional.
 - Legislación ambiental federal.
 - Legislación ambiental estatal.
 - Legislación ambiental municipal⁵⁸⁶.

Expertos ambientales consideran que la legislación y actuación legal en general, respecto a la tónica del medio ambiente tanto a nivel local como mundial, se ha producido de manera tardía, a medida que las crisis ambientales han repercutido en aspectos sociales y económicos, principalmente. Esto, aunado a la necesidad de los gobiernos por revertir la situación ambiental actual adversa que aqueja sus territorios y dificultan tanto el bienestar de sus habitantes, como el desarrollo productivo de diversas industrias⁵⁸⁷.

Conforme han transcurrido las últimas décadas, diferentes países alrededor del mundo han elaborado y publicado diversas leyes y reglamentos relativos dar atención a la problemática ambiental y por ende a proteger al medio ambiente y los recursos naturales pertenecientes a éste.

⁵⁸⁶ Cfr. *Ídem*.

⁵⁸⁷ Cfr. Pérez Luño, Antonio Enrique, *Derechos Humanos, Estado de Derecho y Constitución*, 8ª ed., España, Ed. Tecnos, 2003, p. 475.

La elaboración de esa normatividad ambiental ha sido todo un reto para los legisladores a nivel mundial, puesto que en ocasiones a normativa medios eficaces de cumplimiento coercitivo en ocasiones, otras veces no se contemplan o no se cuentan con los mecanismos e infraestructura necesaria para hacer cumplir o verificar las acciones contempladas en la normativa, algunas veces las sanciones determinadas en la misma son mínimas o risibles, y en ciertas ocasiones, los actos de corrupción evitan la aplicación legal, por citar algunas circunstancias⁵⁸⁸.

En un inicio, el marco jurídico ambiental enfocado en el control de contaminantes atmosféricos, tomaba como parte fundamental la presencia de humos, que, aunque sí son agentes contaminantes severos, existen otros con condiciones más peligrosas que representan riesgos mayúsculos para el medio ambiente y sus integrantes. Con el paso del tiempo esto fue cambiando en beneficio de la reglamentación jurídica para la protección del medio ambiente, esta evolución normativa incluyó conceptos como el de los “máximos permisibles de contaminantes”, los cuales reflejaban una tolerancia de contaminación al ambiente (aire, suelo y agua) bajo el entendido de que toda actividad contamina dicho ambiente o lo modifica⁵⁸⁹.

De este modo, los ordenamientos jurídicos establecidos para la protección del medio ambiente tienen la finalidad de crear el medio legal (regular) para que el ser humano disfrute de manera directa e indirecta de los recursos naturales proveídos por el medio ambiente donde habitan, sin que su derecho de goce afecte a esos recursos a niveles intolerables y se generen afectaciones ambientales irreparables. Este marco legal engloba a toda la población y sus actividades, ya que el desarrollo de estas contaminan o explotan los recursos naturales del medio ambiente, resultando indispensable regular dichas actividades para preservar de la mejor manera el medio ambiente⁵⁹⁰.

⁵⁸⁸ Cfr. Montané de la Vega, Rodrigo, *op. cit.*, p. 393.

⁵⁸⁹ Cfr. *Ídem*.

⁵⁹⁰ Cfr. *Ibidem*, p. 394.

El enfoque de protección ambiental por medio de la legislación aplicable a la materia, va orientado a la defensa de la naturaleza ante cualquier embate, es decir, posee una orientación preventiva. La protección del medio ambiente a través de los instrumentos jurídicos ambientales sigue en una constante mejora de parámetros tecnicocientíficos para establecer estándares y límites de contaminación o afectación ambiental mínimos tolerables, los cuales no deben desdeñar afectación ambiental alguna ocasionada por las actividades del ser humano; incluyendo para fortalecer lo anterior, la aplicación de recursos o incentivos de índole económica o fiscal, así como mecanismos jurídicos con el objetivo de aminorar, corregir y restaurar las afectaciones al medio ambiente ocasionadas por el desarrollo de actividades industriales o productivas que lleva a cabo el ser humano⁵⁹¹.

Por último, en el campo de las sanciones, ya sean administrativas, civiles, penales o propiamente ambientales, se debe buscar que estas sean muy rigurosas y evitar con ello que sean fáciles de cumplir, por medio de una simple cantidad económica a cubrir por parte de los responsables de la violación a las leyes ambientales; debiendo forzar a esos responsables a que cumplan con una serie de medidas no solo económicas, sino también materiales para corregir su transgresión legal y el daño ocasionado al medio ambiente⁵⁹². De ahí que en el 2013 se haya dado paso a la creación en nuestro país de la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental, que encontraba un antecedente relevante en la Directiva Europea de Responsabilidad Ambiental.

En términos generales, los instrumentos normativos para la protección al medio ambiente en todo el mundo, deben contemplar las características ambientales propias y condiciones específicas del desarrollo de cada actividad humana en cada territorio, con la finalidad de proteger cada ecosistema existente en el planeta. El marco del derecho ambiental quizá sea uno de las disciplinas jurídicas más complejas de regular y sancionar, debido a la dificultad de compaginar la parte teórica con la práctica, en particular con la de poder aplicar eficientemente lo

⁵⁹¹ Cfr. *Ídem*.

⁵⁹² Cfr. *Ibidem*, p. 395.

determinado por la normatividad ambiental por medio de los actos de supervisión, inspección y vigilancia necesarios y en su defecto la aplicación de las sanciones correspondientes para quienes transgredan lo establecido en la normatividad ambiental y vulneren la integridad del medio ambiente y los componentes naturales de éste⁵⁹³.

El marco normativo relativo a las energías renovables en México y a nivel mundial viene precedido de los acuerdos internacionales en materia de cambio climático y protección al medio ambiente, toda vez que el desarrollo de proyectos y actividades en diversas industrias como la energética, en los que se utilizan energías renovables, tienen el gran reto de coadyuvar a cumplir con las metas a nivel local y mundial para la reducción de contaminantes, así como la mitigación y adaptación al cambio climático⁵⁹⁴.

Esto deriva en la aplicación del **principio jurídico “pro renovables”**, el cual alude al fomento de la utilización de energías renovables en las actividades humanas, tanto las industriales o productivas como las cotidianas. Dicho principio exige a los Estados que lo adopten, a incentivar el uso de las energías renovables, mediante distintos mecanismos jurídicos y económicos que faciliten el cumplimiento de los objetivos de sus respectivas políticas ambientales, sociales y energéticas principalmente⁵⁹⁵.

De tal forma que, para garantizar la protección y preservación tanto del medioambiente, como de los recursos naturales y renovables de éste, es necesario establecer instrumentos legales que brinden una tutela jurídica eficiente, donde se establezcan sanciones de diferente índole para quienes causen daños sustanciales con sus hechos o desarrollo de actividades a los recursos naturales y al medio ambiente en general. El incumplimiento y trasgresión a lo establecido en la normativa ambiental puede dar lugar a un medio ambiente degradado, que, a la vez,

⁵⁹³ Cfr. *Ídem*.

⁵⁹⁴ Cfr. Alenza García, José Francisco, “El marco de las renovables en la Ley 24/13, del sector eléctrico”, en Delgado Piqueras, Francisco (dir.) y Gallego Córcoles, Isabel (coord.), *El derecho de las energías renovables y el regadío*, España, Editorial Aranzandi, 2018, p. 182.

⁵⁹⁵ Cfr. *Ibidem*, p. 185.

interfiera con el pleno desarrollo y bienestar de los integrantes de la sociedad en un territorio determinado.

Dentro del ordenamiento jurídico en México, desde la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM), pasando por las diversas leyes reglamentarias en materia ambiental, además de otras leyes complementarias a dicha materia o leyes de distinta índole a la ambiental, y hasta los instrumentos normativos como reglamentos, oficios, circulares, entre otros; se prevé, procura y protege tanto al medio ambiente, como a los elementos naturales que forman parte del mismo.

En primera instancia, la CPEUM en su artículo 4º, párrafo V, instituye el derecho a un medio ambiente sano para el desarrollo y bienestar, obligando al Estado a garantizar el respeto a este derecho, estipulando que el daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque⁵⁹⁶.

Asimismo, en su artículo 25, párrafo séptimo, la CPEUM fija la directriz respecto al uso en beneficio general de los recursos productivos, cuidando la conservación de los mismos y del medio ambiente⁵⁹⁷.

Finalmente, el artículo 27, párrafo tercero, de la CPEUM, refiere a la conservación de recursos naturales y a la preservación y restauración del equilibrio ecológico⁵⁹⁸.

En cuanto a las principales leyes en las materias de protección ambiental y desarrollo de energías renovables y limpias en México, se enlistan principalmente las siguientes:

- Ley de la Industria Eléctrica
- Ley de Transición Energética
- Ley General de Cambio Climático
- Ley de Energía Geotérmica
- Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos

⁵⁹⁶ Cfr. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, art. 4º, 2023, México.

⁵⁹⁷ Cfr. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, art. 25, 2023, México.

⁵⁹⁸ Cfr. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, art. 27, 2023, México.

- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
- Ley de Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar⁵⁹⁹.

En seguida se hace referencia de estas principales leyes y su vinculación con la protección al medio ambiente en el desarrollo de las energías renovables o limpias:

La **Ley de la Industria Eléctrica (LIE)** fue publicada en el DOF el 11 de agosto de 2014, y tiene por objeto regular la planeación y el control del Sistema Eléctrico Nacional (SEN) y las actividades propias del sector eléctrico, que comprenden la generación, transmisión, distribución y comercialización o suministro de la energía eléctrica. Aunado a la planeación y control del SEN, además de la operación del Mercado Eléctrico Mayorista (MEM)⁶⁰⁰.

Además, la LIE tiene por finalidad promover el desarrollo sustentable de la industria eléctrica y garantizar su operación continua, eficiente y segura en beneficio de los usuarios, así como el cumplimiento de las obligaciones de servicio público y universal, de energías limpias y de reducción de emisiones contaminantes⁶⁰¹.

En materia de energías limpias, la LIE establece aquellas que estarán contempladas en dicha categoría y cuáles serán las obligaciones en la materia, generando oportunidades para obtener electricidad a través de fuentes de energía limpia, teniendo el incentivo de los Certificados de Energías Limpias (CELs).

Los CELs son títulos que emite la CRE, mismos que acreditan la producción de un monto determinado de energía eléctrica a partir de energías limpias. El principal beneficio económico de los CELs consiste en que éstos pueden ser vendidos a los generadores o distribuidores de energía eléctrica que no cubran el porcentaje mínimo de generación de energía a través de fuentes limpias que establezca la

⁵⁹⁹ Cfr. Martínez Barreiro, Julio Damián, “Régimen jurídico de las energías renovables”, en Márquez Rábago Sergio R. y Martínez Barreiro Julio Damián (coords.), *op. cit.*, p. 272.

⁶⁰⁰ Cfr. Ley de la Industria Eléctrica, art. 1°, 2023, México.

⁶⁰¹ Cfr. *Ídem*.

SENER⁶⁰², de manera que se genera un círculo virtuoso entre participantes de la industria.

La **Ley de Transición Energética (LTE)** fue publicada en el DOF el 24 de diciembre de 2015 como parte de las leyes secundarias mandatadas por los artículos transitorios de la reforma constitucional en materia de energía de 2013, la cual tiene por objeto regular el aprovechamiento sustentable de la energía, así como las obligaciones en materia de energías limpias y de reducción de emisiones contaminantes del sector eléctrico, manteniendo la competitividad de los sectores productivos⁶⁰³.

Esta es la única ley de la reforma energética de 2013 que está íntimamente relacionada con la protección del medio ambiente para el desarrollo de energías renovables, ya que uno de sus objetivos es facilitar el cumplimiento de las metas de reducción de emisiones de GEI procedentes de la generación de electricidad establecidas en la LGCC, a través de la promoción del uso de energías limpias, lo cual incluye a las fuentes renovables⁶⁰⁴.

Lo anterior sin contar a la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (LASEA), cuya parte de su objeto y contenido está enfocado a la protección ambiental, pero aplicada al sector hidrocarburos⁶⁰⁵. Insistiendo así que, la LTE es la única ley de la reforma energética de 2013 abocada en la protección al medioambiente durante el desarrollo de actividades derivadas de las energías renovables.

Con la entrada en vigor de la LTE, se abrogaron la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética, y la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía; la finalidad de la LTE es armonizar

⁶⁰² Cfr. Martínez Barreiro, Julio Damián, “Régimen jurídico de las energías renovables”, en Márquez Rábago Sergio R. y Martínez Barreiro Julio Damián (coords.), *op. cit.*, p. 272.

⁶⁰³ Cfr. Carbonell León, María de las Nieves, “Cambio climático, política de transición energética en México y fomento del gas natural”, en Inglés Hernández Marisol y Palomino Guerrero Margarita (coords.), *op. cit.*, pp. 325-326.

⁶⁰⁴ Cfr. *Ídem*.

⁶⁰⁵ Cfr. Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, art. 1°, 2023, México.

jurídicamente ambas leyes abrogadas y utilizar el concepto de energías limpias englobando a las energías renovables para empatarse con lo estipulado en la LIE⁶⁰⁶.

Los puntos sustanciales de la LTE comprenden, entre otros:

- Prever el incremento gradual de la participación de las energías limpias en el sector eléctrico con el objetivo de cumplir las metas establecidas en materia de generación de energías limpias y de reducción de emisiones.
- Facilitar el cumplimiento de las metas de energías limpias y eficiencia energética establecidos en esta ley de una manera económicamente viable.
- Incorporar las externalidades en la evaluación de los costos asociados a la operación y expansión del sector eléctrico, incluidos aquellos sobre la salud y el medio ambiente.
- Determinar las obligaciones en materia de aprovechamiento sustentable de la energía y eficiencia energética.
- Establecer mecanismos de promoción de energías limpias y reducción de emisiones contaminantes.
- Reducir, bajo condiciones de viabilidad económica, la generación de emisiones contaminantes en la generación de energía eléctrica.
- Apoyar el objetivo de la LGCC, relacionado con las metas de reducción de emisiones de GEI y de generación de electricidad, provenientes de fuentes de energía limpia.
- Promover el aprovechamiento sustentable de la energía en el consumo final y los procesos de transformación de la energía.
- Promover el aprovechamiento energético de los recursos renovables y de los residuos.
- Homologar las obligaciones establecidas en materia de energías limpias y de reducción de emisiones contaminantes provenientes del sector eléctrico, respecto de los productos consumidos en el territorio nacional, con independencia de su origen⁶⁰⁷.

⁶⁰⁶ Cfr. Martínez Barreiro, Julio Damián, “Régimen jurídico de las energías renovables”, en Márquez Rábago Sergio R. y Martínez Barreiro Julio Damián (coords.), *op. cit.*, p. 272.

⁶⁰⁷ Cfr. *Ibidem*, p. 273.

Para lograr lo anterior, se conjuntarán las atribuciones respectivas de diferentes dependencias gubernamentales como **a) la SENER**, que debe elaborar el programa especial de la transición energética; promover el cumplimiento de los compromisos internacionales que México haya adquirido en materia de generación y aprovechamiento de energías limpias y el aprovechamiento sustentable de la energía; incorporar la instalación de centrales eléctricas con energías limpias en la planeación indicativa del crecimiento de la infraestructura eléctrica, entre algunas otras; **b) la CRE**, que debe coadyuvar a la identificación de las zonas con alto potencial de energías limpias y las necesidades de infraestructura por parte del servicio público de transmisión y distribución de energía eléctrica para su desahogo en condiciones de mercado; elaborar y publicar anualmente, en coordinación con la SEMARNAT, el factor de emisión del SEN; crear y mantener el Registro Público de Certificados de Energías Limpias, entre algunas otras; **c) el CENACE**, que debe adoptar las tecnologías y procedimientos necesarios para garantizar el uso óptimo de las energías limpias, asegurando la estabilidad y seguridad de la red de transmisión en condiciones de viabilidad económica; determinar las necesidades de expansión de transmisión del SEN en las zonas con alto potencial de energías limpias para desahogar eficientemente y bajo condiciones de mercado la energía que se produzca atendiendo el cumplimiento de las metas de Energías Limpias, entre algunas otras; **d) la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE)**, que debe promover el uso óptimo de la energía, desde su explotación hasta su consumo y proponer a la SENER las Metas de Eficiencia Energética y los mecanismos para su cumplimiento; formular y emitir las metodologías y procedimientos para cuantificar los energéticos por tipo y uso final, y determinar las dimensiones y el valor económico del consumo y el de la infraestructura de explotación, producción, transformación y distribución evitadas que se deriven de las acciones de aprovechamiento sustentable de la energía, entre algunas otras; **e) la SEMARNAT**, que debe de diseñar y aplicar, en el ámbito de su competencia, los instrumentos de fomento y de normatividad para prevenir, controlar y remediar la contaminación proveniente de la generación y transmisión de energía eléctrica en lo referente a emisiones de contaminantes a la atmósfera, incluidos los gases y

compuestos de efecto invernadero, en los términos definidos la LTE; establecer los Mecanismos Flexibles de Compensación para cumplir con las normas de emisión de gases y compuestos de efecto invernadero, entre algunas otras; **f) la PROFEPA**, que debe de programar, ordenar y realizar visitas u operativos de inspección para vigilar y evaluar el cumplimiento de las condicionantes establecidas en las autorizaciones de impacto ambiental emitidas por la SEMARNAT en materia de instalaciones de generación y transmisión de energía eléctrica; recibir, atender e investigar las denuncias en las materias ambientales de competencia de la PROFEPA y originadas por las instalaciones de generación, transmisión y distribución del sector eléctrico y, en su caso, realizar en términos de la normatividad aplicable, las diligencias necesarias para determinar la existencia de los actos, hechos u omisiones motivo de denuncia, o bien, canalizar dichas denuncias ante las autoridades que resulten competentes; impulsar la aplicación del programa de auditoría ambiental en todas las instalaciones de generación y transmisión de energía eléctrica mediante la promoción específica del programa en cada instalación, entre algunas otras; **e) el Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias (INEEL)**, que debe de coordinar y realizar estudios y proyectos de investigación científica o tecnológica con instituciones académicas, de investigación, públicas o privadas, nacionales o extranjeras en materia de energía, energía eléctrica, energías limpias, energías renovables, eficiencia energética, emisiones contaminantes generadas en el sector eléctrico, sustentabilidad, sistemas de transmisión, distribución y almacenamiento de energía, y sistemas asociados con la operación del sistema; brindar apoyo técnico y científico a la SENER para formular, conducir y evaluar la política nacional en materia de energía eléctrica en general y energías limpias en particular, entre algunas otras⁶⁰⁸.

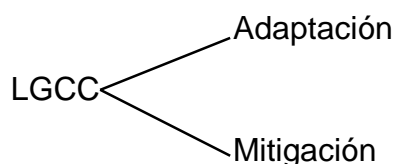
La **Ley General de Cambio Climático (LGCC)** fue publicada en el DOF el 6 de junio de 2012, tiene como objetivo garantizar el derecho a un medio ambiente sano, al desarrollo sustentable, así como a la preservación y restauración del equilibrio ecológico; aunado a regular las emisiones de gases y compuestos de efecto

⁶⁰⁸ Cfr. Ley de Transición Energética, arts. 14-20 y 79, 2023, México.

invernadero para que México contribuya a lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático considerando, en su caso, lo previsto por el artículo 2° de la CMNUCC y demás disposiciones derivadas de la misma.

Una de las principales acciones insertas en la LGCC, es el establecimiento de un conjunto de metas con el fin de orientar el desempeño de México hacia una economía y desarrollo de actividades productivas bajas en carbono. Por lo que hace a las emisiones de GEI, en su artículo Segundo Transitorio, se asume una meta aspiracional de reducir dichas emisiones al 2020 un 30% respecto a la línea base y en un 50% para el año 2050, en relación a las emitidas en el año 2000. Mientras que en su artículo Tercero Transitorio, establece el objetivo de lograr por lo menos, el 35% de generación de energía eléctrica mediante el uso de energías limpias para el año 2024⁶⁰⁹.

La LGCC contempla y desglosa dos ejes medioambientales: los conceptos de adaptación y remediación. El primero lo define como las medidas y ajustes en sistemas humanos o naturales, como respuesta a estímulos climáticos, proyectados o reales, o sus efectos, que pueden moderar el daño, o aprovechar sus aspectos beneficiosos. Mientras que al segundo lo conceptualiza como la aplicación de políticas y acciones destinadas a reducir las emisiones de las fuentes, o mejorar los sumideros de gases y compuestos de efecto invernadero⁶¹⁰.



Respecto al término de adaptación, la LGCC determina que: la política nacional en dicha materia, se sustentará en instrumentos de diagnóstico, planificación, medición, monitoreo, reporte, verificación y evaluación, tendrá como objetivos: reducir la vulnerabilidad de la sociedad y los ecosistemas frente a los efectos del

⁶⁰⁹ Cfr. Martínez Barreiro, Julio Damián, “Régimen jurídico de las energías renovables”, en Márquez Rábago Sergio R. y Martínez Barreiro Julio Damián (coords.), *op. cit.*, p. 273.

⁶¹⁰ Cfr. Ley General de Cambio Climático, art. 3°, frs. II y XXVIII, 2023, México.

cambio climático; fortalecer la resiliencia y resistencia de los sistemas naturales y humanos; minimizar riesgos y daños, considerando los escenarios actuales y futuros del cambio climático; identificar la vulnerabilidad y capacidad de adaptación y transformación de los sistemas ecológicos, físicos y sociales y aprovechar oportunidades generadas por nuevas condiciones climáticas; entre algunos otros⁶¹¹.

En torno al término de mitigación, la LGCC determina que: la política nacional en esta materia de cambio climático deberá incluir, a través de los instrumentos de planeación, política y los instrumentos económicos previstos en la LGCC, un diagnóstico, planificación, medición, monitoreo, reporte, verificación y evaluación de las emisiones nacionales. Esta política deberá establecer planes, programas, acciones, instrumentos económicos, de política y regulatorios para el logro gradual de metas de reducción de emisiones específicas, por sectores y tomando como referencia los escenarios de línea base y líneas de base por sector que se establezcan en los instrumentos previstos por la LGCC, considerando las contribuciones determinadas a nivel nacional para el cumplimiento de los objetivos del Acuerdo de París, el acceso a recursos financieros, la transferencia de tecnología y el desarrollo de capacidades, así como cualquier otro tratado internacional suscrito por el Estado mexicano en materia de cambio climático. La política debe cuidar que la línea base a comprometer por México no limite el crecimiento económico del país, y en la elaboración de dicha línea deben participar los sectores productivos, en coordinación con los organismos nacionales que intervengan en la política económica⁶¹².

Sería interesante que la LGCC adicional a los conceptos previos (adaptación y mitigación), añadiera y desarrollara un tercer concepto doctrinal como lo es el de la remediación, misma que se da cuando hay un daño irremediable, es decir, una afectación total grave al ecosistema; y se tiene que dar una solución para subsanar o corregir la afectación total grave.

⁶¹¹ Cfr. Ley General de Cambio Climático, art. 27, 2023, México.

⁶¹² Cfr. Ley General de Cambio Climático, art. 31, 2023, México.

Uno de los puntos a destacar de la LGCC, es la creación del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), mismo que tiene dentro de sus objetos principales: coordinar y realizar estudios y proyectos de investigación científica o tecnológica con instituciones académicas, de investigación, públicas o privadas, nacionales o extranjeras en materia de cambio climático, protección al ambiente y preservación y restauración del equilibrio ecológico; brindar apoyo técnico y científico a la SEMARNAT para formular, conducir y evaluar la política nacional en materia de equilibrio ecológico y protección del medio ambiente; promover y difundir criterios, metodologías y tecnologías para la conservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; entre algunos otros⁶¹³.

Otro punto a destacar de la LGCC, es el relativo al Programa de Prueba de Mercado de Carbono, el cual tiene las siguientes características:

- Solamente versará sobre CO₂, los demás GEI no están incluidos.
- Todos los sectores energéticos y la industria *per se* serán los participantes.
- Son 36 meses de prueba, durante este periodo no hay consecuencias económicas ante su incumplimiento.
- SEMARNAT va a publicar el mecanismo para hacer subastas, además de determinar el % de las asignaciones. Finalmente fijará el tratamiento para los temas de reservas y cancelaciones.
- Se publicó en el DOF el 01 de octubre de 2019, el Acuerdo por el que se establecen las bases preliminares del Programa de Prueba del Sistema de Comercio de Emisiones.
- Mercado primario, a través de las asignaciones que dé SEMARNAT.
- Mercado secundario por medio de las subastas.
- Máximo 100, 000 toneladas lo que permite el programa.
- Actualmente la SEMARNAT cuenta con un micrositio dedicado exclusivamente al Programa de prueba del sistema de comercio de emisiones, en el cual se detalla la información general y pormenores de dicho programa.

⁶¹³ Cfr. Ley General de Cambio Climático, art. 14, 2023, México.

La **Ley de Energía Geotérmica (LEG)** fue publicada en el DOF el 11 de agosto de 2014, tiene como propósito regular la exploración y explotación de recursos geotérmicos para el aprovechamiento de la energía térmica del subsuelo. Fijando las reglas para el registro y reconocimiento de los permisos de exploración, así como las concesiones de explotación⁶¹⁴.

Destacando las atribuciones de la SENER en la LEG para: regular y promover la exploración y explotación de áreas geotérmicas, al igual que el aprovechamiento racional y la preservación de los yacimientos geotérmicos de la Nación; elaborar y dar seguimiento al programa sectorial en materia de energías renovables, así como a los programas institucionales, regionales y especiales de fomento a la industria geotérmica; opinar ante las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, en los asuntos competencia de éstas, relacionados con la industria geotérmica; expedir registros, permisos, títulos de concesión geotérmica, resolver sobre su revocación, caducidad o terminación, o bien, sobre la suspensión e insubsistencia de los derechos que deriven de ellos; entre algunas otras⁶¹⁵.

Es importante hacer hincapié en que la energía geotérmica es la única energía renovable que cuenta con una ley propia enfocada en generar energía eléctrica o destinarla a usos energéticos diversos, es decir, tiene una esencia netamente energética.

La **Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos (LPDB)** fue publicada en el DOF el 1 de febrero de 2008, ésta tiene por objeto fomentar la promoción y desarrollo de los Bioenergéticos con el fin de coadyuvar a la diversificación energética y el desarrollo sustentable como condiciones que permitan garantizar el apoyo al campo mexicano. También establece las bases para desarrollar la producción comercialización y uso eficiente de los Bioenergéticos y procurar la

⁶¹⁴ Cfr. Martínez Barreiro, Julio Damián, “Régimen jurídico de las energías renovables”, en Márquez Rábago Sergio R. y Martínez Barreiro Julio Damián (coords.), *op. cit.*, p. 273.

⁶¹⁵ Cfr. Ley de Energía Geotérmica, art. 7°, 2023, México.

reducción de emisiones contaminantes a la atmósfera, en particular de las emisiones de GEI⁶¹⁶.

Dentro de las autoridades competentes contempladas en la LPDB, la extinta **Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)**, en la actualidad denominada **Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER)**, tiene facultades para: elaborar en el marco de la Ley de Planeación los programas sectoriales y anuales, relativos a la producción y comercialización de insumos; regular y, en su caso, expedir Normas Oficiales Mexicanas relativas a los requisitos, características, medidas de seguridad y demás aspectos pertinentes para la producción sustentable de insumos, así como controlar y vigilar su debido cumplimiento; evaluar periódicamente el impacto en materia de seguridad y soberanía alimentaria y desarrollo rural, de los programas derivados de la LPDB, incluyendo un análisis de costo beneficio y realizar las acciones necesarias a efecto que dicha información sea de carácter público; entre algunas otras⁶¹⁷.

Por su parte la **SENER**, tiene facultades para: elaborar, en el marco de la Ley de Planeación, los programas sectoriales y anuales relativos a la producción, el almacenamiento, el transporte, la distribución, la comercialización y el uso eficiente de Bioenergéticos; regular y, en su caso, expedir Normas Oficiales Mexicanas sobre los requisitos, características, medidas de seguridad y demás aspectos pertinentes, en relación con la producción, el almacenamiento, el transporte, la distribución, la comercialización y el uso eficiente de Bioenergéticos, así como controlar y vigilar su debido cumplimiento; otorgar y revocar permisos para la producción, el almacenamiento, el transporte y la distribución por ductos, así como la comercialización de Bioenergéticos; entre algunas otras⁶¹⁸.

Finalmente, la **SEMARNAT** tiene facultades para: prevenir, controlar o evitar la contaminación de la atmósfera, aguas, suelos y sitios originada por las actividades de producción de Insumos y de Bioenergéticos, así como las descargas de

⁶¹⁶ Cfr. Martínez Barreiro, Julio Damián, “Régimen jurídico de las energías renovables”, en Márquez Rábago Sergio R. y Martínez Barreiro Julio Damián (coords.), *op. cit.*, p. 274.

⁶¹⁷ Cfr. Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos, art. 11, 2023, México.

⁶¹⁸ Cfr. Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos, art. 12, 2023, México.

contaminantes a los cuerpos de aguas nacionales que se generen por las mismas; evaluar y en su caso autorizar en materia de impacto ambiental las instalaciones para la producción, el almacenamiento, el transporte, la distribución y la comercialización de Bioenergéticos, de conformidad con las disposiciones legales aplicables; aplicar las regulaciones en materia forestal, de vida silvestre y bioseguridad de organismos genéticamente modificados conforme a lo dispuesto en la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados para asegurar la preservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y de la biodiversidad en las actividades que regula la LPDB; entre algunas otras⁶¹⁹.

La LPDB al igual que la LEG, es una ley especializada en un tipo de energía renovable (la bioenergía), sin embargo, la LPDB no tiene un enfoque energético exclusivo, sino que comparte su contenido con tópicos de agricultura y alimentación e inclusive de impacto ambiental, generando que tenga una interdisciplinariedad de las políticas energética, ambiental y agrícola.

Es de considerar que la LPDB desde su publicación, no ha sido modificada, evidenciado una clara desactualización en su contenido, postura contraria en comparación con el resto de la normativa energética en México.

La **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)** fue publicada en el DOF el 28 de enero de 1988, tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para: garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar; definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación; la preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente; entre algunas otras⁶²⁰.

La LGEEPA incluye la descripción y alcance de los instrumentos de política ambiental del país. Entre otros, destaca la evaluación del impacto ambiental, en cuyo capítulo relativo prevé las disposiciones jurídicas sobre la prevención y control

⁶¹⁹ Cfr. Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos, art. 13, 2023, México.

⁶²⁰ Cfr. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, art. 1°, 2023, México.

de los impactos ambientales, incluidos los de la industria energética para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Asimismo, establece el fomento de la aplicación de tecnologías, equipos y procesos que reduzcan las emisiones y descargas contaminantes provenientes de cualquier tipo de fuente, así como el establecimiento de las disposiciones que deberán observarse para el aprovechamiento sustentable de los energéticos⁶²¹.

La **Ley de Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar (LDSCA)** fue publicada en el DOF el 22 de agosto de 2005, tiene por objeto normar las actividades asociadas a la agricultura de contrato y a la integración sustentable de la caña de azúcar, de los procesos de la siembra, el cultivo, la cosecha, la industrialización y la comercialización de la caña de azúcar, sus productos, subproductos, coproductos y derivados⁶²².

La LDSCA establece que la extinta SAGARPA, ahora SADER, en coordinación con las dependencias y entidades competentes de los Gobiernos Federal, Estatales y de la Ciudad de México, así como de los municipios, en el ámbito de sus respectivas atribuciones, fomentará en coordinación con la SE y la SENER, la exportación de productos, coproductos, subproductos y derivados de la caña de azúcar. Asimismo, esta ley determina que el Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar, apoyándose en el Centro de Investigación Científica y Tecnológica de la Caña de Azúcar (CICTCAÑA), promoverá el intercambio de tecnologías de punta probadas en el aprovechamiento de la agroenergía, con el propósito de que los interesados tengan la información necesaria para mejorar la eficiencia térmica del Ingenio, que permita la cogeneración de energía eléctrica y la obtención de gas sintético. En este sentido, el CICTCAÑA propondrá al Comité Nacional los estudios y proyectos que tengan como prioridad el desarrollo y aprovechamiento de la agroenergía, en particular del etanol como carburante y oxigenante de gasolina a partir de mieles iniciales y de mieles finales, así como del aprovechamiento del bagazo de la caña con fines de industrialización para la cogeneración de energía y

⁶²¹ Cfr. Martínez Barreiro, Julio Damián, “Régimen jurídico de las energías renovables”, en Márquez Rábago Sergio R. y Martínez Barreiro Julio Damián (coords.), *op. cit.*, p. 274.

⁶²² Cfr. Ley de Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar, art. 2°, 2023, México.

la obtención de gas sintético. Finalmente, el Comité Nacional propondrá a la Comisión Intersecretarial de Desarrollo Rural Sustentable, para su aprobación, los estímulos a la inversión para la producción de gas sintético, cogeneración de energía y producción de etanol como carburante; aunado a ello, el Comité Nacional elaborará una propuesta de estímulos a la inversión para aquellos industriales que realicen y pongan en marcha proyectos sustentables de alta eficiencia energética, enfocados a su propio abastecimiento y venta de energía. La SADER propondrá a la Comisión Intersecretarial la aprobación de esta propuesta para los efectos jurídicos, administrativos y presupuestales que sea necesario instrumentar⁶²³.

Asimismo, existen otras **leyes** (Ley Federal de Responsabilidad Ambiental, Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, Ley de Aguas Nacionales, Ley General de Vida Silvestre, Ley de la Comisión Federal de Electricidad, Ley de Inversión Extranjera, Ley de Asociaciones Público Privadas, Ley Federal de Derechos, Ley de Coordinación Fiscal, Ley de Infraestructura de la Calidad, entre otras); **reglamentos** (Reglamento de la LIE, Reglamento de la Ley de la CFE, Reglamento de la LTE, Reglamento de la LGCC en materia del Registro Nacional de Emisiones, Reglamento de la LPDB, Reglamento de la LGEEPA en materia de Impacto Ambiental, Reglamento de la LGPGIR, entre otros); **planes** (Plan Nacional de Desarrollo, entre otros); **estrategias** (Estrategia Nacional de Cambio Climático, Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios, entre otras); **programas** (Programa Sectorial de Energía, Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de Energía, Programa Especial de Transición Energética, Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional, Programa para la Instalación y Retiro de Centrales Eléctricas, entre otros); **lineamientos y normas** (Lineamientos que establecen los requisitos para el otorgamiento de los CELs y los requisitos para su adquisición, Normas Oficiales Mexicanas en materias energética y ambiental, Establecimiento de criterios normativos en Energías Limpias, Eficiencia Energética, Cogeneración Eficiente,

⁶²³ Cfr. Ley de Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar, arts. 7°, fr. IX, 105, 107, 108 y 116, 2023, México.

Sistemas de Generación Limpia Distribuida, Emisión de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero, Bases del Mercado Eléctrico, Acuerdos voluntarios para reducir la intensidad energética en sectores productivos con consumos significativos, entre otros); **guías, circulares y oficios** (Guía de Programas de Fomento a la Generación de Energía con Recursos Renovables); e **instrumentos internacionales** de los que México forma parte y que establecen diversas obligaciones ambientales, los cuales han influido en la adecuación del marco legal interno para el desarrollo y promoción de las energías renovables y limpias, que complementan a las leyes anteriormente descritas⁶²⁴.

Como se ha podido apreciar, las disposiciones normativas ambientales tienen la peculiaridad de estar inmersas en instrumentos normativos de diversas disciplinas jurídicas como la administrativa, energética, penal, derecho internacional, entre algunas otras.

Lo anteriormente desarrollado es el reflejo de un sistema de pesos y contrapesos persistente en la industria energética en México, donde distintas instituciones gubernamentales, cada una desde su ámbito de competencia legal; aporta, regula y supervisa los elementos necesarios para lograr la protección al medio ambiente e impulsar el desarrollo de energías renovables y limpias en el territorio nacional. Lo cual detona una evolución en el aprovechamiento de recursos naturales con fines energéticos para permitir una mejora en las condiciones ambientales y por ende un equilibrio ecológico que va de la mano con la progresividad social y económica en el desarrollo de las actividades industriales y productivas en México.

México enfrenta desafíos como el cambio climático, la contaminación del agua y el aire, la pérdida de biodiversidad, entre otras afectaciones ambientales, que amenazan el desarrollo y bienestar de sus habitantes y la vitalidad de sus ecosistemas. Los desafíos en materia medioambiental en México se agravan dada la debilidad del Estado de Derecho en el país, esto implica una fragilidad al principio de gobernanza aplicado a la materia ambiental, infiriendo dificultades para que el

⁶²⁴ Cfr. Martínez Barreiro, Julio Damián, “Régimen jurídico de las energías renovables”, en Márquez Rábago Sergio R. y Martínez Barreiro Julio Damián (coords.), *op. cit.*, pp. 274-275.

Estado mexicano haga cumplir íntegramente la normatividad ambiental. El Estado de Derecho es reconocido como un elemento fundamental para la protección del medio ambiente a nivel mundial⁶²⁵.

El Estado de Derecho se basa en cuatro principios universales: 1) rendición de cuentas, 2) leyes justas, 3) gobierno abierto y 4) mecanismos accesibles e imparciales para resolver controversias. El Estado de Derecho en materia ambiental, aplica estos principios al contexto de la protección al medio ambiente, haciendo que todas las entidades (públicas y privadas) sean igualmente responsables de respetar y dar cumplimiento regulatorio cabal a toda la normatividad ambiental. Una forma en la que los gobiernos aplican la legislación y normativa medioambiental es a través de la regulación, ésta se compone de normas jurídicas que emite el Estado, a través de las cuales se protege la integridad de los elementos y recursos naturales dentro del territorio nacional⁶²⁶.

La regulación medioambiental se refiere a la imposición de límites o responsabilidades a individuos, empresas públicas y privadas, y otras entidades, con el propósito de prevenir daños ambientales o rescatar y restaurar ecosistemas que han sido dañados. Esta regulación también establece las reglas para el uso sostenible de actividades industriales y productivas, así como de la gestión y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales provenientes del medio ambiente; propiciando un medioambiente sano, el cual es pilar esencial para el desarrollo pleno de toda sociedad y el bienestar de sus habitantes, ya que sin un medioambiente sano, las condiciones de subsistencia humana serían muy complicadas o simplemente no podríamos sobrevivir⁶²⁷.

De tal forma que resulta imperante la necesidad de proteger jurídicamente al medioambiente y todos los elementos naturales presentes en el mismo en todas las vertientes jurídicas que éste tenga repercusiones. Lo anterior inicialmente en un

⁶²⁵ Cfr. Rodríguez Viguera, Mario, (04 de diciembre de 2020), *El Estado de Derecho como defensa para el medio ambiente*, recuperado de <https://worldjusticeproject.mx/el-estado-de-derecho-como-defensa-para-el-medioambiente/>

⁶²⁶ Cfr. *Ídem*.

⁶²⁷ Cfr. *Ídem*.

plano teórico, a través de la creación de múltiples instrumentos normativos internos sólidos y multidisciplinarios, a la par del apego y suscripción de los tratados internacionales en las materias de protección y preservación ambiental, cambio climático, sostenibilidad ambiental, principalmente. Y en un segundo plano que complementa al primero, contar con los medios e instrumentos prácticos que permitan una correcta implementación, supervisión y en su defecto, la correcta aplicación punitiva de la normativa ambiental, facilitando desde luego la participación ciudadana en los asuntos ambientales, información pública ambiental y desde luego en el acceso a la justicia ambiental.

Buscando obtener un balance y funcionalidad entre los planos teórico y fáctico, que resulte en una ideal protección y preservación del medioambiente, así como en un aprovechamiento sustentable de los recursos procedentes del medio ambiente y permita sancionar eficientemente a quienes deterioren o generen un daño al medioambiente y afecten las condiciones ambientales de la población en general.

En virtud de lo anterior, el gobierno tiene tres obligaciones sustanciales para garantizar la protección y preservación del medio ambiente, aunado a fomentar el desarrollo de energías renovables y limpias:

1. Establecer una normatividad ambiental y energética sólida, entendible y congruente.
2. Permitir la participación ciudadana y una verdadera democratización de los proyectos, especialmente los relevantes y de mayor alcance, en materia de energía (de manera que las comunidades potencialmente afectadas, tanto por proyectos de renovables y de combustibles fósiles, puedan ejercer sus derechos a plenitud);
3. Realizar los actos de supervisión, inspección y vigilancia, así como la coercitividad necesaria para hacer que se cumpla a cabalidad lo establecido en esa normatividad ambiental y energética.

A su vez, aquellas compañías públicas y privadas que realicen las actividades reguladas, así como los participantes en general de las mismas, deben acatar lo determinado por la normativa ambiental y energética previamente establecida,

además de hacer uso de las mejores prácticas de la industria respectiva a las actividades que realizan y como complemento de esto, seguir e implementar los más altos estándares nacionales e internacionales en las materias ambiental, de seguridad y energética.

Esto implica una responsabilidad conjunta entre las autoridades, las comunidades y los particulares para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales en su uso energético y la protección del medioambiente en el desarrollo de las actividades industriales o productivas. Puesto que hay una obligación correlativa por parte de la autoridad para supervisar, inspeccionar y vigilar el correcto desarrollo de actividades y un poder de exigencia que garantice sean atendidas las regulaciones pertinentes; y a su vez, existe el deber de respeto normativo y práctico *erga omnes* de parte de los particulares para proteger y preservar el entorno ambiental, lo que conlleva a la no afectación ni degradación del medio ambiente.

Propiciando así, una protección al medio ambiente integra, que permita el desarrollo de las energías renovables y limpias en múltiples actividades industriales o productivas necesarias para el desenvolvimiento de la vida humana, sin que esto resulte en un daño al entorno ambiental donde habitamos. Generando un equilibrio entre desarrollo energético, las actividades industriales y la protección al medio ambiente, dicho equilibrio también debe persistir en cualquier actividad productiva y cotidiana que realizamos.

3.3.1 Evaluación del Impacto Ambiental

Como se ha podido identificar en puntos anteriores, toda actividad humana genera un impacto a su entorno ambiental, que, en la mayoría de las ocasiones, ese impacto resulta en repercusiones adversas para el medioambiente, esto, propiciado por la falta de regulación, deficiencias en la evaluación y autorización por parte de las autoridades responsables para la realización de proyectos industriales o productivos de los particulares, una mala gestión en la evaluación de ese impacto,

un pobre seguimiento de las condicionantes y obligaciones impuestas, entre algunas otras circunstancias.

La problemática que representa la contaminación y el deterioro ambiental ha permitido la comprensión de las delicadas relaciones que existen entre el ser humano y su entorno ambiental, lo cual a su vez ha facilitado la identificación de los efectos (impactos) que ocasionan las actividades del ser humano a la naturaleza. Es así que cualquier modificación que se presente, ya sea de modo natural o antropogénica (por la acción del ser humano), que ejerza su influencia sobre el medio físico, biológico o humano, provocará cambios que pueden ser positivos o negativos y que en su conjunto se denominan impacto ambiental⁶²⁸.

Ese impacto ambiental jurídicamente es entendido como la alteración que se produce en el medioambiente a consecuencia de la realización de una actividad, respecto a la situación que existiría si dicha actividad no se realizara, es decir, se constituye la comparación entre dos situaciones futuras (realizar o no una actividad, y que implicaciones ambientales conllevaría cada una de esas decisiones)⁶²⁹.

En este sentido, dentro de la legislación ambiental mexicana, la LGEEPA define al impacto ambiental como la: “Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza”⁶³⁰.

De tal forma que el concepto de impacto ambiental incluye la conciencia de la contaminación y el deterioro ambiental a causa del desarrollo de múltiples proyectos, como resultado de las actividades humanas y sus efectos ocasionados, tanto los primarios (degradación ambiental directa. V. gr., la sobreexplotación de mantos acuíferos, vertimientos de residuos peligrosos o tóxicos a cuerpos de agua), como los secundarios (patrones adversos de desarrollo en la sociedad que se desprenden de los primeros. V. gr., la disminución en la calidad de o escasez de algún recurso natural como el agua).

⁶²⁸ Cfr. Montané de la Vega, Rodrigo, *op. cit.*, p. 377.

⁶²⁹ Cfr. Valls, Claudia, *Impacto ambiental*, Argentina, Editorial Ciudad Argentina, 2002, p. 19.

⁶³⁰ Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, art. 3º, fr. XX, 2023, México.

Además de las transformaciones negativas generadas por el ser humano, existen otras actuaciones del ser humano que son positivas sobre los factores físicos, químicos y biológicos del medio ambiente, incluidas mejoras en la calidad de vida de las personas que habitan en ese ambiente, considerando los aspectos sociales, ambientales y económicos, ejemplo de esto, son las jornadas de reforestación, la clausura de alguna fábrica u otra instalación que contamine a niveles inaceptables y atente contra el bienestar ambiental, estrategias e implementaciones de actividades para mejoras integrales de la flora y fauna de los ecosistemas, entre otras⁶³¹.

Al principio los impactos ambientales sobre el medio ambiente eran aquellos que emanaban del desarrollo de los denominados “mega proyectos” (construcción de un puerto, refinería, parques industriales, desmonte de una vasta extensión de selva o bosque para explotación forestal, agropecuario o industrial, entre muchos otros proyectos de esa magnitud), sin embargo, con el paso del tiempo, se logró comprobar que los catalogados como “pequeños proyectos”, en conjunto, pueden provocar un impacto al medio ambiente de magnitudes catastróficas (construcción de pequeños establecimientos, obras civiles menores como reparaciones de viviendas, alumbrado público, entre muchas otras)⁶³².

Es sustancial asimilar que toda actividad humana genera un impacto ambiental, desde caminar por un bosque hasta desarrollar grandes proyectos de construcción, por citar algunos ejemplos. Ese impacto ambiental no es lo mismo que contaminar el medio ambiente, si bien toda la contaminación antropogénica es propiciada por las actividades del ser humano, no todo impacto ambiental derivado de éste, implica forzosamente contaminación ambiental, aunque sí alteramos el medio ambiente y su entorno con cada movimiento que realizamos cotidianamente.

Comprendido lo anterior, se denota una estrecha correlación entre el impacto ambiental y la contaminación ambiental, si no tenemos bien reglamentados los impactos que generamos al ambiente con el desarrollo de nuestras actividades, las

⁶³¹ Cfr. Montané de la Vega, Rodrigo, *op. cit.*, p. 378.

⁶³² Cfr. *Ídem*.

mismas generarían afectaciones aún más catastróficas y con mayor frecuencia de los que acontecen hoy en día en diversos ecosistemas.

Por ello es fundamental regular el impacto ambiental de todas nuestras actividades productivas e industriales, protegiendo con acciones legales las alteraciones al medio ambiente, sin que estas lleguen a dar pie a desastres ecológicos y por ende afectaciones a todos los elementos de un ecosistema, incluido el ser humano.

De tal manera que ese impacto ambiental deberá estar sustentada por un conjunto de estudios sistemáticos y ordenados, pluridisciplinarios, basados en el conocimiento y aplicación técnico-jurídica, que pretende estudiar e identificar con anticipación los efectos positivos y negativos producidos sobre el medio ambiente, ocasionados por cualquier acción humana. En virtud de esto, se requiere un análisis detallado de las acciones propuestas que podrán afectar la calidad del ambiente y las condiciones de vida de todos los integrantes de ese ambiente⁶³³.

En consecuencia, la conformación de esos estudios para analizar el impacto ambiental, están sujetos a las condiciones propias de las acciones propuestas a llevarse a cabo. Por ejemplo, será muy diferente el enfoque de un estudio de impacto ambiental sobre un proyecto para la construcción de una terminal de almacenamiento de hidrocarburos, que para el desarrollo de una estación de servicios con fin específico como lo es una gasolinera; donde con independencia del tipo de proyecto, el propósito de ese estudio sobre el impacto ambiental será evitar la degradación del medio ambiente y de la calidad de los elementos naturales o seres vivos presentes en éste (agua, aire, flora y fauna), así como contemplar elementos de riesgo ambiental, aportando con ese estudio al mejoramiento de las condiciones físicas, biológicas, entre otras, del medio ambiente⁶³⁴.

En un estudio de esta clase, los beneficios y los perjuicios deberán ser previstos y examinados a detalle por un grupo multidisciplinario de especialistas (abogados, ingenieros, biólogos, entre profesionales de otras áreas de estudio) que pueda realizar el análisis integral de cada proyecto que integre las características físicas,

⁶³³ Cfr. *Ídem*.

⁶³⁴ Cfr. *Ibidem*, pp. 378-379.

químicas y biológicas, principalmente, del medio ambiente, así como las condiciones sociales, económicas, jurídicas, culturales y gubernamentales del sitio o zona donde se efectuará el proyecto y las implicaciones que éste conlleva al ser ejecutado. En el tenor de lo anterior, se deberán precisar los impactos directos e indirectos esperados, analizando los patrones de respuesta, concluyendo con las modificaciones que se considere se tendrán que realizar sobre el proyecto original para adecuarlo a las condiciones que el grupo multidisciplinario de analistas dictamine como necesarias para atenuar las modificaciones ambientales negativas y aumentar las positivas, ponderando el cuidado y preservación del medio ambiente⁶³⁵.

No obstante, esa serie de estudios sobre el impacto ambiental deberá estar adecuada a las condiciones reales de lugar o sitio para que pueda ser viable y funcional, permitiendo su gestión, seguimiento y control en todas las etapas que integran un proyecto.

Por ejemplo, no será lo mismo proyectar una construcción industrial en un bosque de pinos, donde existe una biodiversidad reducida y se presentan condiciones para una fácil reforestación; en comparación con una construcción industrial en una selva tropical, en la cual la biodiversidad es sumamente abundante y las condiciones de reforestación son complejas⁶³⁶.

Esa serie de estudios pluridisciplinarios de impacto ambiental, dan origen a la Evaluación del Impacto Ambiental (EIA), procedimiento a través del cual se medirán los impactos que se van a generar al medio ambiente, derivados del desarrollo de proyectos y actividades industriales o productivas del ser humano.

Ahora bien, las autoridades de diferentes países que tienen a su cargo la política ambiental, han solicitado las evaluaciones del impacto ambiental desde hace varias décadas atrás, lo cual va relacionado con la aplicación y desarrollo a nivel internacional del concepto de desarrollo sustentable y todo lo que este involucra, tal y como se refirió en puntos anteriores. Este requisito solicitado por las autoridades

⁶³⁵ Cfr. *Ídem*.

⁶³⁶ Cfr. *Ídem*.

ambientales para poder realizar algún proyecto productivo o industrial, tiene sus bases en las diversas disposiciones jurídicas locales aplicables a la materia ambiental, influenciadas a menudo por otras internacionales en la misma materia.

Hoy más que en épocas anteriores, el bienestar humano está estrechamente relacionado con la sostenibilidad ambiental; como resultado de esa vinculación humano-ambiental, todos los proyectos y actividades industriales para el desarrollo humano (la construcción de infraestructura como carreteras, oleoductos, complejos turísticos, habitacionales, entre otros; así como las actividades energéticas, mineras, forestales, ganaderas, entre otras) tienen un impacto en el entorno natural circundante, y viceversa. Debido a la compleja relación entre el entorno natural y el humano, es muy importante tratar de predecir los impactos ambientales de esos proyectos y actividades planificadas que pueden alterar la calidad del medio ambiente y afectar el bienestar e integridad física del mismo; por ende, a medida que los proyectos y actividades industriales o productivas siguen en aumento, y los recursos naturales se vuelven más limitados, es cada vez mayor la importancia de la sostenibilidad, la identificación de los impactos ambientales y la implementación de medidas de adaptación, prevención, mitigación, restauración y remediación ambiental⁶³⁷.

Ahí recae la importancia de la creación de la EIA, misma que se describe como una evaluación del impacto de las actividades planificadas en el medio ambiente, incluyendo los impactos en la biodiversidad, vegetación, ecología, agua y aire. Se puede considerar a una EIA como un proceso de identificación, predicción y evaluación de los posibles impactos ambientales, socioeconómicos, culturales y de otra índole derivados de la propuesta para la ejecución de un proyecto y el desarrollo de actividades del mismo; definiendo las acciones de mitigación, no solo para reducir los impactos negativos del proyecto, sino también para aportar y determinar

⁶³⁷ Cfr. International Institute for Sustainable Development IISD, (s.a.), *EIA – ¿Qué es? ¿Por qué? ¿Cómo?*, recuperado de <https://www.iisd.org/learning/eia/es/eia-essentials/what-why-when/>

contribuciones de mejora (positivas) en favor del medio ambiente y los elementos naturales que lo integran⁶³⁸.

Desde sus comienzos hace ya más de 50 años, la EIA ha evolucionado a partir de la evaluación principalmente de los impactos sobre el medio ambiente, hacia la integración de los impactos a otros aspectos como el social y el de la salud. La EIA fue introducida por primera vez en la política ambiental en la década de 1960. Esto sirvió como un catalizador de mejora ambiental para muchos países a nivel mundial, los cuales en su mayoría comenzaron a aplicar la EIA a lo largo de los años 70 y principios de los 80. La OCDE y la Unión Europea han estado a la vanguardia de la aplicación de las EIA internacionales desde mediados de los años 80. Las Naciones Unidas dieron a la EIA un empuje sustancial en el año de 1992, a través del “Principio 17” de la Declaración de Río, el cual hizo hincapié en la importancia de la EIA como un “instrumento nacional” que se utilizará para todos los proyectos que puedan tener impactos ambientales adversos significativos y que están sujetos a la decisión de las autoridades nacionales⁶³⁹, enarbolando con ello el principio preventivo.

En esencia, una EIA está diseñada para identificar los posibles riesgos del desarrollo de un proyecto para el bienestar ambiental y humano e implementar las medidas para eliminar y/o mitigar los impactos ambientales negativos derivados de dicho proyecto, lo cual se puede lograr mediante la sustitución y/o modificación de las actividades planificadas en ese proyecto, con la finalidad de reducir los impactos adversos al medioambiente. En este contexto, se puede considerar a una EIA como una actividad de recopilación y valoración de información de un proyecto para delinear, y si es posible cuantificar los riesgos, impactos y medidas de mitigación incorporadas en todo el ciclo de vida de un proyecto, desde la etapa de diseño del mismo, hasta el cierre de operaciones de las actividades que forman parte del proyecto y el abandono del sitio donde éste se llevará a cabo⁶⁴⁰.

⁶³⁸ Cfr. *Ídem*.

⁶³⁹ Cfr. *Ídem*.

⁶⁴⁰ Cfr. *Ídem*.

De manera que los tomadores de decisiones de la política ambiental de un país (autoridades ambientales) obtengan todos los elementos necesarios para poder desahogar adecuadamente el Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (PEIA), de un proyecto determinado, estando totalmente informados y conscientes de todos los impactos que se pueden generar al medioambiente y las personas con la realización del proyecto, y así tomar la decisión para aprobar el proyecto tal y como se presentó, solicitar modificaciones al mismo o rechazarlo⁶⁴¹.

A su vez, la EIA es conceptualizada en la LGEEPA como el procedimiento a través del cual la autoridad competente establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente, preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente⁶⁴².

En México, se define a la EIA como un instrumento de política ambiental, cuyo objetivo es prevenir, mitigar y restaurar los daños al ambiente, así como la regulación de obras o actividades para evitar o reducir sus efectos negativos en el ambiente. El objetivo de la EIA es la sostenibilidad ambiental, pero para que un proyecto sea sustentable debe considerar además de la factibilidad económica y el beneficio social, el aprovechamiento razonable de los recursos naturales⁶⁴³.

En torno al PEIA, éste consiste en la evaluación de los estudios pluridisciplinarios de impacto ambiental (EIA) realizada por la autoridad mediante un procedimiento de tipo técnico-administrativo, y existen tres opciones mediante las cuales puede presentarse esa EIA a la autoridad por parte de los particulares interesados en realizar un proyecto; dependiendo del control que se tenga sobre los impactos y la magnitud del área donde se pretende desarrollar un proyecto, estas opciones son:

⁶⁴¹ Cfr. *Ídem*.

⁶⁴² Cfr. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, art. 28, 2023, México.

⁶⁴³ Cfr. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, (13 de agosto de 2018), *Definición y objetivo de la evaluación del impacto ambiental*, recuperado de <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/definicion-y-objetivo-de-la-evaluacion-del-impacto-ambiental>

- A. Informe preventivo
- B. Manifestación del Impacto Ambiental modalidad regional y,
- C. Manifestación del Impacto Ambiental modalidad particular⁶⁴⁴.

El Informe Preventivo (IP) es el “documento mediante el cual se dan a conocer los datos generales de una obra o actividad para efectos de determinar si se encuentra en los supuestos señalados por el artículo 31 de la Ley o requiere ser evaluada a través de una manifestación de impacto ambiental”⁶⁴⁵.

En tanto que, la Manifestación del Impacto Ambiental (MIA) es el “documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo”⁶⁴⁶.

Tanto el IP como la MIA (ambos establecidos en la LGEEPA) son los instrumentos o medios técnico-jurídicos de protección ambiental que vinculan la EIA con la autoridad, para que ésta pueda evaluar, validar y aprobar la realización de un proyecto. Sin esos instrumentos de gestión ambiental (IP y MIA), la EIA carecería del nexo necesario con la autoridad para que ésta inicie el procedimiento que sustente jurídicamente el proyecto contemplado en la EIA, es decir, sin el empalme de la EIA con el procedimiento de la autoridad (PEIA), la EIA quedaría solamente como un estudio multidisciplinario complejo que se estancaría en el plano teórico, sin trascendencia fáctica para que un proyecto pueda ser evaluado y aprobado por la autoridad, dando lugar así, a que ese proyecto una vez autorizado por la autoridad, pueda ser ejecutado y materializado.

Se trata de documentos por medio de los cuales, las personas (físicas o morales) interesadas en realizar proyectos y actividades industriales o productivas contempladas en la legislación ambiental, con base en la EIA, es decir, partiendo de estudios multidisciplinarios de impacto ambiental; analizan y describen las

⁶⁴⁴ Cfr. *Ídem*.

⁶⁴⁵ Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, art. 3°, fr. XI, 2023, México.

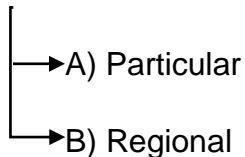
⁶⁴⁶ Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, art. 3°, fr. XXI, 2023, México.

condiciones ambientales anteriores a la realización de un proyecto, con la finalidad de evaluar los impactos potenciales que tendrán la construcción y operación de las obras de ese proyecto o la realización de las actividades del mismo en el medio ambiente; y, consecuentemente, se puedan definir y proponer las medidas necesarias para prevenir, mitigar y/o compensar esas alteraciones al medioambiente.

Con lo expresado anteriormente, se comprende que en México hay 2 formas de evaluar el impacto ambiental a nivel federal:

1.-El Informe Preventivo

2.-La Manifestación de Impacto Ambiental



Derivado de las definiciones plasmadas en la LGEEPA, es fácil confundir y entender en principio que, la EIA comienza con el procedimiento de evaluación por parte de la autoridad respecto de los impactos ambientales de un proyecto, sin embargo, la EIA inicia con los estudios pluridisciplinarios realizados por los particulares interesados en realizar un proyecto, para que éste sea validado y aprobado por las autoridades ambientales; comprendiendo que en la EIA convergen las valoraciones multidisciplinarias con un enfoque técnico-jurídico tanto de particulares como de las autoridades ambientales competentes.

Lo que detona la intervención de las autoridades ambientales dentro de la EIA, es el PEIA, mismo que, a través de los instrumentos o medios técnico-jurídicos de protección ambiental que la ley contemple para tales efectos como el IP y la MIA, hacen vinculante la EIA realizada por los particulares para que ésta sea recibida y evaluada por las autoridades ambientales competentes, con el objetivo de que sea aprobado por éstas el proyecto que esos particulares desean realizar.

La EIA integra diversas etapas y elementos que involucran estudios y evaluaciones por parte de particulares y autoridades, finalizando la misma con la determinación por parte de las autoridades ambientales competentes respecto a si es viable aprobar o no el proyecto presentado por los particulares y en caso de ser favorable la determinación de la autoridad, apreciar bajo qué términos y condicionantes aprueba el proyecto de los particulares, priorizando en todo momento el bienestar y mejora del medioambiente.

De lo anterior, se comprende que el PEIA comienza con la presentación de los particulares del IP o de la MIA ante la autoridad, para que ésta estudie, revise y evalúe la EIA y los mecanismos de protección ambiental (IP o MIA) exhibidos por los particulares interesados en realizar un proyecto que tendrá un impacto en el medioambiente.

Por su parte, la razón de ser de la EIA, es obtener la Autorización de Impacto Ambiental (AIA). La AIA es un resolutivo (autorización) por parte de la autoridad que fija los términos y condicionantes bajo los cuales se debe realizar el proyecto sometido a la EIA, incorporando tanto las medidas previstas en el IP o la MIA, como aquellas que la autoridad imponga y estime convenientes para aminorar los impactos ambientales adversos que representa la realización de un proyecto.

La resolución para otorgar la AIA es discrecional por parte de la autoridad, ya que si ésta, a raíz de la valoración que efectúa de la EIA y los instrumentos o medios técnico-jurídicos de protección ambiental que vinculan a la EIA con la autoridad como lo son el IP o la MIA; determina que un proyecto es inviable ambientalmente y por ende perjudicial para el medio ambiente, decidirá no aprobar la realización de dicho proyecto. Por el contrario, de considerar la autoridad que el proyecto es viable y aprueba su ejecución, se tendrán que incluir y especificar los términos y condicionantes a que estará sujeta la autorización de ese proyecto, además de determinar las actividades de supervisión, inspección y vigilancia necesarias para que el desarrollo del proyecto sea seguro, aminore los impactos al medioambiente y salvaguarde el bienestar e integridad de éste.

Es importante señalar que, dentro de la industria energética, la EIA es evaluada por dos diferentes instituciones gubernamentales, en el sector de los hidrocarburos, será la ASEA desde su dualidad energético-ambiental la autoridad encargada de revisar y aprobar los proyectos pertenecientes a ese sector. Por lo que respecta a los proyectos de los sectores eléctrico y de energías renovables, será la SEMARNAT, a través de su Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA), en el caso de MIAs presentadas en modalidad regional, o bien sus oficinas de representación en las entidades federativas (en aquellos casos en que la MIA sea presentada en modalidad particular), la autoridad ambiental encargada de revisar y aprobar los proyectos referentes a ese par de sectores.

El objetivo general de la EIA es velar porque los proyectos y desarrollo de actividades derivados de éstos sean ambientalmente racionales, lo cual significa que las repercusiones de un proyecto a lo largo de toda su vida prevista, no deben degradar de manera inaceptable el medio natural y tampoco contribuir al deterioro de éste a corto, mediano y largo plazo⁶⁴⁷.

La EIA tiene las finalidades de:

- Fomentar una investigación global e interdisciplinaria de las consecuencias ambientales de un proyecto en sus distintas variantes, las cuales generan un impacto al medio ambiente en que se vayan a desenvolver las actividades de ese proyecto.
- Llegar a conocer el alcance y la magnitud de los impactos ambientales de un proyecto.
- Definir y aplicar las condicionantes y medidas necesarias que mitiguen los impactos ambientales negativos y puedan reforzar los positivos.
- Evaluar cualitativamente y cuantitativamente los impactos ambientales para averiguar la valía ambiental general de las diversas variantes hipotéticas de un proyecto⁶⁴⁸.

⁶⁴⁷ Cfr. Desconocido, (s.a.), *La evaluación del impacto ambiental*, p. 6, recuperado de <http://www.economia.unam.mx/profesores/jzurita/eambientalw.pdf>

⁶⁴⁸ Cfr. *Ídem*.

La EIA como su propio nombre lo indica, conlleva a una valoración de los impactos que se producen sobre el medio ambiente derivados de la realización de un determinado proyecto. La correcta evaluación de los impactos ambientales pasa necesariamente por una valoración del elemento ambiental afectado, del efecto producido en dicho elemento ambiental y del efecto que tiene éste cambio sobre la calidad ambiental⁶⁴⁹.

La EIA debe tomar en consideración dos principios éticos universales, estos son:

1. Los principios ético-sociales o de dignidad, que son los que deben de regir las relaciones entre los seres humanos, de forma que todos puedan vivir dignamente.
2. Los principios ético-ambientales o de supervivencia de la especie humana, que son los que deben regir las relaciones entre el ser humano y el medio en el que vive⁶⁵⁰.

En torno a los principios ético-sociales, estos están conformados por:

- El Principio de Equidad: Se basa en que todos los seres humanos tienen los mismos derechos fundamentales y, por tanto, no es lícito que nadie realice acciones que puedan perjudicar a otro ser humano.
- Principio de Responsabilidad: Implica en que aquél que produce un daño a otra persona o a la sociedad en su conjunto, deberá compensar los daños producidos.
- Principio de Prevención: Determina que la mejor forma de prevenir los problemas ambientales es abordarlos con antelación, creando los medios necesarios para evitar que lleguen a ocurrir.
- Principio de Cautela: Aparece para poder hacer operativo el principio de responsabilidad y aplicar el principio de equidad, estableciendo que debe ser el promotor de la actividad el que demuestre que ésta no va a producir daños al ambiente y se compromete a poner los medios necesarios para no

⁶⁴⁹ Cfr. Cruz Mínguez, Vicente *et. al*, (2008-2009), *Sistema de evaluación de impacto ambiental*, p. 19, recuperado de <https://eprints.ucm.es/id/eprint/9445/1/MemoriaEIA09.pdf>

⁶⁵⁰ Cfr. *Ibidem*, p. 21.

producirlos o en su defecto tomar las acciones necesarias para resarcir un daño a futuro.

- Principios de Información y Participación Pública: Benefician al proceso de evaluación porque permiten que cualquier persona o entidad afectada por la realización de un proyecto, exprese sus opiniones e inconformidades de forma que éstas sean tomadas en consideración al momento de tomar una determinación para aprobar o no un proyecto⁶⁵¹.

Por lo que respecta a los principios ético-ambientales, estos se integran por:

- El Principio de Conservación de la Diversidad: Versa en proteger a los componentes naturales de un ecosistema determinado, ya que la extinción de una especie, incluso a escala local, se considera como algo indeseable, debido a que se pierde una de las posibles vías de flujo de materia, energía e información en ese ecosistema.
- El Principio de Sostenibilidad y Desarrollo Sustentable: Se basa en el uso eficiente de recursos naturales para la realización de actividades características del desenvolvimiento humano, de forma que el desarrollo actual no comprometa el desarrollo y la calidad de vida de las generaciones futuras⁶⁵².

La EIA conduce a mejorar los niveles de sostenibilidad en el desarrollo de proyectos y las actividades industriales o productivas derivadas de éstos; dando lugar a la progresividad requerida para mejorar las condiciones del medioambiente a la par del desenvolvimiento humano.

La EIA es un mecanismo de control ambiental y a su vez, es una herramienta de protección ambiental indispensable en la creación de políticas públicas, planes municipales, estatales y nacionales, programas sectoriales y proyectos de desarrollo a nivel federal. Además, la EIA permite conocer la situación ambiental actual de un territorio en específico, así como poder determinar el cambio a producirse en ese territorio a casusa del desarrollo de las actividades humanas,

⁶⁵¹ Cfr. *Ídem*.

⁶⁵² Cfr. *Ídem*.

permitiendo evaluar y pronosticar las tendencias a futuro y proponer e implementar las medidas de adaptación, prevención, mitigación, restauración y remediación ambiental necesarias que garanticen la protección y preservación del medio ambiente.

Por su naturaleza, la EIA incorpora aspectos técnicos, científicos, administrativos, institucionales, y jurídicos en su estudio, análisis y evaluación; situación que da lugar a la convergencia de un equipo interdisciplinario e intersectorial de profesionales capacitados para su realización, tanto por parte de los particulares como de las autoridades, cumpliendo ambos con todos los procedimientos indicados en la normativa ambiental aplicable para tales efectos⁶⁵³.

Por medio de la EIA se genera un conjunto de procesos sistemáticos que examinan *a priori* los impactos al medio ambiente derivados del diseño y planeación para llevar a cabo un proyecto industrial o productivo, cuyas etapas, procesos y actividades tendrán repercusiones ambientales (impactos). Por lo que, el énfasis preventivo de la EIA, permite aminorar lo mayor posible, los efectos adversos al medioambiente consecuentes de la realización de proyectos industriales o productivos.

La EIA involucra a todos los actores relacionados con la promoción, resolución y repercusión de un proyecto (particulares promoventes, autoridades ambientales y la sociedad en general), cada uno interviene para lograr que los proyectos industriales o productivos sean sostenibles y generen impactos que mejoren las condiciones ambientales, económicas y sociales del sitio o área determinada donde se pretenden llevar a cabo dichos proyectos.

De manera general, se entiende que, toda actividad humana implica un impacto ambiental, por lo que para realizar algún proyecto que conlleve el desarrollo de actividades industriales o productivas, *ipso facto*, es necesario evaluar y realizar una serie de estudios pluridisciplinarios bajo un enfoque técnico-jurídico, mismos que esclarezcan y determinen los impactos ambientales derivados de ese proyecto que

⁶⁵³ Cfr. Perevochtchikova, María, (25 de septiembre de 2012), *La evaluación del impacto ambiental y la importancia de los indicadores ambientales*, Serie Gestión y política pública, vol. 22, núm. 2, enero de 2013, recuperado de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-10792013000200001

se pretende llevar a cabo, incluyendo las medidas de mitigación y prevención para que se afecte lo menos posible al ecosistema en el que se realizará el proyecto.

Lo anterior da lugar a la EIA de un proyecto. Esa EIA requiere ser formalizada y presentada ante las autoridades ambientales, a través de los instrumentos o medios técnico-jurídicos de protección ambiental que la legislación ambiental estipule para tales efectos, como el IP o la MIA, los cuales hacen vinculante a la EIA con el actuar de las autoridades ambientales competentes para evaluar y en su defecto aprobar el proyecto. Para esto, las autoridades ambientales competentes iniciarán el PEIA, mediante el cual estudiará, evaluará y determinará si el proyecto es o no ambientalmente viable. Derivado de lo anterior, en caso de que esas autoridades determinen la viabilidad ambiental del proyecto, otorgarán la AIA a los particulares, empresas productivas del estado o dependencias promoventes del proyecto para que se pueda llevar a cabo el mismo, esto, a reserva de lo acordado en la AIA, donde se incluirán, fijarán y especificarán los términos y condicionantes a que estará sujeta la AIA para ese proyecto en específico, con el afán de prevenir, mitigar y compensar los impactos ambientales del proyecto aprobado.

3.3.2 Autorregulación y Auditorías Ambientales

El cumplimiento normativo es una obligación que tienen los particulares para que el desarrollo de sus actividades industriales o productivas sea responsable y en apego a la normatividad aplicable que determinen las autoridades para regular dichas actividades y que las mismas no sean irregulares, es decir, que no operen fuera de la ley y contravengan lo establecido en dicha normatividad.

En materia ambiental, el cumplimiento de todos los instrumentos normativos debe ser íntegro y cabal, evitando que el mismo sea deficiente y en la práctica de origen a un desarrollo de actividades poco o nada sostenibles, ocasionando menoscabos al medio ambiente, así como a sus elementos bióticos y abióticos.

En virtud de lo anterior, más allá del cumplimiento normativo ambiental, los particulares ya sean personas físicas o morales, deben gestionar esfuerzos para mejorar sus métodos, mecanismos y acciones al momento de llevar a cabo sus actividades, y con ello, aumentar la eficiencia plasmada en la metodología y los aspectos técnico-jurídicos de la normativa ambiental.

Las medidas para conseguir el desarrollo sostenible están constituidas por una amplia gama. Históricamente, los enfoques se han limitado a los denominados "mecanismos de comando y control", basados en prohibiciones y restricciones impuestas por la legislación ambiental y sus respectivas sanciones en caso de transgresión. Esta estrategia ha tenido un impacto limitado debido a las dificultades para hacer cumplir las normas ambientales, tanto de manera preventiva (mediante el control por la vía de permisos y autorizaciones) como para fiscalizar el desempeño de las diferentes actividades domésticas y, sobre todo, empresariales. Recientemente, ha tomado particular fuerza el fomento y uso de los mecanismos económicos o de mercado, así como la denominada "autorregulación" o "regulación voluntaria", esto constituye un abordaje complementario a la regulación ambiental tradicional basada en la estrategia de comando y control⁶⁵⁴.

Cada día son más las industrias, empresas y sectores que desarrollan programas de responsabilidad social empresarial y producción más limpia, o que se adhieren a iniciativas que requieren cumplir con buenas prácticas ambientales y sociales, incluido reportar a la sociedad y a sus empleados el desempeño ambiental de la organización. A la par, esas industrias, empresas y sectores, con el objetivo de generar valor agregado a los bienes y servicios que ofrecen, así como exaltar la sustentabilidad de su marca, buscan la obtención reconocimientos de mejora ambiental (certificaciones gubernamentales y privadas ambientales, ISO 14001, carbono neutralidad, entre otras) por parte de las entidades competentes⁶⁵⁵.

⁶⁵⁴ Cfr. La Nación, (26 de abril de 2017), *La autorregulación ambiental*, recuperado de <https://www.nacion.com/opinion/foros/la-autorregulacion-ambiental/WDLGQT22NRCJRDR5465EBEPRLU/story/>

⁶⁵⁵ Cfr. *Ídem*.

Es así que, ese ímpetu de mejora al contenido regulatorio ambiental, debe permear en todos los particulares que realicen actividades industriales o productivas, coadyuvando de esta manera con una mejora constante y gradual al medio ambiente.

Perfeccionar los parámetros estipulados en los múltiples instrumentos normativos ambientales es una tarea compleja pero que a la par, traerá mayores beneficios operacionales, estructurales y económicos para quienes la ejecuten, esto a su vez, conllevará a beneficios ambientales y sociales.

Esa mejora de procedimientos internos para cumplir la normatividad y superar lo determinado por ésta, es conocida como autorregulación.

Dentro de la legislación ambiental mexicana, se define a la autorregulación como el “proceso voluntario mediante el cual, respetando la legislación y normatividad vigente que le aplique, la Empresa se establece un conjunto de actividades y se adoptan normas complementarias o más estrictas, a través de las cuales se mejora el Desempeño Ambiental y se obtienen mayores logros en materia de protección ambiental, cuya evaluación podrá efectuarse a través de la Auditoría Ambiental”⁶⁵⁶.

La autorregulación es un modelo que promueve el cumplimiento voluntario de la normativa ambiental de los sectores industriales o productivos de manera individual y colectiva, a través de cámaras, asociaciones y organizaciones empresariales para mejorar su desempeño ambiental y disminuir los impactos a los ecosistemas derivado del desarrollo de sus actividades⁶⁵⁷.

La autorregulación ambiental va dirigida a industrias, empresas y sectores para mejorar su cumplimiento con la normatividad ambiental aplicable y, de manera voluntaria mejoren vayan más allá de lo estipulado en ella. Logrando perfeccionar y hacer más eficientes sus procedimientos internos que a corto, mediano y largo plazo representen beneficios al medio ambiente; teniendo como incentivo para lo anterior,

⁶⁵⁶ Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Autorregulación y Auditorías Ambientales, art. 2°, fr. V, 2023, México.

⁶⁵⁷ Cfr. Procuraduría Ambiental y de Ordenamiento Territorial de Guanajuato, (s.a.), *Autorregulación ambiental*, recuperado de <https://paot.guanajuato.gob.mx/autorregulacion-ambiental/>

el que esas industrias, empresas y sectores sean acreedoras a un reconocimiento ambiental por parte de las autoridades ambientales⁶⁵⁸.

Los objetivos generales de la autorregulación ambiental consisten en:

- Cumplir con el mandato que tienen las autoridades ambientales de vigilar el cumplimiento de la normativa ambiental por parte de industrias, empresas y sectores.
- Ofrecer a las industrias, empresas y sectores, a través de las cámaras, asociaciones y organizaciones, mejorar sus operaciones y procesos productivos, mediante la elaboración de un diagnóstico, guías de cumplimiento ambiental, entre otros medios, que permitan la identificación de oportunidades de mejora.
- Distinguir los esfuerzos de las industrias, empresas y sectores en el cumplimiento y mejora de la normativa ambiental, a través del otorgamiento de reconocimientos ambientales.
- Reconocer a las industrias, empresas y sectores sus esfuerzos por prevenir la contaminación ambiental, a través de la utilización sostenible de los recursos naturales y ecosistemas, mediante indicadores de desempeño ambiental.
- Promover e impulsar una cultura de competitividad responsable, que logre las metas y el éxito del negocio y contribuya al respeto del ambiente.
- Otorgar un valor agregado de marca a los productos y servicios de las industrias, empresas y sectores, al contribuir con el mejoramiento del ambiente⁶⁵⁹.

En consecuencia, la esencia de la autorregulación radica en emplear tecnologías, mecanismos, procesos y actividades propios que se aplican en un sistema de gestión ambiental, mediante el cual se prevendrán afectaciones ambientales y en consecuencia se propiciarán efectos positivos en favor del medioambiente, esto,

⁶⁵⁸ Cfr. *Ídem*.

⁶⁵⁹ Cfr. *Ídem*.

bajo la observancia y cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable, mejorando los aspectos técnico-jurídicos insertos en dicha normatividad.

Ahora bien, esa autorregulación que llevan a cabo las industrias, empresas y sectores, requiere de una verificación por parte de las autoridades ambientales, con el objeto de cerciorar, validar y reconocer los procedimientos y actividades puestos en marcha por las industrias, empresas y sectores para mejorar su gestión ambiental, misma que contiene aportaciones para la prevención de la contaminación, así como beneficios en la protección y preservación del medio ambiente.

Esa actuación de verificación a los procedimientos y actividades autorregulatorias por parte de las autoridades ambientales, es entendida como auditoría ambiental, la cual es un método que evalúa los procesos de las industrias, empresas y sectores respecto de la contaminación y el riesgo ambiental, el cumplimiento de la normatividad aplicable, de los parámetros fijados en estándares nacionales e internacionales, y del uso de buenas prácticas ambientales.

La auditoría ambiental es una vía voluntaria y diferente a las acciones de supervisión, inspección y vigilancia realizadas por las autoridades ambientales, promueve la identificación de oportunidades de mejora, así como también la instrumentación de proyectos que reducen la contaminación e incrementan la competitividad. La auditoría ambiental tiene como finalidad conocer y examinar la situación de gestión ambiental que guardan industrias, empresas y sectores, identificando áreas de oportunidad para ser ajustes y correcciones en donde existan condiciones que dañen o puedan afectar al ambiente, promoviendo la mejora del desempeño ambiental en los procesos y actividades ejecutados por esas industrias, empresas y sectores⁶⁶⁰.

⁶⁶⁰ Cfr. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, (26 de septiembre de 2022), *Programa nacional de auditoría ambiental*, recuperado de <https://www.gob.mx/profepa/acciones-y-programas/programa-nacional-de-auditoria-ambiental-56432#:~:text=La%20auditor%C3%ADa%20ambiental%20es%20un,pr%C3%A1cticas%20de%20operaci%C3%B3n%20e%20ingenier%C3%ADa>.

Por lo que, la auditoría ambiental funge como el instrumento de política ambiental técnico-jurídico implementado para la evaluación de la autorregulación.

La auditoría ambiental como herramienta técnica, identifica las áreas ambientalmente críticas de una instalación empresarial y sus procesos, permitiendo formular soluciones técnicas y de gestión apropiadas. Es una evaluación sistemática, documentada y objetiva de la efectividad de las acciones realizadas para cumplir con la legislación ambiental y lograr un desempeño superior al exigido por la misma, debe ser independiente y capaz de identificar los problemas presentes y futuros.

Los pasos básicos de una auditoría ambiental son: **la obtención de información ambiental, la evaluación de ésta y el establecimiento de conclusiones** que incluyan la identificación de aspectos que deban ser mejorados⁶⁶¹.

Las auditorías ambientales revisan dos aspectos; el cumplimiento de la ley y la implementación de parámetros fijados en estándares nacionales e internacionales, así como el uso de buenas prácticas ambientales, y como resultado de esa revisión, las autoridades ambientales puedan otorgar reconocimientos como un certificado ambiental a las industrias, empresas y sectores, siempre y cuando las instalaciones, procesos y actividades de éstos operen en óptimas condiciones y sean responsables con el medio ambiente⁶⁶².

La legislación ambiental mexicana define a la auditoría ambiental como el: “Examen metodológico de los procesos de una empresa respecto de la contaminación y el riesgo ambiental, el cumplimiento de la normatividad aplicable, de los parámetros internacionales y de buenas prácticas de operación e ingeniería, inclusive de procesos de Autorregulación para determinar su Desempeño Ambiental con base en los requerimientos establecidos en los Términos de Referencia, y en su caso, las medidas preventivas y correctivas necesarias para proteger al ambiente”⁶⁶³.

⁶⁶¹ Cfr. *Ídem*.

⁶⁶² Cfr. *Ídem*.

⁶⁶³ Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Autorregulación y Auditorías Ambientales, art. 2°, fr. IV, 2023, México.

Ex profeso dicha legislación, contempla el Programa Nacional de Auditoría Ambiental (PNAA), mismo que consiste en una serie ordenada de actividades necesarias para fomentar la realización de auditorías ambientales en México. El PNAA está orientado a las empresas industriales o productivas en operación, que por su ubicación, dimensiones, características y alcances puedan causar efectos o impactos negativos al ambiente, o rebasar los límites establecidos en las disposiciones aplicables en materia de protección, prevención y restauración al ambiente.

Para las empresas de la industria energética, tanto la PROFEPA (sector eléctrico, incluyendo el subsector de las energías renovables) como la ASEA (sector hidrocarburos), serán las instituciones encargadas en verificar el cumplimiento y seguimiento de las medidas preventivas y correctivas contenidas en el Plan de Acción, el cual es el documento derivado de la auditoría ambiental que contiene las medidas preventivas y correctivas, así como los plazos para su realización que deberán ejecutar las empresas pertenecientes a la industria energética, pudiéndoles otorgar a éstas, ya sea por conducto de la PROFEPA o de la ASEA, según sea el caso, un certificado ambiental derivado de su participación en el PNAA⁶⁶⁴.

El PNAA se creó en 1992 y se le denominó entonces como “Industria Limpia”. Inicialmente se certificó por un año a las industrias que llevaron a cabo sus planes de acción, cumpliendo la normatividad mexicana e internacional. Posteriormente, se diversificó para incluir a sectores distintos al industrial (comercio, servicios, instalaciones turísticas, municipios) y a pequeñas y medianas empresas. En la implementación del PNAA, se conjuntan acciones tanto de las instituciones encargadas (PROFEPA y ASEA), como de gobiernos locales, empresas, asociaciones empresariales, instituciones académicas, auditores ambientales y la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA). Es importante hacer mención que, el ingreso al PNAA es de carácter voluntario, al cual pueden adherirse las organizaciones productivas que así lo deseen con la finalidad no sólo de ayudarse

⁶⁶⁴ Cfr. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Autorregulación y Auditorías Ambientales, arts. 2°, fr., XVI, 6°, 7° y 8°, 2023, México.

a garantizar el cumplimiento efectivo de la legislación, sino mejorar la eficiencia de sus procesos de producción, su desempeño ambiental y su competitividad⁶⁶⁵.

Las materias que se evalúan en las auditorías respecto de la determinación del desempeño ambiental de las empresas son: aire y ruido; agua; suelo y subsuelo; residuos; energía; recursos naturales; vida silvestre; recursos forestales; riesgo ambiental; gestión ambiental, emergencias ambientales⁶⁶⁶.

La auditoría ambiental como instrumento de política ambiental, cuya operación está encargada a través del PNAA, instruye una evaluación sistemática, documentada y objetiva de la efectividad de las acciones realizadas para cumplir con la legislación ambiental y lograr un desempeño superior al exigido por la misma, debe ser independiente y capaz de identificar los problemas de gestión ambiental presentes y futuros⁶⁶⁷.

La auditoría ambiental tiene las siguientes características:

- El PNAA es un programa de carácter voluntario, con él se promueve la realización de auditorías por lo que las empresas no tienen la obligación de someterse a una, lo que a su vez implica que la autoridad no puede forzar a una empresa a auditarse, ya que solamente se encuentra en posibilidad de promover o fomentar la realización de dicho instrumento de política ambiental. De tal manera que esta situación no se debe confundir con la obligatoriedad de los compromisos que se adquieren al momento de integrarse al PNAA, cuando derivado de la auditoría ambiental se advierte que el desempeño ambiental de una empresa reporta anomalías (no conformidades) y requiere de la realización de medidas preventivas y correctivas, respecto de las cuales existe un compromiso expreso (adhesión al PNAA), que obliga a las empresas a darles cumplimiento.

⁶⁶⁵ Cfr. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, (s.a.), *Auditoría ambiental*, recuperado de http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D4_R_PROFEPA02_03&IBIC_user=dgeia_mce&IBIC_pass=dgeia_mce

⁶⁶⁶ Cfr. *Ídem*.

⁶⁶⁷ Cfr. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, (s.a.), *¿Qué es la auditoría ambiental?*, recuperado de http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/542/1/mx.wap/la_auditoria_am

- La adopción de las auditorías ambientales se realiza a través de la figura de la concertación, por virtud de la cual, la autoridad conviene con los gobernados el cumplimiento de las políticas ambientales gubernamentales. Por ello, al momento de concertar la realización de una auditoría ambiental mediante el convenio respectivo, la empresa asume el compromiso de corregir, reparar, construir o realizar las acciones necesarias que deriven de la auditoría ambiental, tenga o no obligación legal expresa de efectuarlo, pues la auditoría incluye tanto la revisión de aspectos normados como la de los que no lo están, con el propósito de proteger el medioambiente.
- Permite el acceso a la información relativa a los programas preventivos y correctivos que se derivan de la auditoría ambiental, a aquellas personas que resulten o puedan resultar directamente afectadas por la actividad de las empresas auditadas, es decir, a quienes pudieran resentir algún perjuicio derivado del incumplimiento de alguna obligación ambiental que recaiga en la empresa auditada.
- Protege la confidencialidad de la información industrial y servicios que se generen con motivo de la auditoría.
- Permite a las personas y empresas que se someten a él la identificación de su nivel de cumplimiento. En caso de que no todos los puntos acordados en el plan de acción correspondiente sean cumplidos, el procedimiento se dará por terminado sin que se dé inicio a un procedimiento sancionatorio por parte de la PROFEPA o la ASEA.
- De manera relevante, se permite que dictaminadores distintos a la PROFEPA y la ASEA sean quienes coadyuven en el procedimiento de auditoría ambiental al revisar los términos de referencia y el nivel de cumplimiento de los auditados, de manera que dichas dependencias ahorran recursos humanos y financieros significativos en la promoción del cumplimiento ambiental.
- Se instituye la concurrencia de atribuciones en materia de auditoría ambiental, misma que faculta al gobierno federal, así como a los gobiernos de los estados y municipios a establecer mecanismos de cumplimiento

voluntario como la autorregulación y las auditorías ambientales, con lo que se prevé una generalización en su empleo y mayor nivel de aceptación, en beneficio del ambiente⁶⁶⁸.

En este sentido, se pueden realizar auditorías medioambientales en procedimientos y áreas operativas específicas para evaluar su eficacia y el cumplimiento de las normas y reglamentos medioambientales. Las auditorías ambientales se realizan para garantizar que las empresas hagan lo posible por preservar el medio ambiente, además, estas auditorías tienen como objetivo controlar las prácticas medioambientales de una empresa y garantizar el cumplimiento de la múltiple normativa ambiental que le puede ser de aplicación e intentar mejorar lo contenido en esa normativa⁶⁶⁹.

Las auditorías ambientales pretenden alcanzar numerosos objetivos dentro de una empresa, destacando el: evaluar el impacto medioambiental de una empresa; mejorar la sostenibilidad medioambiental de los procesos y actividades que realiza esa empresa; demostrar qué procesos medioambientales afectan positivamente a la productividad y la eficiencia; y encontrar los riesgos ambientales antes de que se manifiesten. Sin embargo, el objetivo principal de las auditorías ambientales es promover el cumplimiento de la legislación medioambiental y, en la medida de lo posible, incentivar la mejora de esa legislación⁶⁷⁰.

Hay tres tipos principales de auditorías medioambientales que una empresa puede realizar. Estas son los siguientes:

- Cumplimiento medioambiental.
- Auditorías del Sistema de Gestión Ambiental (SGA).
- Auditorías ambientales funcionales⁶⁷¹.

⁶⁶⁸ Cfr. *Ídem*.

⁶⁶⁹ Cfr. SafetyCulture, (15 de agosto de 2022), *¿Qué es una auditoría medioambiental?*, recuperado de <https://safetyculture.com/es/temas/auditoria-ambiental/>

⁶⁷⁰ Cfr. *Ídem*.

⁶⁷¹ Cfr. *Ídem*.

Las auditorías de cumplimiento medioambiental verifican si una empresa cumple o no determinados requisitos al realizar una tarea específica, dependiendo del sector y de las operaciones de la empresa, puede ser necesario realizar auditorías sobre diferentes procesos. Sin embargo, estas auditorías suelen ser necesarias para las diferentes autorizaciones de entorno o para la obtención de licencias y certificaciones específicas. Así, las empresas pueden evaluar si están llevando a cabo todas las acciones necesarias para reducir el daño medioambiental. Los requisitos para los distintos sectores suelen estar claramente establecidos por la organización que proporciona la autorización y la certificación, lo que facilita a las empresas la comprobación de su cumplimiento⁶⁷².

Por su parte, en las auditorías del Sistema de Gestión Ambiental (SGA), su objetivo es certificar que el SGA de una empresa funciona eficazmente. Además, permiten a las empresas identificar dónde es necesario mejorar y tomar medidas para mejorar su SGA. Las auditorías del SGA permiten a las empresas asegurarse de que todos sus sistemas cumplen su cometido y le proporcionan los beneficios necesarios a cada uno⁶⁷³.

Respecto a las auditorías ambientales funcionales, éstas tienen por objeto determinar si una empresa cumple o no la normativa específica para determinadas tareas. Por ejemplo, las empresas pueden auditar sus instalaciones de gestión de residuos para garantizar el cumplimiento del plan de gestión de residuos de su jurisdicción, otro ejemplo de estas auditorías es la de control de la calidad del aire, lo cual garantiza que el plan de gestión de las emisiones atmosféricas de la empresa es eficaz y cumple los requisitos necesarios. Esto también permite a las empresas comprobar ciertos aspectos de sus operaciones y garantizar el cumplimiento antes de que las autoridades ambientales reguladores realicen sus propias inspecciones, ya que estas auditorías especializadas proporcionan a las empresas información específica que pueden necesitar en el futuro⁶⁷⁴.

⁶⁷² Cfr. *Ídem*.

⁶⁷³ Cfr. *Ídem*.

⁶⁷⁴ Cfr. *Ídem*.

La realización de una auditoría medioambiental dentro de una empresa, va enfocada en tres fases:

- Fase de preauditoría.
- Fase de auditoría.
- Fase posterior a la auditoría⁶⁷⁵.

En la fase de preauditoría, las empresas conforman el equipo encargado de crear un plan de auditoría, determinando los documentos que necesitan, gestionando las solicitudes oportunas y hacer todos los preparativos que sean necesarios para tales efectos. Esto implica crear una lista de cosas que los organismos reguladores pueden requerir, averiguar el material necesario y asegurarse de que la empresa está preparada para una auditoría por parte de las autoridades ambientales⁶⁷⁶.

En la fase de auditoría, el “equipo auditor” realiza inspecciones y entrevistas a todos los trabajadores que operan las distintas instalaciones de la empresa, evaluándolos y realizando las revisiones documentales correspondientes. Esto es para asegurar que se reúnen tantos datos relevantes como sea posible, facilitando la comprobación de si se han cumplido todos los objetivos durante la reunión de cierre tras la realización de la auditoría⁶⁷⁷.

En la fase posterior a la auditoría ambiental, el “equipo auditor” se encarga de interpretar todos los datos recabados en la auditoría, lo cual conlleva a la creación de los informes de la auditoría medioambiental, la identificación de las áreas de mejora y la creación de un plan de acción para resolver las deficiencias encontradas durante la auditoría⁶⁷⁸.

Los beneficios de realizar una auditoría ambiental son de índole social, ambiental y también financiera. Entre ellos encontramos:

⁶⁷⁵ Cfr. *Ídem*.

⁶⁷⁶ Cfr. *Ídem*.

⁶⁷⁷ Cfr. *Ídem*.

⁶⁷⁸ Cfr. *Ídem*.

- Los datos obtenidos podrán ser utilizados para establecer cambios, implantar nuevas iniciativas y tomar decisiones en función de los mismos.
- Disminución de los niveles de contaminación.
- La mejora de la imagen pública de la empresa, generando un valor agregado que denote un mayor prestigio.
- Obtención de nuevos conocimientos sobre la gestión ambiental y una mayor concienciación medioambiental.
- Contribución al cumplimiento de las leyes y normativas relacionadas con el medio ambiente.
- Resaltar ser un agente activo en el cambio y ayudar a la conservación del planeta.
- Aporta transparencia a la empresa a la hora de informar sobre su gestión medioambiental.
- Facilita la comunicación interna y externa de la empresa a todos los niveles.
- Aumento de la seguridad industrial y operativa en las estrategias, medidas y acciones de la empresa, lo que representa menores incidentes y accidentes.
- Mejora la eficiencia energética, con un mayor rendimiento de los recursos utilizados.
- Facilita la obtención de seguros especiales para cubrir riesgos ambientales. La empresa podrá acceder a un mayor número de subvenciones o ayudas económicas por parte de instituciones financieras o gobiernos.
- Incrementa la competitividad de la empresa al hacerla más eficiente.

- Ahorro económico en los costos de producción como consecuencia de una mayor eficiencia en la utilización de recursos y energía⁶⁷⁹.

Actualmente hay una importante tendencia en establecer políticas ambientales voluntarias dentro de las organizaciones empresariales en favor de la sustentabilidad de las actividades que éstas realizan. La autorregulación y las auditorías ambientales tienen sus bases firmes en la legislación ambiental, de esa forma, la legislación establece las bases para la promoción de una autorregulación que conduzca al cumplimiento pleno de las obligaciones legales que en materia ambiental tienen las empresas; así como las especificaciones para que las autoridades lleven a cabo las auditorías ambientales a esas empresas⁶⁸⁰.

En ese sentido, la autorregulación se puede formalizar aún más y conducir a que las empresas obtengan un reconocimiento ambiental oficial a través de la certificación, y esto se logra cuando una empresa decide incorporarse al PNA. Lograr una certificación, permite a las empresas obtener múltiples ventajas competitivas, incluyendo el acceso a mercados más exclusivos en los que las exigencias de cumplimiento legal y de desempeño ambiental son más estrictas; además de promover una imagen comercial de compromiso con la protección al ambiente en un esquema de mejora continua, lo que les permitirá de manera sostenida, demostrar la conformidad con la normatividad e incluso, incorporar nuevas propuestas para el mejoramiento del ambiente, además de acceder a beneficios económicos como los financieros y a estímulos fiscales⁶⁸¹.

Cabe destacar, por ejemplo, que la obtención de un certificado de auditoría ambiental se configura como una atenuante al momento en que el juez de distrito de que se trate evalúe el monto de la sanción económica a ser impuesto a una

⁶⁷⁹ Cfr. Spin, (18 de marzo de 2021), *Claves y beneficios de una auditoría ambiental*, recuperado de <https://spiningenieros.com/claves-y-beneficios-de-una-auditoria-ambiental/>

⁶⁸⁰ Cfr. Amaya Elías, José de Jesús, (08 de febrero de 2018), *La autorregulación y certificación ambiental en México*, recuperado de <https://es.linkedin.com/pulse/la-autorregulaci%C3%B3n-y-certificaci%C3%B3n-ambiental-en-jos%C3%A9-j-amaya-el%C3%ADas>

⁶⁸¹ Cfr. *Ídem*.

persona física o moral, en el marco de un procedimiento de responsabilidad ambiental conforme a la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.

Por lo que, la autorregulación y las auditorías ambientales, son dos alternativas que hoy en día operan para incentivar el cumplimiento regulatorio de las empresas en materia ambiental e incentivar a una mejora continua respecto al contenido de la legislación ambiental, derivando todo esto en una mejora fáctica para reducir contaminantes y residuos que pongan en riesgo el bienestar del entorno ambiental donde se realizan las actividades de esas organizaciones empresariales⁶⁸².

De lo anteriormente referido, se tiene el entendido que, la autorregulación y las auditorías ambientales tienen como propósito la observancia de los principios de política ambiental contenidos en la legislación ambiental aplicable, para el caso de México, de conformidad por lo dispuesto en la LGEEPA y en su Reglamento en Materia de Autorregulación y Auditorías Ambientales. En consecuencia, las autoridades competentes (PROFEPA o, en su caso, la ASEA), deberán promover la ejecución de estos instrumentos (la autorregulación y las auditorías ambientales) e incentivarán su uso mediante el otorgamiento de un certificado ambiental, a quienes de forma voluntaria y a través de la auditoría ambiental asuman y den cumplimiento a compromisos adicionales a los establecidos en los requerimientos ambientales normativos a los que están obligados, los cuales están contenidos en la leyes ambientales, sus reglamentos, normas oficiales mexicanas, autorizaciones, entre otros instrumentos normativos que, en el ámbito de sus respectivas atribuciones legales corresponde verificar a la PROFEPA y a la ASEA⁶⁸³.

La autorregulación y las auditorías ambientales se originan y conducen en apego de la política ambiental y los instrumentos normativos que emanen de la misma, en particular en las materias de protección al medio ambiente, prevención y restauración del equilibrio ecológico. Para ello, el gobierno federal, al igual que todos los gobiernos estatales y municipales, podrán establecer sistemas de

⁶⁸² Cfr. *Ídem*.

⁶⁸³ Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Autorregulación y Auditorías Ambientales, art. 3°, 2023, México.

autorregulación y auditorías ambientales en los ámbitos de sus respectivas competencias. Dando oportunidad a las industrias, empresas y sectores, para que desarrollen procesos voluntarios de autorregulación ambiental, a través de los cuales mejoren su desempeño ambiental, respetando la legislación y normatividad vigente en la materia y se comprometan a superar o cumplir mayores niveles o estándares, metas o beneficios en materia de protección ambiental⁶⁸⁴.

De modo que, la autorregulación compromete a las industrias, empresas y sectores a dar cabal cumplimiento a las disposiciones normativas ambientales, motivándolas a mejorar los niveles y estándares ambientales indicados en esas disposiciones, lo cual promueve la realización de procesos y acciones de mitigación que ayuden a reducir los efectos del cambio climático, así como el aprovechamiento sustentable los recursos naturales. A su vez, por medio de las auditorías ambientales, las autoridades revisan, verifican y evalúan la forma en la que operan ambientalmente las industrias, empresas y sectores; concluyendo con observaciones que señalen las áreas de mejora en el desempeño ambiental de las instalaciones, procesos y actividades realizadas por esas industrias, empresas y sectores, para que éstos sean superiores a los exigidos en la normatividad ambiental.

3.3.3 Mecanismos Financieros

El desarrollo de proyectos en diversas industrias o sectores productivos en gran medida dependen de los apoyos económicos, así como de los estímulos fiscales que los gobiernos alrededor del mundo determinan en favor de las personas físicas o morales que realizan determinadas actividades u ofertan y consumen ciertos productos o servicios.

⁶⁸⁴ Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, arts. 15, 38, y 38 BIS 2, 2023, México.

Los apoyos económicos y los estímulos fiscales se ven representados a través de mecanismos financieros establecidos en la normatividad interna de los países y en ocasiones en acuerdos internacionales en materias específicas como la ambiental.

Un mecanismo financiero es definido desde el punto de vista empresarial como la forma en que una empresa, organización o programa recibe los fondos o medios económicos necesarios para que siga siendo operativo su actuar. Por ejemplo, las empresas privadas, generalmente reciben dicha financiación a través de diversos medios, incluidos los ingresos generados por la venta de servicios y productos, así como por préstamos o la venta de acciones. Otras organizaciones generalmente reciben fondos a través de diversos medios, como donaciones proporcionadas por individuos y empresas, así como eventos de recaudación de fondos⁶⁸⁵.

El mecanismo financiero desde un enfoque gubernamental, generalmente proviene de impuestos y otros tipos de contribuciones. Por otra parte, los gobiernos a nivel mundial pueden establecer mecanismos financieros para incentivar el desarrollo de una serie de actividades o el uso de una tecnología en específico, esto, a través de la creación de estímulos fiscales u otros esquemas o “ventajas” de índole tributario, además de la implementación de subsidios. Lo anterior con la finalidad de que los particulares, ya sean personas físicas o morales, tengan disponibles los recursos de financiamiento o apoyos económicos y fiscales para tales efectos⁶⁸⁶.

Los mecanismos financieros representan una serie de elementos económicos y fiscales que tienen un respaldo gubernamental por medio de su inclusión en los instrumentos normativos que contemplan su regulación. Estos mecanismos incentivan y favorecen el desarrollo de determinados proyectos, procesos y actividades industriales o productivas; los cuales simultáneamente pueden premiar económicamente a aquellos particulares (personas físicas o morales) que efectúen sus proyectos, procesos y actividades de manera sostenible, favoreciendo las acciones de mitigación y restauración del equilibrio ecológico que deben imperar

⁶⁸⁵ Cfr. Spiegato, (s.a.), *¿Qué es un mecanismo financiero?*, recuperado de <https://spiegato.com/es/que-es-un-mecanismo-financiero>

⁶⁸⁶ Cfr. *Ídem*.

hoy en día en toda actividad humana con la finalidad de hacer frente a las repercusiones derivadas del cambio climático, así como otras crisis ambientales.

La materia energética no es la excepción para que se diseñen e implementen esos mecanismos financieros, esto, para incentivar la matriz de energéticos que abastezcan la oferta de bienes y servicios que satisfagan las necesidades energéticas de los habitantes de un territorio en específico. Lo cual abarca el uso de hidrocarburos, electricidad o energías renovables para temas de calefacción, movilidad, alimentación, utilización de dispositivos móviles y electrodomésticos, servicios médicos, entre muchos otros.

Otro motivo sustancial para la implementación de mecanismos financieros en la industria energética, es la intención de generar los medios económicos para detonar proyectos en materia de energías renovables, a través de los cuales se busque reemplazar paulatinamente el uso de hidrocarburos para las actividades industriales y cotidianas que realizamos día con día.

La parte económica es una cuestión indispensable para el desarrollo de proyectos derivados de las energías renovables y limpias. Adicional a ello, entre más estén presentes este tipo de energías en nuestras actividades diarias, mayores beneficios ambientales se materializarán para nuestro entorno. Reiterando que debido a las condiciones ambientales adversas que padecemos actualmente como humanidad (sequías, tormentas invernales, inundaciones, entre otras) derivadas del cambio climático y otras crisis ambientales relevantes, como la contaminación de suelos, pérdida de biodiversidad, desertificación, entre otras, estamos obligados a generar las condiciones necesarias que nos permitan recuperar el equilibrio ecológico en nuestros ecosistemas y así ir revirtiendo los estragos climáticos que afectan el desenvolvimiento de nuestras actividades humanas.

Recientemente, se han empezado a utilizar mecanismos financieros, conocidos también como “incentivos y mecanismos basados en el mercado”, para alcanzar metas en las materias de desarrollo sustentable y preservación del medioambiente, así como para promover cambios y mejoras tecnológicos para el uso sustentable de los recursos naturales. Los mecanismos financieros innovadores promueven la

participación y las inversiones de un conjunto de partes interesadas, el uso de prácticas sostenibles y la conservación de la naturaleza; suelen complementar la ayuda económica internacional para el desarrollo de actividades industriales o productivas sostenibles, con las fuentes de financiación locales de cada país para tales efectos⁶⁸⁷.

Algunos mecanismos financieros para la gestión de proyectos renovables son los siguientes: subsidios, tarifas especiales o preferenciales por el uso de tecnologías sustentables, cargos e impuestos por extracción, aprovechamiento y uso excesivo del agua, impuestos o cargos por contaminación, estímulos fiscales, entre otros⁶⁸⁸.

La OCDE en el año 2017 definió algunas condiciones básicas para que un instrumento de política pública califique como mecanismo financiero: son instrumentos que afectan las estimaciones de costos y beneficios de las iniciativas abiertas a los agentes económicos; su efecto es influir en la toma de decisiones y la conducta de estos agentes de manera tal que las alternativas que se eligen conduzcan a una situación más deseable desde el punto de vista ambiental que la que ocurriría en ausencia de éstos instrumentos. Los mecanismos financieros, en contraste con la regulación directa, dan libertad a los agentes económicos para que respondan a cierto estímulo de un modo que ellos mismos comprendan que es más beneficioso adherir y emplear esos mecanismos al desarrollo de sus actividades industriales o productivas⁶⁸⁹.

La gran ventaja de los mecanismos financieros es que con ellos queda muy clara la diferencia entre quién controla la contaminación, quién conserva y quién paga (ya sea por contaminar o por conservar). Asimismo, se han señalado sus desventajas, entre las que se encuentran sus efectos distributivos entre los participantes de industrias y sectores industriales o productivos, la complejidad de la puesta en

⁶⁸⁷ Cfr. Global Water Partnership Central America, (s.a.), *Aplicación de mecanismos económicos y financieros a la gestión del agua*, recuperado de https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam_files/aplicacion-de-mecanismos-economicos-y-financieros.pdf

⁶⁸⁸ Cfr. *Ídem*.

⁶⁸⁹ Cfr. Monzón Aldama, Yenisleidys *et. al*, (07 de abril de 2022), *Aproximación teórica de instrumentos y mecanismos económico-financieros para la gestión ambiental de bahías*, vol. 10, núm. 1, 30 abril de 2022, recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2310-340X2022000100161

marcha o implementación de las propuestas económicas, y el coste monetario y político para los gobiernos que determinan esos mecanismos financieros⁶⁹⁰.

Los mecanismos financieros son una herramienta que busca principalmente incentivar, compensar, beneficiar, apoyar o inducir un cambio en los agentes económicos, comprometiéndose estos con la sustentabilidad de sus procesos y actividades, a través del cobro o asignación de un valor económico representado en un subsidio, tarifa, precio o costo; los cuales son señales de mercado para incentivar o desincentivar conductas hacia el medio ambiente, por ejemplo, los impuestos ambientales⁶⁹¹.

Según la OCDE, se han identificado principalmente las siguientes categorías de mecanismos financieros:

- **Cargos o impuestos:** Son cargos para ser pagados sobre el monto y/o la calidad de las descargas o emisiones de contaminantes al medio ambiente, a través de los cuales se puede lograr una reducción dada de emisiones de manera costo-efectiva; la razón es que una fuente que minimiza costos reducirá sus emisiones en respuesta al impuesto, hasta el punto en que el costo marginal de reducirlas es igual al impuesto.
- **Subsidios:** Son incentivos o apoyos económicos gubernamentales otorgados a un sector empresarial o social determinado, con el objetivo de promover la realización de determinadas conductas y políticas económicas, ambientales o sociales por parte de éstos. Se convierten en una alternativa para resolver problemas de contaminación, obligando al productor a considerar el costo de sus actividades.
- **Sistemas de depósitos y reembolso:** Establecen un sobrecargo en los precios de los productos con potencial contaminante, mismos que se destinan a un fondo de depósito. Al evitar la contaminación se realiza un reembolso de dicho depósito.

⁶⁹⁰ Cfr. *Ídem*.

⁶⁹¹ Cfr. *Ídem*.

- **Creación de mercados:** Se refiere a la creación de mercados donde los productores puedan comprar o vender derechos de emisión para la disminución de emisiones contaminantes. Se basa en la creación de incentivos económicos, de manera que la reducción de contaminantes se produzca de forma costo-efectiva, es decir, que sea viable económicamente a la par del compromiso y eficacia en las acciones para reducir la emisión de contaminantes o generación de residuos. Ejemplo de ello son los mercados de carbono⁶⁹².
- **Incentivos financieros de fiscalización (estímulos fiscales):** Son aquellos que autorizan las dependencias gubernamentales competentes, mediante los cuales se permite a los particulares (personas físicas y morales) aportar recursos a un proyecto de inversión y disminuir el monto de su aportación del pago del impuesto correspondiente⁶⁹³. En materia tributaria esos estímulos se definen como un crédito fiscal al contribuyente que realiza gastos e inversiones en investigación y desarrollo de tecnología y es acreditable, frecuentemente, contra el Impuesto sobre la Renta del contribuyente (ISR)⁶⁹⁴. Aplicados a la materia ambiental, estos estímulos fiscales buscan incentivar el desarrollo de la investigación y aplicación de tecnologías que favorezcan la sustentabilidad y la reducción de contaminantes derivadas de las actividades industriales o productivas.

Los mecanismos financieros ambientales han venido a ofrecer un aliciente en lo que respecta a los efectos nocivos de la contaminación en consecuencia del desarrollo industrial del ser humano. Mediante los instrumentos financieros se busca otorgar incentivos económicos a aquellas empresas que contribuyan a la mejora de la

⁶⁹² Cfr. *Ídem*.

⁶⁹³ Cfr. Secretaría de Hacienda y Crédito Público, (s.a.), *Estímulos Fiscales que se operan a través de un Comité Interinstitucional*, recuperado de <https://www.estimulosfiscales.hacienda.gob.mx/#::~:~:text=Son%20aquellos%20que%20se%20autorizan,su%20impuesto%20sobre%20la%20renta.>

⁶⁹⁴ Cfr. Servicio de Administración Tributaria, (s.a.), *Estímulo Fiscal a la Investigación y Desarrollo de Tecnología – EFIDT*, recuperado de [https://www.sat.gob.mx/consulta/03213/estimulo-fiscal-a-la-investigacion-y-desarrollo-de-tecnologia-\(efidt\)#](https://www.sat.gob.mx/consulta/03213/estimulo-fiscal-a-la-investigacion-y-desarrollo-de-tecnologia-(efidt)#)

calidad ambiental, usualmente son dirigidos a los países más industrializados y desarrollados⁶⁹⁵.

Este tipo de mercado ambiental basa sus sedimentaciones sobre el conocido Protocolo de Kioto, donde se establecieron los mecanismos financieros para reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero, entre ellos destacando el conocido como 'mercado de carbono'. El mercado de carbono consiste en la emisión de certificados o bonos de carbono que permiten a las empresas emitir una cantidad específica de dióxido de carbono a un precio fijado por la fluctuación del mercado, por ejemplo, un bono de carbono vendría a significar el derecho a emitir una tonelada de dióxido de carbono por parte de una determinada empresa. En contraste, a las empresas que no emitan o disminuyan en gran medida sus emisiones de dióxido de carbono en su actividad, tienen posibilidad de transmitir onerosamente sus permisos de emisión previamente distribuidos, lo que les representa una ventaja competitiva significativa⁶⁹⁶.

Por otro lado, respecto a los llamados 'bonos verdes', estos son los bonos otorgados por instituciones públicas o privadas para financiar proyectos de impacto medioambiental positivo, es decir, aquellos proyectos que lleven consigo beneficios socioambientales que generen un impacto significativo en favor del medioambiente, lo cual llevan a cabo bajo condiciones sumamente benéficas e intereses muy por debajo de las tasas comerciales del mercado. Los beneficiarios de los bonos verdes son quienes realizan proyectos tales como la implementación de energías renovables, agricultura sostenible, tecnologías limpias, transporte sostenible, entre otros⁶⁹⁷.

Similarmente, existen los llamados 'bonos sostenibles' que son aquellos que vienen a financiar proyectos sostenibles de índole social, como la producción y distribución suficiente de alimentos, evitando la generación de desperdicios orgánicos; así como

⁶⁹⁵ Cfr. Mateo Luciano, Enersi Georgina, (28 de julio de 2021), *Mecanismos financieros ambientales como solución al cambio climático*, recuperado de <https://insaproma.com/mecanismos-financieros-ambientales-como-solucion-al-cambio-climatico/>

⁶⁹⁶ Cfr. *Ídem*.

⁶⁹⁷ Cfr. *Ídem*.

los ‘bonos azules, que son aquellos bonos que buscan recaudar inversiones para financiar proyectos marinos y oceánicos que logren un impacto positivo en el medio ambiente, desarrollando nuevas tecnologías y mecanismos que aprovechen sustentablemente el agua, evitando el desperdicio de la misma⁶⁹⁸.

En definitiva esta serie de mecanismos financieros ambientales son un medio económico que ayuda a compensar las huellas de carbono, hídrica y ecológica emitidas por las actividades humanas, sin embargo, entre las desventajas marcadas de esos mecanismos financieros, es que podrían presentar riesgos al medio ambiente, tales como el derecho a contaminar a un precio pautado (en el caso de los bonos de carbono), lo que implicaría que su objetivo primordial de reducir la emisión de los gases de efecto invernadero diste en gran medida de la realidad, convirtiéndolo en un negocio lucrativo para algunos y no en una solución ambiental real y contundente, lo cual pone en duda su efectividad. En la actualidad, el sector que representa la mayor cantidad de emisión de bonos verdes a nivel mundial es el sector energético, con las energías renovables y eficiencia energética⁶⁹⁹.

En materia energética esos mecanismos financieros deben ir al alza e impulsar proyectos sobre todo en energías renovables, facilitando la inversión en dichos proyectos, que a su vez aumente la oferta de productos o servicios derivados de energías renovables; acelerando así la transición energética necesaria hoy en día para aminorar las condiciones climáticas, generar un equilibrio ecológico y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

En México, los estados de Baja California, Campeche, Coahuila, Estado de México, Nuevo León, Oaxaca, Querétaro, Quintana Roo, Tamaulipas, Yucatán y Zacatecas se convirtieron en 2022 en los estados pioneros en aplicar impuestos verdes en el país. Los impuestos verdes o ambientales son cobros que hace el Estado a empresas y consumidores por los efectos que generan sus actividades en el medioambiente, tras producir o utilizar algún bien de consumo o servicio, y que tienen el objetivo de evitar el uso excesivo de los recursos naturales. En

⁶⁹⁸ Cfr. *Ídem*.

⁶⁹⁹ Cfr. *Ídem*.

complemento de esto, la Ciudad de México es la única entidad federativa en emplear estímulos fiscales ambientales, un instrumento que busca premiar con créditos fiscales, deducciones rápidas o descuentos a impuestos, como el ISR; el uso de tecnologías para el ahorro de energía o agua, la utilización de materiales reciclados, la producción y/o el uso de energías renovables o la construcción de edificios energéticamente sustentables, es decir, que tengan azoteas verdes y sistemas de recolección pluvial, entre otros⁷⁰⁰.

A continuación, se presenta una tabla con los impuestos verdes o ambientales determinados por las entidades federativas antes referenciadas:

⁷⁰⁰ Cfr. Patiño, Dainzú, (12 de enero de 2023), *Impuestos verdes: qué son y qué está haciendo México*, recuperado de <https://expansion.mx/economia/2023/01/12/impuestos-verdes-en-mexico-que-son>

Entidad Federativa	Impuesto
Baja California	Impuesto ambiental sobre la extracción y aprovechamiento de materiales pétreos.
Campeche	Impuesto sobre la extracción de materiales del suelo y subsuelo.
Coahuila	Impuesto por la remediación ambiental en la extracción de materiales pétreos.
Estado de México	Impuesto a la emisión de gases contaminantes a la atmósfera.
Nuevo León	Impuesto ambiental por la contaminación en la extracción de materiales pétreos. Impuesto ambiental por la emisión de contaminantes a la atmósfera. Impuesto ambiental por la emisión de contaminantes en el agua. Impuesto ambiental por la emisión de contaminantes en el suelo y/o subsuelo.
Oaxaca	Impuesto sobre la extracción de materiales por remediación ambiental.
Querétaro	Impuesto por la remediación ambiental en la extracción de materiales. Impuesto por emisión de gases a la atmósfera. Impuesto por la disposición final de residuos de manejo especial y peligroso.
Quintana Roo	Impuesto por la remediación ambiental en la extracción de materiales.
Tamaulipas	Derecho por la emisión de gases a la atmósfera.
Yucatán	Impuestos ecológicos por emisión de gases. Impuesto por emisión de contaminantes al suelo, subsuelo y agua.
Zacatecas	Impuestos ecológicos por emisión de gases. Impuesto por la emisión de gases a la atmósfera. Impuesto al depósito o almacenamiento de residuos ⁷⁰¹ .

⁷⁰¹ Cfr. *Ídem*.

Una de las problemáticas gubernamentales latentes en México respecto al establecimiento legal de los mecanismos financieros ambientales, es que las diferentes legislaciones de las entidades federativas representan un freno para la aplicación de los mecanismos financieros ambientales, lo cual hace evidente una falta de coordinación normativa en la materia a nivel nacional, ya que hay instrumentos normativos que se contradicen. Por ejemplo, la Ley de Ingresos sobre Hidrocarburos (LISH) en su artículo 57, fracción IV, estipula que las entidades federativas adheridas al Sistema Nacional de Coordinación Fiscal (SNCF)⁷⁰² y, por ende, sus municipios productores de hidrocarburos, no establecerán ni mantendrán gravámenes locales o municipales en materia de protección, preservación o restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección y control del ambiente, que incidan sobre las actividades de exploración y extracción de hidrocarburos, ni sobre las prestaciones o contraprestaciones que se deriven de los contratos o asignaciones petroleras⁷⁰³, disposición que, a la luz de las jurisprudencias en la materia, estimamos que eventualmente podría tildarse de inconstitucional.

Esta condición es para que los estados tengan acceso a los recursos del Fondo para Entidades Federativas y Municipios Productores de Hidrocarburos (FEFMPH), que provienen de la recaudación del Impuesto por la Actividad de Exploración y Extracción de Hidrocarburos (IAEEH) previsto en la LISH, y que redistribuye el gobierno a dichas entidades federativas y municipios productores de hidrocarburos. En Tamaulipas, por ejemplo, un estado productor petrolero, ya hubo disputas legales al respecto, pues se implementó el derecho por la emisión de gases a la atmósfera, que realmente funciona como un impuesto, situación que contraviene lo determinado por la LISH. Que, de acuerdo con la SHCP, un derecho es una contribución por el uso o aprovechamiento de bienes de dominio público de la nación, o por percibir servicios que presta el Estado. Motivo por el cual, varias

⁷⁰² El Sistema Nacional de Coordinación Fiscal es el mecanismo en virtud del cual las Entidades Federativas y la Federación establecen acciones que simplifican el sistema fiscal nacional para evitar la superposición de gravámenes federales, estatales y municipales, además de determinar el monto de los recursos que se distribuyen entre las Entidades Federativas como participaciones federales con la recaudación de los ingresos tributarios más representativos del Gobierno Federal.

⁷⁰³ Cfr. *Ídem*.

compañías petroleras se ampararon ya que el gobierno de Tamaulipas con la imposición de ese derecho por la emisión de gases a la atmósfera está violentando lo establecido en un ordenamiento existente de carácter federal como lo es la LISH⁷⁰⁴.

Mientras tanto, los impuestos federales en materia ambiental están rezagados y los que hay no están pensados realmente para abonar a la transición energética. Tal ejemplo es el caso del Impuesto Especial sobre Producción y Servicios (IEPS) que se cobra a los combustibles e indirectamente permite y fomenta la emisión de CO₂. Si bien el cobro del IEPS para el consumo de petrolíferos infiere una cuota para desincentivar su consumo, la situación actual en México funciona al revés, ya que debido a los subsidios que le otorga el Gobierno Federal al pago del IEPS, con el objetivo de contener la inflación, aumenta el consumo de petrolíferos, lo cual incrementa los niveles de contaminación y continúa agravando la situación climática en el país, lo cual perjudica por ende al medioambiente y a todos sus habitantes⁷⁰⁵.

En contraste con lo anterior, en materia del ISR, existen los mecanismos financieros a través de la Ley del Impuesto sobre la Renta (LISR), en particular, lo estipulado en el artículo 34, fracción XIII de dicha normatividad tributaria, para que las inversiones de equipos y maquinaria proveniente de fuentes renovables o de sistemas de cogeneración de electricidad eficiente sean deducibles del ISR. Asimismo, los autos eléctricos tienen preferencia para la deducción del Impuesto Sobre Automóviles Nuevos (ISAN). Estas condiciones de mecanismos financieros resultan favorables para el esquema tributario mexicano, con repercusiones positivas a las materias ambiental y energética⁷⁰⁶.

Por otra parte, a la inversa de lo que sucede en el sector hidrocarburos, no se deben crear impuestos especiales para las energías renovables, esto ayudará a que más empresas, fondos y entidades encuentren un fuerte incentivo para desarrollar estos proyectos energéticos en México. A la par de lo previamente mencionado, es

⁷⁰⁴ Cfr. *Ídem*.

⁷⁰⁵ Cfr. *Ídem*.

⁷⁰⁶ Cfr. *Ídem*.

conveniente fomentar la creación de fondos económicos que repartan parte de las ganancias obtenidas por los proyectos de energías renovables en los territorios donde estos se llevan a cabo, tal y como acontece con los proyectos del sector hidrocarburos, donde se favorece y recompensa a los sitios donde se llevan a cabo las actividades de exploración y extracción de hidrocarburos.

Retomando el tema del FEFMPH, el cual es un mecanismo financiero cuyo objetivo es promover proyectos orientados a mejorar el entorno social, la calidad del medio ambiente y la construcción de infraestructura en las localidades y regiones del país con mayor incidencia de desarrollo petrolero⁷⁰⁷.

Sería oportuno replicar esta idea con el objetivo de crear un fondo similar para el sector de las energías renovables, fomentando mejoras ambientales, sociales de mejoramiento rural y urbano, entre otras; derivadas del desarrollo de proyectos renovables o limpios, incentivando a su vez el aumento de los mismos en diversas áreas del territorio mexicano.

Ejemplificando el funcionamiento del FEFMPH, en los próximos esquemas se muestran algunos supuestos de los proyectos de inversión que se pueden aplicar a partir de la recepción de los recursos obtenidos del FEFMPH en los estados y sus municipios adheridos al SNCF. Además de observar un mapa geográfico con los estados y sus municipios que en las últimas décadas han representado el mayor desarrollo de actividades petroleras en México, los cuales suelen verse mayormente beneficiados de los recursos provenientes del FEFMPH⁷⁰⁸.

⁷⁰⁷ Cfr. Gutiérrez Villascán, Ajax, "Régimen fiscal de los hidrocarburos", en Márquez Rábago Sergio R. y Martínez Barreiro Julio Damián (coords.), *op. cit.*, p. 181.

⁷⁰⁸ Cfr. *Ibidem*, p. 182.

¿EN QUÉ SE PUEDEN APLICAR LOS RECURSOS DEL FONDO?

Los recursos podrán destinarse únicamente a proyectos de inversión productiva orientados a resarcir las afectaciones ocasionadas por la actividad petrolera, en tres rubros principales: infraestructura, entorno social y medio ambiente.

A continuación se presentan algunas de los proyectos en los que se pueden invertir los recursos provenientes del Fondo:

1	2	3	4
Rellenos sanitarios y manejo de residuos sólidos	Plantas de tratamiento y sistemas de abastecimiento, distribución y almacenamiento de agua potable	Instalación y mantenimiento de obras de drenaje público	Preservación de áreas naturales mediante reforestación, rescate y rehabilitación de ríos y otros cuerpos de agua
5	6	7	8
Obras de movilidad urbana e inversión en transporte público	Pavimentación, mantenimiento y construcción de calles, caminos locales y caminos rurales	Instalación de alumbrado público y electrificación	Obras y equipamiento de protección civil

Las entidades y municipios podrán destinar hasta el 3% de los recursos para la realización de estudios y evaluación de proyectos, a fin de garantizar que se cumpla con los criterios técnicos establecidos en las reglas del Fondo.



Referencia Cibergráfica⁷⁰⁹

⁷⁰⁹ Federación Nacional de Municipios de México, (s.a.), *Fondo para municipios productores de hidrocarburos: destinan recursos para amortiguar impactos de actividad petrolera*, recuperado de https://fenamm.org.mx/site/index.php?option=com_content&view=article&id=2674:2-500-mdp-para-municipios-petroleros-en-2016&catid=2:uncategorised.

Estados y Municipios Petroleros



De los esquemas anteriores, quedan evidenciados los beneficios y ventajas derivadas de la aplicación de los recursos respectivos al FEFMPH. Ante esto, la implementación de un fondo con características análogas para el sector de las energías renovables, ayudaría a compensar económicamente a las entidades federativas y sus respectivos municipios o alcaldías, por el uso territorial y de recursos naturales de éstos, durante el desarrollo de actividades de energías renovables. Lo cual generaría un beneficio económico para las comunidades donde se gestionen los proyectos renovables. Como contraparte, el establecer ventajas fiscales para los inversionistas de este tipo de proyectos y permitirles deducir parte o la totalidad de sus inversiones, da origen a que cuenten con los recursos económicos necesarios y destinen una parte de esos recursos para la creación de un fondo económico que beneficie a las comunidades y poblaciones en las que se lleven a cabo las actividades derivadas de las energías renovables. Esto reflejaría

⁷¹⁰ Ídem.

el uso adecuado de mecanismos financieros en el país para aumentar el interés de personas físicas y morales por invertir y desarrollar proyectos de energías renovables o limpias y, por su parte, que las comunidades y poblaciones de un determinado territorio permitan la ejecución de estos proyectos en los lugares donde habitan.

Mediante dicho 'fondo renovable' el cual puede ser denominado "Fondo para Entidades Federativas y Municipios Productores de Energías Renovables", las entidades federativas y sus respectivos municipios o alcaldías en los que se desarrollen actividades de proyectos de energías renovables o limpias, pueden recibir beneficios económicos adicionales a los ya intrínsecos a las energías renovables, como los ambientales. Esos beneficios económicos permitirán generar recursos económicos adicionales que, a su vez, propicien el aumento de proyectos de mejora social, de salubridad, escolares, entre otros, para mejorar la calidad de vida de dichas comunidades y poblaciones.

Para acelerar y favorecer su uso, se deben dar tratamientos fiscales preferenciales o diferenciados, entre otros esquemas de apoyo económicos y financieros, con el objeto de que ese trato fiscal sea la punta de lanza para aumentar las acciones de transición energética en México.

En este sentido, el apoyo fiscal otorgado a las 'energías intermedias o de transición', término establecido en puntos anteriores el cual hace referencia a fuentes de energía como el gas natural, que generan una menor cantidad de contaminantes, pero aun así contaminan más que algunas fuentes de energía limpia o una renovable, tendría que recibir un menor apoyo fiscal que el destinado al uso de energías limpias, sin embargo, este apoyo funge como el inicio de prácticas que sean realmente viables en el día a día industrial o productivo de cada país. En el caso de México, ejemplo de lo anterior sería generar estímulos fiscales para cambiar la flota del transporte público como autobuses o metrobuses que usan diésel u otros petrolíferos, por unos que usen gas natural o bioenergéticos como combustibles.

La finalidad de un estímulo fiscal recae en que las autoridades tributarias de un determinado país, permitan apoyar e incentivar a que los particulares (personas físicas y morales) inviertan recursos económicos al desarrollo de ciertas actividades industriales o productivas, a través de mecanismos establecidos en su normatividad fiscal, mismos que les permitan a esos particulares, recuperar parte del monto económico invertido, además de una flexibilidad en el cumplimiento de sus obligaciones fiscales, es decir, se elabora un medio tributario especial que implica una excepción a la regla tributaria general, con el afán de acelerar el desarrollo de actividades industriales o productivas, que a la larga permitan obtener una mayor captación tributaria derivada de dichas actividades⁷¹¹.

En este sentido, hay estímulos fiscales estipulados para las actividades propias de los sectores integrantes de la industria energética (hidrocarburos, electricidad y energías renovables), establecidos dentro de la normatividad fiscal y energética en México. Es así que, los estímulos fiscales aplicados al sector de las energías renovables tienen el objeto de facilitar el desarrollo de las actividades alusivas a dicho sector, bajo la premisa de dinamizar la búsqueda y atraer a un mayor número de inversionistas en las actividades respectivas a las energías renovables⁷¹².

Es fundamental dar ventajas económicas y determinar estímulos fiscales para propiciar la inversión tanto nacional como extranjera, con el objeto de levantar el interés y hacer atractivo el desarrollo de proyectos derivados de energías renovables. Para lo anterior, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) y la Secretaría de Economía (SE) en el ámbito de sus respectivas atribuciones legales, deben crear mecanismos de fiscalización y fomento a la inversión para detonar el volumen de actividades donde se haga uso de las energías renovables. Asimismo, el Servicio de Administración Tributaria (SAT) que es un órgano administrativo desconcentrado de la SHCP, debe de facilitar sus acciones tributarias para facilitar la declaración de los ingresos provenientes del desarrollo de las actividades del sector de las energías renovables, aunado a aplicar los beneficios

⁷¹¹ Cfr. Gutiérrez Villascán, Ayax, "Régimen fiscal de los hidrocarburos", en Márquez Rábago Sergio R. y Martínez Barreiro Julio Damián (coords.), *op. cit.*, p. 185.

⁷¹² Cfr. *Ídem*.

fiscales establecidos en la normatividad tributaria que se implemente para tales efectos.

El apoyo de los múltiples instrumentos económicos, es vital para acelerar los proyectos derivados de energías renovables, facilitar y propiciar ventajas fiscales para quienes realicen este tipo de proyectos detonará la oferta y demanda del uso de energías renovables en el país, aumentando los beneficios ambientales y contribuyendo a cumplir los compromisos internacionales en materia de cambio climático.

Por tal motivo, se requiere generar armonía entre instrumentos normativos financieros, fiscales, energéticos y ambientales de los distintos niveles de gobierno, con la finalidad de homologar criterios entre estas disciplinas jurídicas. Por lo que, resulta necesario revisar cada ordenamiento jurídico en dichas materias con la finalidad de evitar que se contrapongan los mismos, debiendo a su vez actualizar su contenido, modificando y derogando las partes legales que sean necesarias, además de permitir la integración de nuevos ordenamientos jurídicos como el proyecto de iniciativa de la Ley General de Economía Circular, que complemente a las disposiciones jurídicas ya existentes. Todo esto, en favor de generar un esquema de mecanismos financieros que favorezcan el desarrollo limpio y sustentable de las actividades industriales o productivas que se realizan en todo el territorio mexicano, contribuyendo de tal forma con la mejora del medioambiente y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales durante el desenvolvimiento de los procesos y actividades industriales o productivas que realizamos a diario como sociedad.

En el sector de las energías renovables y limpias, a nivel internacional se han otorgado estímulos fiscales con la finalidad de incentivar la construcción de plantas de generación a gran escala y para generación distribuida producida por los usuarios para consumo propio. Actualmente, la legislación mexicana prevé las subastas a largo plazo y los CELs como parte de los instrumentos para conseguir un incremento en la participación de los proyectos de energías limpias en la matriz de generación eléctrica. Asimismo, conforme a lo dispuesto en el artículo 34,

fracción XIII, de la LISR, se podrá deducir el 100% del monto original de la inversión para maquinaria y equipo para la generación de energía proveniente de fuente renovables o de sistemas de cogeneración de electricidad eficiente, siempre que la maquinaria y equipo se encuentren en operación o funcionamiento durante un periodo mínimo de 5 años inmediatos siguientes al ejercicio en el que se efectúe la deducción. Los contribuyentes que incumplan con ese plazo mínimo, deberán cubrir en su caso, el impuesto correspondiente⁷¹³.

Adicionalmente, la misma LISR en su artículo 77-A, considera la creación de una cuenta de utilidad por inversión en energías renovables, aplicada para las personas morales que se dediquen exclusivamente a la generación de energía proveniente de fuentes renovables o de sistemas de cogeneración de electricidad eficiente. Dicha cuenta de utilidad permite a los contribuyentes calcular la cuenta de utilidad por inversión en energías renovables, en lugar de la utilidad fiscal neta del ejercicio fiscal de cada año. Lo cual representa ventajas fiscales para dichos contribuyentes, ya que la cuenta de utilidad por inversión en energías renovables conlleva a mayores porcentajes de deducciones.

Finalmente, el artículo 204 de ese mismo ordenamiento fiscal, determina el otorgamiento de un estímulo fiscal a los contribuyentes del ISR, consistente en aplicar un crédito fiscal equivalente al 30% del monto de las inversiones que en el ejercicio fiscal de que se trate, realicen en equipos de alimentación para vehículos eléctricos, siempre que éstos se encuentren conectados y sujetos de manera fija en lugares públicos, contra el impuesto sobre la renta que tengan a su cargo en el ejercicio en el que se determine el crédito. El crédito fiscal no será acumulable para efectos del ISR⁷¹⁴.

Por su parte, la LGCC en su artículo 92, considera como instrumentos económicos a los mecanismos normativos y administrativos de carácter fiscal, financiero o de mercado, mediante los cuales las personas asumen los beneficios y costos

⁷¹³ Cfr. Zendejas Reyes, Fernando, "Régimen jurídico en el sector eléctrico", en Márquez Rábago Sergio R. y Martínez Barreiro Julio Damián (coords.), *op. cit.*, p. 219.

⁷¹⁴ Cfr. Martínez Barreiro, Julio Damián, "Régimen jurídico de las energías renovables", en Márquez Rábago Sergio R. y Martínez Barreiro Julio Damián (coords.), *op. cit.*, p. 284.

relacionados con la mitigación y adaptación del cambio climático, incentivándolas a realizar acciones que favorezcan el cumplimiento de los objetivos de la política nacional en la materia. Además, el artículo 93 de esa ley, marca la pauta para el otorgamiento de estímulos fiscales a las actividades relacionadas con la investigación, incorporación o utilización de mecanismos, equipos y tecnologías que tengan por objeto evitar, reducir o controlar las emisiones; así como promover prácticas de eficiencia energética⁷¹⁵.

De este modo, la LGCC determina que los instrumentos económicos de carácter fiscal, son los estímulos fiscales que incentiven el cumplimiento de los objetivos de la política nacional sobre el cambio climático, los cuales, en ningún caso, se establecerán con fines exclusivamente recaudatorios. Además, los instrumentos financieros (los créditos, las fianzas, los seguros de responsabilidad civil, los fondos y los fideicomisos privados), serán catalogados como tales cuando sus objetivos estén dirigidos a la mitigación y adaptación del cambio climático; al financiamiento de programas, proyectos, estudios e investigación científica y tecnológica o para el desarrollo y tecnología de bajas emisiones en carbono⁷¹⁶.

Por último, en torno a los instrumentos de mercado, la LGCC decreta que éstos serán las concesiones, autorizaciones, licencias y permisos que corresponden a volúmenes preestablecidos de emisiones, o bien, que incentiven la realización de acciones de reducción de emisiones, proporcionando alternativas que mejoren la relación costo–eficiencia de las mismas⁷¹⁷.

Adicionalmente, la LTE en su artículo 9º, determina la obligación del Estado Mexicano para que promover la existencia de las condiciones legales, regulatorias y fiscales para facilitar el cumplimiento de las metas en materia de energías limpias. Del mismo modo, la fracción V del artículo 10º del mismo ordenamiento, dispone que la SENER propondrá a la SHCP los mecanismos de apoyo, estímulos fiscales o financieros, que permitan promover inversiones en medidas técnica y

⁷¹⁵ Cfr. *Ídem*.

⁷¹⁶ Cfr. Ley General de Cambio Climático, art. 92, 2023, México.

⁷¹⁷ Cfr. *Ídem*.

económicamente viables en materia de eficiencia energética e integración de sistemas de generación distribuida de electricidad cuando estos impliquen: economías de escala para el Estado; ahorros en el pago por electricidad de usuarios que se constituyan en generadores exentos o; reducciones de la huella de carbono en el sector de energía⁷¹⁸.

La vinculación de los ordenamientos antes señalados refleja la interdependencia entre los aspectos, financieros, fiscales, energéticos y ambientales. Por lo que, disponer de mecanismos financieros e incentivos fiscales para el desarrollo de proyectos de energías renovables o limpias, denota el interés por invertir y participar en este sector energético, favoreciendo de manera directa otras necesidades prioritarias de política pública como lo son la ambiental, social y económica, principalmente.

El esquema energético mundial es influenciado por los elementos sociales, culturales, políticos y económicos que conforman a cada nación. El bosquejo inicial para el desarrollo de proyectos que mejoren, amplíen e innoven la industria energética y sus respectivos sectores (hidrocarburos, eléctrico y energías renovables) en un Estado o región, está determinado por el sustento económico que respalde tales proyectos, siendo común que esto se realice mediante apoyos estatales. Para que ello ocurra de manera eficiente, el marco jurídico, política y finanzas públicas de los Estados deben permitir y contemplar el desarrollo de mecanismos financieros que fomenten la inversión privada nacional y extranjera, con la finalidad de mejorar la calidad de los bienes y servicios energéticos ofrecidos a los usuarios finales (los habitantes del Estado)⁷¹⁹.

Uno de los mecanismos financieros más usados a nivel mundial es el subsidio, el cual es catalogado como una ayuda, auxilio o apoyo extraordinario de naturaleza económica que es otorgado sin compensación equivalente por el Estado a través de sus dependencias u organismos de carácter público. Su finalidad es la de

⁷¹⁸ Cfr. Martínez Barreiro, Julio Damián, *op. cit.*, p. 283.

⁷¹⁹ Cfr. Gutiérrez Villascán, *Ayax et. al*, (02 de noviembre de 2017), *¿Podría el esquema feed in tariff ser útil en el subsidio eléctrico?*, recuperado de <https://energiaadebate.com/electricidad-podria-el-esquema-feed-in-tariff-ser-util-en-el-subsidio-electrico/>

incentivar y proteger financieramente el desarrollo de empresas de índole privado en diversos sectores industriales o productivos, o bien, ejercer un beneficio económico a sus habitantes por el pago disminuido de los servicios que presta el Estado, V. gr. el pago por el suministro de agua o electricidad⁷²⁰.

El tema del subsidio aplicado al sector eléctrico tiene deontológicamente la finalidad de apoyar al desarrollo de actividades diarias. Empero, la aplicación desproporcionada de los subsidios genera una carga económica abrumadora para el Estado cuando se abusa de su uso, tal y como ocurre en el caso del suministro eléctrico. México es un país que históricamente ha subsidiado el pago por el suministro de electricidad a sus habitantes del servicio doméstico y agrícola, lo que ha generado un serio lastre para las finanzas de su ahora Empresa Productiva del Estado (CFE). Los subsidios a la electricidad, traen como consecuencia un detrimento económico, mismo que conlleva al Gobierno Federal a realizar reducciones presupuestarias. Lo anterior, implica eliminar el destino de recursos económicos dirigidos a programas sociales prioritarios en rubros como: salud, educación, transporte público, entre otros. Además, estos subsidios dan lugar a diversos costos externos (medioambientales y para la salud, debido a que incentivan un consumo excesivo de electricidad, que mayormente es generada con combustibles fósiles), restando atractivo a las energías renovables y limpias, en particular, eliminan incentivos para que las nuevas empresas e inversionistas desarrollen proyectos de eficiencia energética y energías renovables⁷²¹.

Actualmente existen diversos estímulos fiscales en el sector de la industria eléctrica, por ejemplo, existe un beneficio para aquellas personas o sociedades que instalen celdas fotovoltaicas u otras fuentes de energía renovable en sus negocios u hogares, éstos son deducibles de impuestos. Otro incentivo destacable es el que se establece ya en algunas entidades federativas de la República Mexicana, consistente en un descuento sobre el impuesto predial a quienes instalen paneles solares con independencia de los créditos que puede otorgar el gobierno local a los

⁷²⁰ Cfr. *Ídem*.

⁷²¹ Cfr. *Ídem*.

particulares para la colocación de dicha tecnología. V. gr. el municipio de Zapopan, en el estado de Jalisco, ofrece hasta un 25 por ciento de descuento en el pago del impuesto predial a los contribuyentes que utilicen en sus viviendas calentadores solares, captación y reúso de aguas pluviales o celdas solares⁷²².

No obstante, es importante que en México se establezcan mayores estímulos fiscales que ayuden al desarrollo 'limpio' del sector eléctrico, mismos que podrían versar sobre:

- Facilidades administrativas: Refiriéndonos a la accesibilidad ante las autoridades para priorizar los trámites a cargo del empleador de tecnologías limpias.
- Regímenes especiales para personas en sectores determinados: Cuya aplicación implique beneficios en cuanto al cumplimiento de sus obligaciones fiscales en comparación con el resto de los contribuyentes.
- Certificados de Crédito Fiscal: Contribuyen a la financiación de los costos de ejecución de proyectos de investigación y desarrollo de electricidad 'limpia', pudiendo ser utilizados por las Pequeñas y Medianas Empresas (PyMEs), comercios e industrias para el pago de impuestos federales o locales, repercutiendo en un beneficio de efectividad inmediata para el usuario, bajo un mecanismo de operación consistente en asignar costo por cada Megavatio-hora (MWh) instalado y con un tope de instalación⁷²³.

Es necesario reconocer que el objetivo primordial de una política integral en materia de energía es procurar el desarrollo de nuevas tecnologías, tendientes al uso de energías renovables. Tal es el caso de los esquemas de subsidio a nivel internacional, en específicos los adoptados en naciones europeas (España y Alemania) así como en EUA, en las cuales se aplica la figura de las *feed in tariff* (FIT). La FIT corresponde a una subvención otorgada por el Estado que incentiva la adopción de energías renovables (solar y eólica por lo general), para lo cual se pacta a largo plazo un pago de la energía generada por los particulares, procurando un

⁷²² Cfr. *Ídem*.

⁷²³ Cfr. *Ídem*.

mejor precio al normalmente otorgado a dicha generación de energía y mediante la garantía de acceso a la Red de Transmisión. El término FIT originalmente fue acuñado respecto de la legislación alemana para reconocer la alimentación de la red de energía eléctrica misma que impulsó el uso de energías renovables, lo cual a partir del año de apertura del mercado energético en dicho país (1998) contribuyó al robustecimiento de las tecnologías en el marco de una actividad de responsabilidad con el medio ambiente⁷²⁴.

En México el esquema de *feed in tariff* no ha sido diseñado y puesto en marcha aún, ello al encontrarse con diversos prejuicios políticos que radican en un supuesto beneficio en favor de ciertos sectores de la sociedad, bajo los siguientes argumentos:

- Que la implementación de un esquema de tarifas o incentivos generaría una supuesta saturación en la red eléctrica del país, comprometiendo la confiabilidad y seguridad en el suministro del servicio eléctrico.
- Que es responsabilidad única del Estado la de invertir en la innovación y desarrollo de tecnologías con miras a una supuesta soberanía energética.
- Que el objetivo principal debe ser garantizar el suministro eléctrico mediante una política en la que sobresalga la rectoría del Estado, a través de la participación de sus empresas productivas.
- Que el estado debe producir su propia ciencia, tecnología, ingeniería e industria como parte de un imperativo ético y racional en favor de la población y la economía mexicana.
- Que la política de Estado del sector energético es el instrumento más poderoso del que dispone el país para impulsar la tecnología, la industria nacional y el mercado energético interno⁷²⁵.

⁷²⁴ Cfr. *Ídem*.

⁷²⁵ Cfr. *Ídem*.

En consecuencia, consideramos que los subsidios en el sector eléctrico, en específico en el suministro de energía, deberán atender a los sectores con mayor marginación económica en el país (hogares vulnerables que cuenten con menores ingresos económicos), con la finalidad de reducir la carga económica que éstos generan al Estado mexicano; obedeciendo a los casos de éxito como lo son Alemania y España, que permitan la inclusión de esquemas financieros que incentiven la adopción de energías renovables, por ejemplo, mediante la aplicación de programas económicos que apoyen a la implementación de paneles solares para la generación de energía eléctrica en los hogares (generación distribuida), y con ello procurar que la generación de dicha energía eléctrica se vea impactada con un modelo de FIT. Lo anterior, traducido en una sectorización del subsidio que otorgan conjuntamente el Gobierno Federal y CFE, de tal manera que quienes consuman más energía paguen en proporción a su nivel económico⁷²⁶.

Como complemento de esto, el Estado mexicano debe incentivar además el uso de metodologías de contraprestación eléctrica en favor de los particulares que generen su propia energía eléctrica.

Hoy en día en México, es posible generar energía eléctrica bajo el modelo de la generación distribuida con sistemas fotovoltaicos y venderla a la CFE con tres diferentes esquemas de contraprestación. La Generación Distribuida se refiere a las instalaciones donde una persona física o moral genera energía eléctrica limpia en su propio inmueble para consumirla, con un tamaño menor a 0.5 MW de capacidad instalada y que están interconectadas a la red eléctrica. De igual forma, la LIE establece que los generadores distribuidos no requieren permiso ante la CRE, mientras cumplan con los contratos de interconexión y cogeneración con la CFE⁷²⁷.

⁷²⁶ Cfr. *Ídem*.

⁷²⁷ Cfr. Enlight, (s.a.), *Net metering y net billing: esquemas de interconexión en México*, recuperado de <https://www.enlight.mx/blog/conoce-los-esquemas-de-interconexion-que-existen-en-mexico>

Esos esquemas de contraprestación eléctrica son:

- El *Net Metering* (Medición neta o balance neto de energía): Es una contraprestación que considera los flujos de energía eléctrica recibidos y entregados desde y hacia las redes eléctricas compensando dichos flujos de energía eléctrica entre sí durante el periodo de facturación eléctrica⁷²⁸.
- El *Net Billing* (Facturación neta): Permite a cualquier usuario, autogenerar su propia energía obteniendo ahorros en su consumo eléctrico e incluso inyectar sus excedentes de energía generada a las redes eléctricas y recibir un pago por ello⁷²⁹.
- La Venta total de energía: Toda la energía generada por el sistema de generación de energía eléctrica (paneles de energía solar) se vende en su totalidad a la compañía de luz, es decir, no hay consumo de energía en el sitio donde se instaló⁷³⁰.

NET METERING

- Aportación neta de electricidad a la red de CFE.
- Va más enfocado a casas (no a negocios).
- CFE paga en energía a los propietarios de esas casas.

NET BILLING

- Va más enfocado a negocios (sector industrial).
- CFE paga en dinero.
- En esta modalidad, la Venta total de energía es una opción sobre el excedente de energía.

En el *Net Metering*, no se le da un valor económico (precio) a la energía, en el *Net Billing* sí se le da (el valor económico de la energía se da dependiendo la hora en que se consume y otros factores). En la Venta total no hay consumo de energía por

⁷²⁸ Cfr. *Ídem*.

⁷²⁹ Cfr. Grupo Saesa, (s.a.), *Net Billing*, recuperado de <https://www.gruposaes.cl/sustentabilidad/energia-sustentable/net-billing/#:~:text=El%20Net%20Billing%20o%20facturaci%C3%B3n,recibir%20un%20pago%20por%20ello>.

⁷³⁰ Cfr. Enlight, *op. cit.*, recuperado de <https://www.enlight.mx/blog/conoce-los-esquemas-de-interconexion-que-existen-en-mexico>

parte del generador exento, el total de la energía que produce se la vende al suministrador.

Por lo anterior, el diseño, establecimiento y aplicación de los diversos mecanismos financieros debe ser razonado, evitando generar cargas económicas insostenibles para los gobiernos de los países, asimismo, se deben incentivar los mecanismos necesarios para hacer partícipes a todos los ciudadanos en proyectos de energías renovables.

De tal forma que, los mecanismos financieros no son solo aplicables a las compañías industriales o productivas, también pueden aplicarse a cualquier persona, esto, a través de programas que incentiven el consumo de bienes y servicios sustentables, conocidos coloquialmente como “amigables con el medio ambiente”.

Otro tema a considerar dentro de los mecanismos financieros es el relativo al uso de ecotecnias para nuestras actividades cotidianas. Las ecotecnias son instrumentos aplicados en el aprovechamiento eficiente de recursos naturales y materiales, que permiten la obtención de productos y servicios para la vida diaria de manera sostenible. Además, las ecotecnias utilizan una fuente de energía limpia y amigable con el ambiente. Esto permite obtener recursos como agua, energía eléctrica, energía térmica, la cual se puede usar en actividades sociales diariamente. Cuando las personas adoptamos las ecotecnias como parte de nuestras actividades diarias y de nuestro desarrollo, es posible mejorar los niveles de bienestar, sin que haya un aumento en la huella ecológica y permite generar un ahorro económico para las personas que hacen uso de las mismas. Dicha tecnología (ecotecnias) tiene el objetivo de reducir el impacto ambiental causado por la actividad humana, permitiendo de esta manera, conservar ecosistemas y recuperar el equilibrio ecológico entre las necesidades de las sociedades y los ciclos naturales⁷³¹.

⁷³¹ Cfr. Redacción Wiggot, (18 de julio de 2021), ¿Qué son las ‘ecotecnias’? ¿Cuáles son sus beneficios?, recuperado de <https://wiggot.com/archivos/que-son-las-ecotecnias-y-cuales-son-sus-beneficios/>

Dentro de los principales tipos de ecotecnias y sus beneficios derivados del uso de las mismas, encontramos los siguientes:

- ✚ Sanitario seco: Este tipo de baño prescinde del uso de agua y de excavación profunda, es un sanitario muy adaptable y que no daña el medio ambiente. Además, es una alternativa muy limpia e inodora, pues su función consiste en deshidratar los desechos que ahí son vertidos. Por lo general, esta ecotecnia se emplea en localidades donde no hay drenaje.
- ✚ Huertos urbanos y azoteas verdes: Actualmente, esta ecotecnia se ha vuelto muy popular en las grandes urbes, al tratar de aprovechar espacios vacíos o no urbanizados para plantar un huerto que produzca hortalizas y verduras. Esto también favorece a los inmuebles al fungir como aislantes térmicos y del ruido de las ciudades. Además, permiten limpiar el aire, hasta 1 kilogramo de dióxido de carbono por cada metro cuadrado de área verde.
- ✚ Captadores de agua de lluvia: Los captadores pluviales permiten aprovechar el agua proveniente de la lluvia. Esta ecotecnia consiste en usar una instalación que recolecta el líquido, lo filtra y posteriormente lo almacena para uso doméstico. V. gr. lavar o regar áreas verdes.
- ✚ Sistemas fotovoltaicos: Los paneles solares permiten obtener energía eléctrica limpia para uso doméstico.
- ✚ Calentador solar de agua: Esta ecotecnia permite prescindir de usar energías como el gas o la electricidad para calentar el agua, ya que aprovecha la radiación solar.
- ✚ Composteros: Se tratan de hoyos en la tierra en los cuales se deposita basura o desechos orgánicos (cáscaras de huevo, restos de verduras y frutas, residuos de origen animal como huesos, piel, carne y sangre; follaje, tallos frescos y hojas secas) que generamos a diario en nuestros hogares. Después de cubrir el compostero con tierra, con el paso de los días, los desechos orgánicos se van asentando en el fondo y se convierten en abono orgánico para diversas aplicaciones en áreas verdes como el jardín. Esto contribuye a mejorar el ambiente al retirar esos residuos orgánicos del

circuito de la contaminación de suelos, aguas y atmósfera; ayudando a su vez a enriquecer los sembradíos y cultivos⁷³².

En razón de esto, las autoridades federales, estatales y locales en México, deben fomentar el uso de ecotecnias a través de estímulos fiscales que incentiven a las personas y compañías a adquirir y utilizar ecotecnias para el desarrollo de sus actividades cotidianas, favoreciendo así al uso sustentable de recursos naturales y generando un impacto positivo en el entorno ambiental, con ese cúmulo de acciones individuales, se lograrán beneficios colectivos que detonen de manera general en una mejora ambiental, abonando a propiciar al equilibrio ecológico y poder resarcir los estragos ambientales actuales a causa del cambio climático.

Por ejemplo, la Ciudad de México cuenta con un programa importante de cosecha de agua de lluvia, el cual es un programa social operado por la Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México (SEDEMA), a través de su Dirección General de Coordinación de Políticas y Cultura Ambiental. El programa tiene como propósito mejorar el abasto de agua de personas que viven en colonias de bajos ingresos, por medio de la instalación de sistemas cosechadores de lluvia, a través de la “cosecha de lluvia”, se propician diversos beneficios ambientales como:

- Reducir el flujo de agua a los drenajes, lo que se traduce en menos inundaciones.
- Disminuir la cantidad de energía para bombear y transportar agua a las viviendas.
- Facilitar el acceso al servicio hídrico en viviendas entre 5 y 8 meses del año.
- Contribuir a la no sobreexplotación de los mantos acuíferos y a su recuperación al reducir la demanda⁷³³.

⁷³² Cfr. *Ídem*.

⁷³³ Cfr. Secretaría de Medio Ambiente de la Ciudad de México, (consultado por última vez el 29 de julio de 2023), *Cosecha de lluvia*, recuperado de <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/programas/programa/cosecha-de-lluvia>

El ser humano debe aspirar y esforzarse por ser más sustentable, esto implica alcanzar la mayor autosuficiencia posible en el desarrollo de la mayoría de sus actividades. Entre algunos ejemplos destacados se incluye: que las personas puedan generar su propia energía eléctrica a través del uso de paneles solares, así como originar su propia calefacción por medio de calentadores solares, hacer uso de medidas y mecanismos de la economía circular para aprovechar al máximo todos sus bienes, utilizar medios de transporte limpios como la bicicleta o los autotransportes eléctricos, fomentar tecnologías y procesos que no contaminen, entre otras acciones de sustentabilidad.

A raíz de todo lo planteado en el presente punto, la creación y establecimiento de mecanismos financieros para la industria energética, en particular para el sector de las energías renovables debe incluir más proyectos, bienes o servicios derivados de éstas, propiciando el incremento de la inversión en las mismas, haciendo sustentable con ello cada vez más actividades diarias de las sociedades en todo el mundo, ultimando con todo esto que se genere una protección y preservación del medio ambiente tanto a nivel local como mundial, logrando el equilibrio necesario entre el medio ambiente y el desenvolvimiento humano.

En la legislación mexicana, instrumentos normativos de distinta naturaleza (fiscal, energética y ambiental) se complementan entre sí para determinar cómo van a operar los mecanismos financieros dentro de los sectores que integran la industria energética (hidrocarburos, electricidad y energías renovables).

Así, a través de la implementación de mecanismos financieros adecuados, el diseño y la ejecución de proyectos de energías renovables y limpias, así como medidas atinentes a la protección ambiental, se pueden lograr la consecución de una sinergia vital para la preservación del medio ambiente y, por ende, del bienestar de los entes que en él habitan y se desarrollan.

CONCLUSIONES

1.- La reforma energética de 2013 marcó la pauta para integrar el estudio, regulación y aplicación de las materias de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente dentro del desarrollo de actividades realizadas en la industria energética, en particular de las derivadas del sector hidrocarburos, haciendo necesario contemplar conceptualmente y replicar el esquema de regulación, supervisión, inspección y vigilancia a los sectores eléctrico y de energías renovables. Esto, con la finalidad de tener un esquema regulatorio unitario para esas materias en todas las actividades de la industria energética, considerando las particularidades de cada una para tales efectos, y por ende resaltar la importancia teórica y fáctica de dichas materias en todos los proyectos energéticos llevados a cabo en el territorio mexicano.

2.- El vínculo entre los conceptos de peligro, riesgo y seguridad resulta de suma importancia para identificar y atender las situaciones adversas que pueden generar afectaciones a la integridad y bienestar de personas, instalaciones y medio ambiente, durante los procesos y actividades en diversas industrias o sectores productivos. La sinergia entre estos conceptos aplicada al desarrollo de actividades en la industria energética, permite hacer más seguras dichas actividades, reduciendo los incidentes y accidentes, así como los efectos adversos de éstos, a través de la correcta regulación, supervisión, inspección y vigilancia por parte de las autoridades competentes, y a su vez con la observancia, seguimiento y aplicación de las estrategias, medidas y acciones de seguridad insertas en los instrumentos regulatorios, así como en los más altos estándares nacionales e internacionales, y el uso de las mejores prácticas en la industria por parte de los particulares que llevan a cabo actividades correspondientes a la industria energética.

3.- La necesidad de normalizar de forma íntegra los aspectos de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente, tiene el objetivo de crear un sistema normativo sólido aplicable a estas materias, dando lugar a una adecuada ejecución de los proyectos energéticos, evitando así la proliferación de

eventos adversos que pongan en entredicho el bienestar de las personas y el medio ambiente, así como el buen funcionamiento de instalaciones, procesos y actividades a causa de inconsistencias normativas e irregularidades en el cumplimiento regulatorio o malas prácticas ejecutadas por los particulares. De tal forma, es indispensable desarrollar e implementar un sistema normativo y por consecuente un sistema fáctico por medio de actividades de supervisión, inspección y vigilancia, con el propósito de evitar en la medida de lo posible, la presencia de las situaciones adversas previamente descritas, propiciando de esta manera un equilibrio entre el plano deontológico y ontológico de la Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente durante el desarrollo de actividades de la industria energética.

4.- Es un designio primordial de las autoridades gubernamentales el gestionar las acciones de comparativa e implementación regulatoria en las materias de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente, con el ánimo de fortalecer los respectivos esquemas legales energéticos y ambientales, además de mejorar el contenido jurídico de los múltiples instrumentos normativos que contemplen dichas materias. Brindando así los elementos regulatorios necesarios para que sean acatados por todos los gobernados, mismos que deben observar, comprender y aplicar de la mejor manera posible, las estrategias, medidas y acciones de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente, correspondientes a los procesos y actividades que realizan dentro de los distintos sectores energéticos.

5.- Dentro de la industria energética, los particulares requieren hacer uso de los más altos estándares nacionales e internacionales y de las mejores prácticas de la industria en las materias de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente para mejorar sus procesos y actividades, haciéndolas más seguras y eficientes, logrando minimizar la manifestación de incidentes y accidentes; además de complementar las acciones regulatorias plasmadas en los múltiples instrumentos normativos respectivos a las materias antes citadas.

6.- La Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente, forman una parte esencial del desarrollo de actividades de la industria energética, sin esos elementos, las actividades en ésta industria o en cualquier otra industria o sector productivo serían poco prósperas y representarían un grave riesgo para la población en general y para los ecosistemas donde éstas se desarrollen, lo cual agravaría la crisis ambiental, haciéndolas prácticamente inviables.

7.- Existe un evidente contraste entre la regulación y supervisión de actividades entre el sector hidrocarburos, respecto a los sectores eléctrico y de energías renovables, ya que en el primero una sola institución (ASEA), se encarga de regular, supervisar, inspeccionar y vigilar el desarrollo de actividades, así como de autorizar todos los trámites administrativos necesarios para que éstas puedan ser realizadas; en cambio, en los otros dos sectores pertenecientes a la industria energética, son dos instituciones las que se ven inmiscuidas en la regulación, supervisión y autorización de actividades, toda vez que la SEMARNAT regula y la PROFEPA supervisa. Tal situación en reiteradas ocasiones, genera que el cumplimiento normativo sea complejo para los sujetos obligados de los sectores eléctrico y de energías renovables, incluyendo esto la disparidad que se llega generar entre los instrumentos normativos y la práctica para llevarlos a cabo, debido a que la normatividad emitida por SEMARNAT tiende a estar desactualizada con los proyectos novedosos de energías renovables, reflejando una regulación insuficiente, dificultando a su vez ésta condición las funciones de supervisión, inspección y vigilancia que realiza la PROFEPA a los proyectos, procesos y actividades llevados a cabo en los sectores eléctrico y de energías renovables.

8.- El sector hidrocarburos es un claro ejemplo de las ventajas que da el tener a una única institución que regule y supervise el actuar de los sujetos obligados que lleven a cabo las actividades de dicho sector, así como de los participantes en general del mismo.

Ante ello, partiendo de una base preliminar, lo ideal para la industria energética, sería que el sector eléctrico y así como el sector de energías renovables siguieran el camino trazado por el sector hidrocarburos para que una sola institución regule,

supervise inspeccione y vigile las actividades derivadas de los sectores eléctrico y de energías renovables, incluyendo la gestión de trámites administrativos, como autorizaciones, permisos, registros de generadores de residuos, entre otros. Esto, bajo reserva de dar comienzo a una nueva investigación e iniciar un análisis particular, detallado y profundo de la misma, cuestión que amerita la formulación de sus respectivas hipótesis, estudio y conclusiones respecto a la naturaleza jurídica de esa nueva institución o modificación de una ya existente, su operación administrativa y presupuestal, determinar las ventajas y desventajas que tendría su funcionamiento, actividades regulatorias y de supervisión dentro de la industria energética, entre algunos otros aspectos técnicos y jurídicos.

9.- En aras de fortalecer la Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente en toda la industria energética, es necesario que estas materias estén a cargo de una sola institución. La opción más viable es brindarle mayores atribuciones legales a la ASEA para que regule, supervise, inspeccione y vigile el desarrollo de actividades y sus respectivos procesos, procedimientos o fases que integran a las mismas de los tres sectores que conforman a la industria energética. Dotando a la ASEA de un mayor estatus normativo, haciéndola un ente más complejo que ya cuenta con la *expertise* de regular las materias de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente del sector hidrocarburos, replicando su actuar en los sectores eléctrico y de energías renovables; convirtiéndola de esta manera en el tercer Órgano Regulador Coordinado en Materia Energética, al igual que lo es la CNH y la CRE, dejando atrás su condición actual de órgano administrativo desconcentrado de la SEMARNAT.

Lo anterior requiere realizar un análisis y estudio en una línea de investigación adicional, que permita manifestar los pros y contras de contar con la posibilidad de transitar administrativamente a un solo ente regulador en las materias de Seguridad Industrial y Operativa, así como de Protección al Medio Ambiente para los tres sectores que integran a la industria energética (hidrocarburos, eléctrico y energías renovables).

10.- La Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente permiten gestionar con éxito los proyectos pertenecientes a la industria energética, ya que, al determinar, implementar y seguir las estrategias, medidas y acciones de seguridad, se evitan la materialización de eventos adversos para la integridad y el bienestar de personas e instalaciones, a la par de coadyuvar con la preservación del medioambiente.

11.- El funcionamiento de las EPEs debe generar un valor económico que beneficie las finanzas del país, por lo anterior, se necesita eficientar la operación y participación de CFE dentro del mercado eléctrico, haciendo necesario que sus operaciones se enfoquen sólo en la transmisión y distribución de energía eléctrica, de esta manera se aprovecharía el estatus monopólico de estas actividades del sector eléctrico y aumentaría la rentabilidad de esa EPE. A su vez, resultaría idóneo constituir una nueva EPE cuyo objetivo sea la generación de energía limpia a través de subsidiarias, cada una enfocada a un tipo de energía renovable, creando un esquema similar al de las asignaciones otorgadas a PEMEX dentro del sector hidrocarburos, brindando con este esquema para el sector de las energías renovables, ventajas para esa nueva EPE, privilegiando la selección de las zonas con mayor potencial en favor de esa EPE para el desarrollo de energías renovables en el territorio nacional, permitiendo también la posibilidad de una participación conjunta con compañías privadas para el desarrollo de proyectos renovables.

12.- Fomentar la generación de proyectos donde se desarrollen las energías renovables, requiere la implementación de medidas estratégicas por parte del gobierno para tales efectos. Una de éstas puede ser la división del territorio mexicano de conformidad con el mejor tipo de energía renovable disponible en distintos sitios del territorio nacional, aprovechando así el mayor número de recursos naturales disponibles que permitan gestionar proyectos de energías renovables en el país, logrando además aminorar los estragos del cambio climático a nivel nacional, contribuyendo con los compromisos internacionales de los que México forma parte, respecto a la reducción de emisiones contaminantes y cambio

climático; aunado a preservar los ecosistemas del país, finalizando con una mejora ambiental, así como en el bienestar y la calidad de vida de los habitantes de México.

13.- La seguridad energética, la sostenibilidad ambiental y la equidad energética son elementos que van de la mano para generar las condiciones que permitan equilibrar el abasto energético, enfocándose en emplear más fuentes renovables en una sustitución paulatina y bien diseñada de las energías fósiles, sin que ello implique un desabasto en la oferta energética, misma que debe priorizar abarcar a la totalidad de la población, aún y cuando ésta viva en lugares de difícil acceso o desfavorables, permitiendo satisfacer las necesidades energéticas de todas las personas.

14.- Cobra una gran relevancia la estructura legal del sistema de pesos y contrapesos institucionales, es decir, la correlación e interacción entre instituciones gubernamentales de diversa naturaleza jurídica, en la regulación de las materias energéticas y ambientales. Esa concordancia entre instituciones garantiza que las actividades realizadas en la industria energética sean sustentables y efectuadas de forma segura, por consiguiente, **se sientan las bases para generar una protección a las personas, instalaciones y medio ambiente**. Lo anterior con la ayuda del cumplimiento regulatorio por parte de los particulares, y por conducto de las acciones de supervisión, inspección y vigilancia por parte de las autoridades competentes.

15.- Resulta indispensable evaluar de forma concisa y clara los impactos ambientales que generan el desarrollo de las actividades industriales o productivas que realiza el ser humano, en particular de las derivadas de los proyectos energéticos, esto, como consecuencia de la situación climática compleja que vivimos hoy en día. Para ello, el esquema regulatorio de evaluación del impacto ambiental debe ponderar la preservación y mejora del medio ambiente y los elementos que lo conforman, favoreciendo los proyectos que reflejen un aprovechamiento sustentable de recursos y generen las condiciones suficientes para proteger y preservar el entorno ambiental donde éstos se gestionen, *a contrario sensu* descartando por completo aquellos proyectos que sean opuestos a los

argumentos antes expuestos y por ende vayan en contra de la progresividad ambiental que se requiere en la actualidad durante el desenvolvimiento de las actividades industriales o productivas realizadas por el ser humano.

Asimismo, **los particulares que pretendan ejecutar proyectos energéticos, deben tener el compromiso de cumplir a cabalidad la normatividad energética y ambiental establecida por las autoridades competentes, incluso fijándose el objetivo de superar lo establecido en dicha normativa, haciendo más sustentables, seguros y eficientes sus procesos y actividades energéticas.**

16.- Es menester de los gobiernos a nivel federal, estatal y municipal, generar los mecanismos financieros necesarios para agilizar la transición energética en el país, además de incentivar tanto a personas físicas como morales a que adquieran tecnologías que hagan más sustentables sus actividades industriales o productivas además de las cotidianas, generando así un equilibrio entre el desenvolvimiento humano y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, lo cual va a permitir preservar el medio ambiente y propiciar el bienestar de los elementos biológicos que lo integran, incluyendo al ser humano.

GLOSARIO

- **Accidente:** Evento no deseado que ocasiona afectaciones al bienestar de las personas, a los equipos e instalaciones, a los sistemas y/o procesos operativos y al medio ambiente.
- **Aerogenerador:** Dispositivo electromecánico capaz de convertir en energía eléctrica la energía cinética del viento (energía eólica).
- **Álabe:** Es la paleta curva de una turbomáquina o máquina de fluido rotodinámica. Forma parte del rodete y, en su caso, también del difusor o del distribuidor.
- **Almacenamiento de Hidrocarburos:** Es la actividad en la que se realiza el depósito y resguardo de hidrocarburos, petrolíferos y petroquímicos en depósitos e instalaciones confinados que pueden ubicarse en la superficie, el mar o el subsuelo.
- **Análisis de Capas de Protección:** Es una metodología semi-cuantitativa que permite comparar de forma directa la contribución de las distintas capas de protección existentes a la reducción del nivel de riesgo del proceso. Constituye un análisis de las distintas capas de protección disponibles en un determinado proceso, evaluando el riesgo del mismo para los diversos escenarios y comparando los resultados con el riesgo admitido, definido previamente con base en los criterios de aceptabilidad de una institución o compañía.

- **Análisis de Modos de Falla, Efecto y Criticidad:** Es un método sistemático para evaluar e identificar dónde y cómo puede fallar un producto o proceso. Es un enfoque proactivo para evaluar el impacto de fallas potenciales e identificar los componentes dentro del proceso que más necesitan cambios.
- **Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos:** Es un documento que integra técnicas de análisis para la identificación de peligros, evaluación y análisis de riesgos de procesos, con el objetivo de determinar metodológica, sistemática y consistentemente los escenarios de riesgo generados por un proyecto y/o instalación, así como formular recomendaciones orientadas a la adopción de la existencia de dispositivos, sistemas de seguridad, salvaguardas, barreras apropiadas y suficientes para reducir la probabilidad y/o consecuencias de los escenarios de riesgo identificados.
- **Análisis de Riesgos y Operatividad:** Es una herramienta de evaluación sistemática utilizada para identificar y abordar los peligros y sus potenciales riesgos en los procesos industriales antes de que ocurra un incidente que pueda afectar la seguridad de las personas o los activos y, al mismo tiempo, obstaculizar la productividad. Los estudios HAZOP generalmente se realizan mientras se diseñan y construyen nuevas instalaciones, cuando se agregan nuevos procesos o cuando los procesos cambian.
- **Antropogénico o Antrópico:** Pertenece o relativo a lo que procede de los seres humanos que, en particular, tiene efectos sobre la naturaleza.
- **Bacterias Anaerobias:** Son microorganismos que son capaces de sobrevivir y multiplicarse en ambientes que no tienen oxígeno.
- **Benchmark:** Palabra inglesa que se utiliza comúnmente para designar comparativas de rendimiento, con el objetivo de comprobar qué iniciativas, estrategias, políticas o sistemas presentan un comportamiento más adecuado para un determinado fin.

- **Benchmarking:** Es la actividad de realizar un benchmark, aunque tiene un significado más amplio, pues es una tarea que no solo se limita a ejecutar una comparativa, sino que busca investigar, rastrear o incluso copiar los principios que sustentan el mejor comportamiento de uno de los elementos comparados sobre el resto.
- **Big Data:** Es un término que describe al conjunto de datos rápidos, complejos y de gran volumen que es difícil o imposible procesarlos con los métodos tradicionales; tanto estructurados como no estructurados, mismos que están presentes en los procesos y actividades diarias de múltiples industrias.
- **Biocenosis:** Es un conjunto de poblaciones biológicas que coexisten en espacio y tiempo. Estas especies se presentan en un espacio definido llamado biotopo, que ofrece las condiciones ambientales necesarias para su supervivencia.
- **Biofertilizantes:** Son fertilizantes orgánicos que proporcionan a las plantas los nutrientes necesarios para su desarrollo, al mismo tiempo mejoran la calidad del suelo y ayudan a conseguir un entorno microbiológico más óptimo y natural.
- **Biogás:** Es gas renovable compuesto principalmente por metano que se genera en medios naturales o en dispositivos específicos por las reacciones de biodegradación de la materia orgánica, mediante la acción de microorganismos y otros factores, en ausencia de oxígeno.
- **Bioseguridad:** Es el conjunto de principios, normas, protocolos, tecnologías y prácticas implementadas con el objeto de prevenir riesgos y evitar en la medida de lo posible afectaciones a la salud y al medio ambiente, provenientes de la exposición a agentes biológicos causantes de enfermedades infecciosas, tóxicas o alérgicas.

- Biotopo: En ecología, es un área de condiciones ambientales uniformes que provee espacio vital a un conjunto de flora y fauna. El biotopo es casi sinónimo del término hábitat con la diferencia de que hábitat se refiere a las especies o poblaciones mientras que biotopo se refiere a las comunidades biológicas.
- Centro de Carga: Instalaciones y equipos que, en un sitio determinado, permiten que un Usuario Final reciba el Suministro Eléctrico. Los Centros de Carga se determinarán en el punto de medición de la energía suministrada.
- Certificación: Es la confirmación por parte de las autoridades o de un tercero autorizado o aprobado por éstas, respecto al cumplimiento de los requisitos fijados en normas nacionales o internacionales, especificaciones industriales, reglas técnicas, entre otras. Está orientada a la evaluación del grado de cumplimiento de productos, servicios, procesos y actividades, de conformidad con lo estipulado para tales efectos en la normatividad aplicable.
- Circulación Termohalina: Es la circulación convectiva que afecta de modo global al conjunto de las masas de agua oceánicas.
- Comercialización de Electricidad: Es la actividad consistente en la compra y venta de energía eléctrica, misma que es llevada a cabo entre las diferentes modalidades de suministradores y usuarios.
- Comercialización de Hidrocarburos: Es la actividad de ofertar a usuarios o usuarios finales, en conjunto o por separado, la compraventa; la gestión o contratación de los servicios de transporte, almacenamiento o distribución de hidrocarburos, y la prestación o intermediación de servicios de valor agregado en beneficio de los usuarios o usuarios finales.

- Cut-in speed: Es la velocidad de arranque del viento para que comience a operar el aerogenerador, es el punto en el que la turbina eólica puede generar energía.
- Cut-out speed: Es la velocidad máxima del viento donde el aerogenerador alcanza su potencia más alta para producir energía utilizable.
- Decibelio o Decibel: Es la unidad que se utiliza para expresar la relación entre dos valores de presión sonora. Es una magnitud relativa que toma como referencia un valor normalizado de cero dB para el umbral de audición del ser humano.
- Decibelio o Decibel Ponderado: Es la unidad de nivel del ruido en la que se han filtrado las altas y bajas frecuencias, menos perceptibles para el oído humano que alcanza un máximo en las medias frecuencias. El motivo es ajustar esta unidad más adecuadamente a la percepción que tenemos del sonido. Esta unidad es útil porque refleja más fielmente nuestra percepción real del ruido.
- Digestato: Es el material que queda tras la digestión anaeróbica de una materia prima biodegradable. La digestión anaerobia produce dos productos principales: digestato y biogás. El digestato se produce tanto por acidogénesis como por metanogénesis y cada uno tiene características diferentes.
- Distribución de Electricidad: Es la actividad por medio de la cual se lleva la energía eléctrica desde las subestaciones de las centrales eléctricas hasta los hogares, industrias, comercios y oficinas de los usuarios finales, mediante las Redes Generales de Distribución.

- **Distribución de Hidrocarburos:** Es la actividad logística relacionada con la repartición, incluyendo el traslado, de un determinado volumen de gas natural o petrolíferos desde una ubicación determinada hacia uno o varios destinos previamente asignados, para su expendio al público o consumo final.
- **Downstream:** Tareas de comercialización (distribución y suministro), es decir expendio al público de productos derivados del petróleo y gas natural.
- **Ecología:** Es una disciplina de la biología que estudia las relaciones de los diferentes seres vivos entre sí, y con su entorno. Estudia cómo las interacciones entre los organismos y su ambiente afectan a propiedades como la distribución o la abundancia, entre otros aspectos.
- **Ecosistema:** Es un sistema biológico constituido por una comunidad de organismos vivos y el medio físico donde éstos se relacionan. Se trata de una unidad compuesta de organismos interdependientes que comparten el mismo hábitat.
- **Ecotecnias:** Son instrumentos desarrollados para aprovechar eficientemente los recursos naturales y materiales, permitiendo la elaboración de productos y servicios, así como el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y materiales diversos para la vida diaria.
- **Efecto Invernadero:** Es el fenómeno que, en condiciones normales, permite la vida del planeta Tierra tal y como la conocemos. Es el efecto por el cual el calor del sol que llega a la tierra no es rebotado de nuevo al espacio exterior en su totalidad y permanece en cierto porcentaje en el planeta Tierra, dando lugar a una temperatura ideal para que se dé la vida en el mismo. Al aumentar la proporción de gases de efecto invernadero por encima de las concentraciones normales, fruto de la actividad humana y del crecimiento industrial y social, el efecto invernadero natural terrestre se multiplica y

prolifera desproporcionadamente, dando lugar a un fenómeno perjudicial para las condiciones de vida de todos los seres vivos que habitan en la Tierra.

- **Electrolito:** Es cualquier sustancia que contiene en su composición iones libres, que hacen que se comporte como un conductor eléctrico.
- **Electrón:** Es una partícula con carga eléctrica negativa. Los electrones forman la corteza exterior “reactiva” de los átomos que interacciona con otros y forman los vínculos químicos que mantienen a las moléculas unidas. El flujo de electrones entre dos puntos genera corriente eléctrica.
- **Emisión de contaminantes:** Es la cantidad de contaminantes que emana a la atmósfera, procedentes tanto de fuentes naturales como antropogénicas en un período determinado desde un sitio en específico.
- **Empresa Productiva del Estado:** Son entes propiedad exclusiva del Gobierno Federal, dotadas de un marco jurídico propio. Creados para desarrollar y producir determinadas actividades en los sectores específicos para la economía nacional, con la finalidad de operar con eficiencia y transparencia para generar la mejor rentabilidad derivada de sus actividades para el Estado mexicano.
- **Empresas Productivas Subsidiarias:** Son Empresas Productivas del Estado, con personalidad jurídica y patrimonio propio. Pertenecen y están sujetas a la conducción, dirección, coordinación y control de una Empresa Productiva del Estado (CFE o Pemex).
- **Energías Fósiles:** Son aquellas fuentes de energía que provienen de la combustión de materiales y sustancias en estado sólido, líquido o gaseoso que contienen carbono y cuya formación ocurrió a través de procesos geológicos.

- Energías Limpias: Son aquellas fuentes de energía que, a través de sus sistemas de producción de energía, excluyen cualquier tipo de contaminación, principalmente por emisión de gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono (CO₂), causantes del cambio climático.
- Energías Renovables: Son las que se regeneran naturalmente, se obtienen a partir de fuentes naturales virtualmente inagotables, residen en fenómenos de la naturaleza, procesos o materiales susceptibles de ser transformados en energía aprovechable por el ser humano, por lo que se encuentran disponibles de forma continua o periódica. V. g.r. el viento, la radiación solar, el calor de los yacimientos geotérmicos, entre otras.
- Evento: Suceso relacionado a las acciones del ser humano, al uso y desempeño de equipo o materiales de trabajo, o a sucesos externos a las operaciones de trabajo en una industria o sector productivo; que puede provocar situaciones de emergencia y siniestros (incidentes y accidentes), vinculados con las actividades realizadas en esa industria o sector productivo.
- Expendio al público: Es la actividad en la que se genera la venta al menudeo directa al consumidor de gas natural o petrolíferos, entre otros combustibles, en instalaciones con fin específico o multimodales, incluyendo estaciones de servicio, de compresión y de carburación, entre otras.
- Exploración de Hidrocarburos: Es la actividad o conjunto de actividades que se valen de métodos directos, incluyendo la perforación de pozos, encaminadas a la identificación, descubrimiento y evaluación de hidrocarburos en el subsuelo, en un área definida.

- **Extracción de Hidrocarburos:** Es la actividad o conjunto de actividades destinadas a la producción de hidrocarburos, incluyendo la perforación de pozos de producción, la inyección y la estimulación de yacimientos, la recuperación mejorada, la recolección, el acondicionamiento y separación de hidrocarburos, la eliminación de agua y sedimentos, dentro de un área definida, así como la construcción, localización, operación, uso, abandono y desmantelamiento de instalaciones para la producción.
- **Factores abióticos:** Son los componentes químicos y físicos sin vida del medio ambiente que afectan a los organismos vivos y al funcionamiento de los ecosistemas. V. g.r. el agua, oxígeno, temperatura, luz solar, entre otros.
- **Factores bióticos:** Son todos los seres vivos que influyen en la forma de un ecosistema. Pueden referirse a la flora, funga, fauna, microorganismos de un lugar y sus interacciones.
- **Feed-in tariff:** Es un mecanismo financiero diseñado para acelerar la inversión en tecnologías de energía renovable al ofrecer beneficios económicos y estímulos fiscales para los generadores de este tipo de energía.
- **Framework:** Es un conjunto estandarizado de conceptos, prácticas y criterios para enfocar un tipo de problemática particular que sirve como referencia, para enfrentar y resolver nuevos problemas de índole similar.
- **Gas Licuado de Petróleo:** Aquél que es obtenido de los procesos de refinación del Petróleo y de las plantas procesadoras de Gas Natural, y está compuesto principalmente de gas butano y propano.
- **Gas Natural:** Es una mezcla de gases compuesta principalmente por metano, usualmente esta mezcla contiene etano, propano, butanos y pentanos. Asimismo, puede contener dióxido de carbono, nitrógeno y ácido sulfhídrico,

entre otros. Puede ser Gas Natural Asociado, Gas Natural No Asociado o gas asociado al carbón mineral. Se trata de un gas combustible que proviene de formaciones geológicas, por lo que constituye una fuente de energía no renovable.

- Gas Natural Asociado: Es el Gas Natural disuelto en el Petróleo de un yacimiento, bajo las condiciones de presión y de temperatura originales.
- Gas Natural Comprimido o Gas Natural Vehicular: Es un combustible para uso vehicular que, por ser económico y ambientalmente más limpio, es considerado una alternativa sustentable para la sustitución de combustibles líquidos.
- Gas Natural Licuado: Es gas natural que ha sido procesado para ser transportado en forma líquida. Se utiliza para monetizar reservas remotas y aisladas, donde no es económico llevar el gas al mercado directamente ya sea por gasoducto o por generación de electricidad.
- Gas Natural No Asociado: Es el Gas Natural que se encuentra en yacimientos que no contienen Petróleo a las condiciones de presión y temperatura originales.
- Gases de Efecto Invernadero: Son aquellos componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropógenos (resultantes de la actividad humana), que absorben y emiten radiación infrarroja, esta propiedad causa el efecto invernadero.
- Generación Eléctrica: Es la actividad en la que a través de un conjunto de procesos físicos y químicos se produce electricidad. Implica el transformar otras formas de energía disponibles en la naturaleza (energía química, cinética, térmica, eólica, lumínica, nuclear, entre otras) en energía eléctrica aprovechable.

- Gigavatio: Es una unidad de potencia que equivale a mil millones de vatios.
- Gradiente: En términos oceánicos, refiere a la diferencia de temperatura existente entre la superficie y las profundidades de los océanos. Este gradiente térmico de los océanos puede ser utilizado para generar energía.
- Hidrocarburos: Grupo de compuestos orgánicos que contienen principalmente carbono e hidrógeno. Generalmente se extraen del subsuelo en forma de petróleo (líquido), condensados y líquidos del gas natural (líquido por condensación), gas natural (gaseoso) e hidratos de metano (sólidos).
- Higiene Industrial: Es la disciplina preventiva que estudia las condiciones del medio ambiente de trabajo; identificando, evaluando y controlando los contaminantes de origen laboral.
- Ignifugación: Es una técnica de aplicación industrial mediante la cual se trata un material para mejorar su “comportamiento” frente al fuego. La técnica industrial de ignifugación permite disminuir considerablemente la inflamabilidad de diferentes materiales ante posibles incendios.
- Incidente: Evento no deseado que altera el funcionamiento normal de las instalaciones, del proceso o de la industria; acompañado o no de afectación al medio ambiente, a las instalaciones, a la población y/o al personal de trabajo.
- Indicador Clave de Desempeño: Serie de métricas que se utilizan para sintetizar la información sobre la eficacia y productividad de las acciones que se lleven a cabo durante el desarrollo de una actividad o proceso, con el fin de poder tomar decisiones a la postre y determinar aquellas que han sido más efectivas al momento de cumplir con los objetivos trazados para esa actividad o proceso.

- Índice Dow: Es un método de análisis para la evaluación objetiva paso a paso de la posibilidad real de un incendio, explosión y reactividad de equipos de proceso y su contenido en la industria química.
- Índice Mond: Es un método de análisis que utiliza el razonamiento deductivo y los diagramas gráficos, para determinar cómo puede ocurrir un evento particular no deseado.
- Inertización: Es un proceso que se emplea para mantener una capa de gas en el espacio de vapor de un recipiente estanco a la presión para almacenamiento de líquidos. La inertización por gas se usa para reducir emisiones, para eliminar el potencial de combustión, y/o evitar la contaminación del producto. Es un término técnico que significa "dejar quieto", "dejar inactivo".
- Inmisión de contaminantes: Es la concentración de contaminantes a nivel del suelo, constituyen actos de intromisión desde un foco emisor a otro vecino, la inmisión se puede presentar de diversas formas siendo las más conocidas: el humo, el calor, los olores, las vibraciones, los materiales particulados, los ruidos, la luz excesiva, entre otros.
- Investigación o Análisis Causa Raíz: Es el proceso de descubrir las causas que originan los problemas. Es un enfoque sistemático y científico para determinar la causa principal de un problema, y una vez que se conoce la causa del mismo, hace posible encontrar una solución verdaderamente eficaz, una que impida que el problema vuelva a ocurrir, en lugar de limitarse a tratar sus efectos actuales.
- Julio o Joule: Es la unidad derivada del Sistema Internacional utilizada para medir energía, trabajo y calor.

- **Kilovatio-hora:** Es la cantidad de energía que se gasta en una hora, asimismo, es la unidad de medida que se emplea en el sector energético para establecer el costo de nuestro consumo de energía.
- **Manómetro:** Es un instrumento de medición para la presión de fluidos contenidos en recipientes cerrados.
- **Materiales pétreos:** Son aquellos que provienen de una roca, una piedra o de un peñasco; habitualmente se encuentran en forma de bloques, losetas o fragmentos de distintos tamaños, principalmente en la naturaleza, aunque de igual modo existen otros que son procesados e industrializados por el ser humano.
- **Megavatio:** Es la unidad de potencia equivalente a un millón de vatios o mil kilovatios, producida por una central eléctrica que funciona continuamente durante una hora.
- **Midstream:** Tareas de refinación del petróleo y procesamiento del gas natural, transporte de hidrocarburos o petrolíferos, ya sea por ductos, ferrocarril, barcaza, buque-tanques, entre otros, y almacenamiento de hidrocarburos o petrolíferos.
- **Nafta de petróleo:** Es un compuesto líquido de hidrocarburos intermedios derivados de la refinación del petróleo crudo.
- **Peligro:** Es la fuente o situación potencial de daño que, por sus condiciones naturales, físicas o químicas, puede derivar en lesiones o efectos nocivos para la salud de las personas, daños a la propiedad, daños al entorno del lugar de trabajo, al medio ambiente o una combinación de éstos.
- **Petróleo:** Sustancia compuesta por una mezcla de carburos de hidrógeno que existe en fase líquida en los yacimientos y permanece así en condiciones

originales de presión y temperatura, puede incluir pequeñas cantidades de sustancias que no son carburos de hidrógeno. Se encuentra en estado natural en yacimientos subterráneos terrestres o marítimos; su refinación da productos de gran importancia industrial como la gasolina, el queroseno, el alquitrán, los disolventes, entre otros.

- Petrolíferos: Productos que se obtienen de la refinación del petróleo o del procesamiento del gas natural y que derivan directamente de hidrocarburos, tales como gasolinas, diésel, querosenos, combustóleo, gas licuado de petróleo, entre otros, distintos de los petroquímicos.
- Petroquímicos: Aquellos líquidos o gases que se obtienen del procesamiento del gas natural o de la refinación del petróleo y su transformación, que se utilizan habitualmente como materia prima en diferentes industrias.
- Procesamiento de Gas Natural: Separación del gas natural de otros gases o líquidos para su transformación o comercialización.
- Red Nacional de Transmisión: Sistema integrado por el conjunto de las redes eléctricas que se utilizan para transportar energía eléctrica a las Redes Generales de Distribución y al público en general, así como las interconexiones a los sistemas eléctricos extranjeros.
- Redes Generales de Distribución: Son las redes eléctricas que se utilizan para distribuir energía eléctrica al público en general.
- Refinación de Petróleo: Es la actividad que consiste en un conjunto de operaciones y procesos físico-químicos requeridos para separar y posteriormente transformar los distintos componentes que conforman el petróleo crudo, con el fin de obtener productos derivados del mismo con determinadas especificaciones, como la gasolina, diésel, turbosina, entre otros.

- Relé Eléctrico: Dispositivo electromagnético que se encarga de abrir y cerrar el paso de la corriente eléctrica y es accionado bajo este mismo tipo de energía.
- Repostaje: Es la acción de realizar el llenado de combustible a un vehículo, desde una bomba o surtidor de combustible.
- Riesgo: Es la probabilidad de ocurrencia de un evento indeseable medido en términos de sus consecuencias en las personas, instalaciones y medio ambiente. El riesgo es una medida de la magnitud de los daños frente a una situación peligrosa, se mide asumiendo una determinada vulnerabilidad frente a cada tipo de peligro.
- Rodete: Es un tipo de rotor situado dentro de una tubería o un conducto y encargado de impulsar un fluido. Generalmente se utiliza este término para referirse al elemento móvil de una bomba centrífuga, pero en ocasiones también se utiliza para referirse al elemento móvil de turbinas y ventiladores.
- Seguridad Industrial: Área multidisciplinaria que se encarga de identificar, reducir, evaluar, prevenir, mitigar, controlar y administrar los riesgos en actividades industriales o de sectores productivos, mediante un conjunto de normas que incluyen directrices técnicas sobre las instalaciones, y de las actividades relacionadas con aquéllas que tengan riesgos asociados, cuyo principal objetivo es preservar la integridad física de las personas, de las instalaciones, así como la protección al medio ambiente.
- Seguridad Operativa: Área multidisciplinaria que se encarga de la seguridad en los procesos contenidos en distintas fases de los proyectos durante el desarrollo de actividades industriales o de sectores productivos, incluyendo el análisis, evaluación, prevención, mitigación y control de los riesgos asociados de procesos, desde la fase de diseño, construcción, arranque y

puesta en operación, operación rutinaria, paros normales y de emergencia, mantenimiento preventivo y correctivo, entre otras. También incluye los procedimientos de operación y prácticas seguras, entrenamiento y desempeño, investigación y análisis de incidentes y accidentes, planes de respuesta a emergencias, auditorías, aseguramiento de calidad, pre-arraque, integridad mecánica y administración de cambios, entre otros.

- Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente: Es el conjunto integral de elementos interrelacionados y documentados cuyo propósito es la prevención, control y mejora del desempeño de una instalación o conjunto de ellas, en materia de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y de Protección al Medio Ambiente.
- Sistema Material: Es una porción de la materia confinada en una porción de espacio y tiempo, y que se ha seleccionado para su estudio. Se diferencia de un objeto físico en que este no tiene unos límites bien definidos, mientras los sistemas materiales presentan límites precisos.
- Suministro Eléctrico: Es el conjunto de productos y servicios requeridos para satisfacer la demanda y el consumo de energía eléctrica de los usuarios finales.
- Surtidor de combustible: Es una máquina de una gasolinera que se utiliza para poner la gasolina en coches. Al surtidor de combustible también se le conoce como bomba de gas o dispensador de la gasolina.
- Técnicas Operativas: Son aquellas que intentan evitar los incidentes y accidentes laborales, actuando sobre las causas principales o básicas de los mismos, mediante la aplicación de medidas correctoras que aislen o corrijan los nexos causales que los provocan, con el fin de eliminar su materialización o como mínimo, controlar sus consecuencias.

- Tecnologías de la información y la comunicación: Son todas aquellas herramientas y programas que tratan, administran, transmiten y comparten la información mediante soportes tecnológicos.
- Transmisión de Electricidad: Es la actividad de transportar electricidad a través de largas distancias, desde las plantas de generación de energía hasta las subestaciones de las centrales eléctricas, mediante la Red Nacional de Transmisión.
- Transporte de Hidrocarburos: Es la actividad de recibir, entregar y, en su caso, conducir hidrocarburos, petrolíferos y petroquímicos, de un lugar a otro por medio de ductos u otros medios, que no conlleva la enajenación o comercialización de dichos productos por parte de quien la realiza a través de ductos. Se excluye de esta definición la recolección y el desplazamiento de hidrocarburos dentro del perímetro de un área de exploración y extracción de hidrocarburos, así como de la actividad de distribución de éstos y sus derivados.
- Upstream: Tareas de búsqueda de potenciales yacimientos de petróleo y de gas natural, tanto en zonas terrestres como marítimas, la perforación de pozos exploratorios, y posteriormente la perforación y extracción de los pozos que llevan el petróleo o el gas natural hasta la superficie.
- Vatio o Watt: Es la unidad de medida de la potencia eléctrica en el Sistema Internacional de Unidades, que equivale a la producción de 1 julio o joule por segundo (1J/s). El Vatio o Watt mide la velocidad a la que puede transformarse la energía.
- Vertido de contaminantes: Es la emisión de contaminantes que se realiza directa o indirectamente a los distintos cuerpos agua (mares, ríos, lagunas, lagos, entre otros).

FUENTES DE INFORMACIÓN

BIBLIOGRAFÍA

1. Acot, Pascal, *Introducción a la ecología*, 3ª ed., trad. de Eva Grosser Lerner, México, Editorial Nueva Imagen, 1982, Serie Ecología y Sociedad a cargo de Vicente Sánchez.
2. Anglés Hernández Marisol y Palomino Guerrero Margarita (coords.), *Aportes sobre la configuración del derecho energético en México*, México, Instituto de Investigaciones Jurídicas-UNAM, 2019.
3. Aparicio Tovar Joaquín, *La seguridad social y la protección de la salud*, España, Civitas, 1989.
4. Asfahl, C. Ray, *Seguridad industrial y salud*, 4ª ed., trad. de Gabriel Sánchez García, México, Pearson Prentice-Hall, 2000.
5. Asfahl, C. Ray y W. Rieske, David, *Seguridad industrial y administración de la salud*, 6ª ed., trad. de Jaime Espinosa Limón, México, Pearson Prentice-Hall, 2010.
6. Baca U., Gabriel *et al.*, *Introducción a la ingeniería industrial*, 2ª ed., México, Grupo Editorial Patria, 2013.
7. Baquero Serrano, Carmen (coord.), *Manual básico de prevención de riesgos laborales*, España, Ediciones CEF, 2014.

8. Blair, Raymond N. y Wilson Whitston, C., *Elementos de ingeniería de sistemas industriales*, trad. de Adolfo di Marco, España, Editorial Prentice-Hall Internacional, 1973.
9. Bulla Romero, Jairo Enrique, *Derecho ambiental & estatuto sancionatorio*, Colombia, Ediciones Nueva Jurídica, 2012.
10. Camp C. Robert, Benchmarking. *La búsqueda de las mejores prácticas de la industria que conducen a un desempeño excelente*, México, Panorama Editorial, 1993.
11. Casal, Joaquim *et al.*, *Análisis del riesgo en instalaciones industriales*, Colombia, Alfaomega- Universitat Politècnica de Catalunya, 2001.
12. Clarke, George L., *Elementos de ecología*, 7ª ed., trad. de Miguel Fusté, España, Ediciones Omega, 1980.
13. Creus Solé, Antonio, *Energías renovables*, 2ª ed., Colombia, Ediciones de la U, 2014.
14. Delgado Piqueras, Francisco (dir.) y Gallego Córcoles, Isabel (coord.), *El derecho de las energías renovables y el regadío*, España, Editorial Aranzandi, 2018.
15. Díaz Velilla, Jorge Pablo, *Sistemas de energías renovables*, España, Ediciones Paraninfo, 2015.
16. Enríquez Palomino, Antonio *et al.*, *Seguridad industrial: Puesta en servicio, mantenimiento e inspección de equipos e instalaciones*, España, Fundación Confemetal, 2015.

17. Fernández Salgado, José Ma., *Tecnología de las energías renovables*, España, AMV ediciones, Mundi-Prensa, 2009.
18. Franco López, Jonathan *et. al.*, *Ecología y conservación. Laboratorio y campo*, México, Trillas, 2011.
19. Gallardo García Rosa M., *Protección jurídica de la vida y salud de los trabajadores Derecho Penal Derecho Administrativo Sancionador*, España, Editorial Comares, 2016, Colección Trabajo y Seguridad Social dirigida por José Luis Monereo Pérez.
20. García Ferrando, Manuel y Pardo Avellaneda, Rafael (Eds.), *Ecología, relaciones industriales y empresa*, 2ª ed., España, Fundación BBV, 1994.
21. Goestch, David L., *Administración de la seguridad total. Seguridad, salud y competitividad en el mercado mundial*, México, Prentice Hall, 1998.
22. González Garza Heberardo y Rodríguez Campos Ismael (coords.), *Los derechos humanos en el derecho del trabajo*, México, Porrúa, 2019.
23. Gore, Al, *Nuestra elección. Un plan para resolver la crisis climática*, trad. de Rafael Gonzáles del Solar, España, Editorial Gedisa, 2010.
24. Guixà Mora, Jaime *et al.*, *Prevención de riesgos laborales*, España, Universitat Politècnica de Catalunya-UPCGRAU, 2013.
25. Guixà Mora, Jaime, *Técnicas generales de análisis, evaluación y control de riesgo*, España, Universitat Politècnica de Catalunya-UPCGRAU, 2017.
26. Henao Robledo, Fernando, *Seguridad y salud en el trabajo: conceptos básicos*, 3ª ed., Colombia, Ecoe Ediciones, 2014.

27. Hicks, Philip E., *Ingeniería industrial y administración*, 2ª ed., trad. de José Manuel Salazar Palacios, México, Grupo Editorial Patria, 2009.
28. Janania Abrahan, Camilo, *Manual de seguridad e higiene industrial*, México, Limusa, 1989.
29. Lapedes, Daniel N., *Diccionario de términos científicos y técnicos*, España, McGraw-Hill Boixareu, 1981, vol. 4.
30. Leff Enrique (coord.), *Medio ambiente y desarrollo en México*, México, UNAM-Porrúa, 1990, Colección México: actualidad y perspectivas, vol. II.
31. Letayf Acar., Jorge y González González Carlos, *Seguridad, higiene y control ambiental*, México, McGraw-Hill, 1996.
32. Lorenzetti, Ricardo Luis, *Teoría del derecho ambiental*, México, Porrúa, 2008.
33. Margalef López, Ramón, *Teoría de los sistemas ecológicos*, 2ª ed., México, Alfaomega, 2002.
34. Márquez Rábago Sergio R. y Martínez Barreiro Julio Damián (coords.), *Derecho energético mexicano*, México, PorrúaPrint, 2021.
35. Moctezuma Navarro, David y Rosales Ayala, Héctor S., *La promoción ecológica en el campo mexicano. Una práctica a desarrollar*, México, UNAM, Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, 1992.
36. Moliner Díaz Rafael, *Guía Práctica para la prevención de riesgos laborales*, 4ª ed., España, Lex Nova, 2004.

37. Monereo Pérez José Luis (coord.), *Los servicios de prevención de riesgos laborales. Evolución y régimen jurídico*, España, Editorial Comares, 2009, Colección Trabajo y Seguridad Social dirigida por José Luis Monereo Pérez.
38. Montané de la Vega, Rodrigo, *Ecología y conservación ambiental*, México, Trillas, 2012.
39. Odum, Eugene P., *Ecología peligra la vida*, 2ª ed., trad. de Roberto Palacios, México, Interamericana McGraw-Hill, 1995.
40. Orozco García, Octavio Alberto *et al.*, *Seguridad integral en el trabajo: un enfoque psicosocial*, Colombia, Editorial Bonaventuriana, 2018.
41. Perales Benito, Tomás, *El universo de las energías renovables*, España, Marcombo, 2012.
42. Pérez Luño, Antonio Enrique, *Derechos Humanos, Estado de Derecho y Constitución*, 8ª ed., España, Editorial Tecnos, 2003.
43. Población García, Francisco Javier, *La gestión del riesgo en empresas industriales*, España, Delta Publicaciones-Grupo Vanchri, 2013.
44. Ramírez Cavassa, César, *Seguridad industrial*, México, Limusa, 1996.
45. Ramírez Malpica, Roberto, *Seguridad industrial*, México, Limusa, 1981.
46. Ricart, Joan, *Desafío ecológico: riesgos y soluciones para un planeta amenazado*, México, Agencia Promotora de Publicaciones, 2010, ts. I y II.
47. Rodellar Lisa Adolfo, *Seguridad e Higiene en el Trabajo*, Colombia, Alfaomega-marcombo, 2008.

48. Rodríguez Padilla, Víctor, *Seguridad energética. Análisis y evaluación del caso de México*, México, Naciones Unidas, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), División de Publicaciones y Servicios Web, 2018, Serie Estudios y Perspectivas, núm. 179.
49. Rubio Romero, Juan Carlos, *Métodos de evaluación de riesgos laborales*, España, Ediciones Díaz de Santos, 2004.
50. Ruíz Rodríguez Ignacio y Torollo González Francisco Javier (coords.), *Curso de prevención de riesgos laborales: España en el marco de la Unión Europea*, España, Editorial Dykinson, 1999.
51. Sarmiento Erazo, Juan Pablo y Collart Dutilleul, François (dirs.), *Estudios jurídicos sobre aprovechamiento sustentable de los recursos naturales: aproximación a alternativas jurídicas para la sostenibilidad y seguridad alimentaria*, Colombia, Editorial Universidad del Norte, 2019.
52. Schallenberg Rodríguez, Julieta C. et. al., *Energías renovables y eficiencia energética*, España, Instituto Tecnológico de Canarias, INTERREG IIIB, 2008.
53. Sevilla, María Luisa, *Temas ecológicos*, México, Consejo editorial del Instituto Politécnico Nacional, 1977.
54. Storch de Gracia, José M. a y García Martín, Tomás, *Seguridad industrial en plantas químicas y energéticas: Fundamentos, evaluación de riesgos y diseño*, España, Ediciones Díaz de Santos, 2008.
55. Toledano, José Carlos (coord.), *Energías renovables. Lo que hay que saber*, España, Ediciones Paraninfo, 2013.

56. Valls, Claudia, *Impacto ambiental*, Argentina, Editorial Ciudad Argentina, 2002.
57. Viñas Armada José María, *Formación básica en prevención de riesgos laborales*, 3ª ed., España, Lex Nova, 2009.
58. Zagal Arreguín, Héctor y del Castillo M., Enrique, *¿Qué es la ecología? Conservación ambiental, empresa y modernidad*, México, Editorial Minos, 1995, Colección Tiempo Nuevo, No. 7.
59. Zarkin Cortés, Sergio Salomón, *Derecho de protección al ambiente*, México, Editorial Porrúa, 2000.

CIBERGRAFÍA

1. file:///C:/Users/51zay/Desktop/FUENTES%20TESIS/REDUCCI%C3%93N%20DE%20CARBONO%20EN%20LA%20INDUSTRIA%20ENERG%C3%89TICA/Energy%20Security%20and%20beyond%20the%204%20A's.pdf
2. file:///C:/Users/51zay/Desktop/FUENTES%20TESIS/Seguridad%20Energ%C3%A9tica_An%C3%A1lisis%20y%20evaluaci%C3%B3n%20del%20caso%20de%20M%C3%A9xico.pdf
3. <http://asinom.stps.gob.mx:8145/Centro/CentroMarcoNormativo.aspx>
4. http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D4_R_PROFEPa02_03&IBIC_user=dgeia_mce&IBIC_pass=dgeia_mce
5. <http://disuegno.blogspot.com/2013/>

6. <http://gestionyseguridad.blogspot.com/2015/12/34-seguridad-operativa.html>
7. <http://munseg.com.mx/?p=12369>
8. <http://opaalcaraz.blogspot.com/2011/05/elementos-de-proteccion-personal.html>
9. <http://pelandintecno.blogspot.com/2013/03/aprovechando-las-mareas-energia.html>
10. <http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Documents/Conocimiento/Escenarios-de-riesgo-de-desastres-y-escenarios-de-cambio-climatico.pdf>
11. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2310-340X2022000100161
12. <http://www.economia.unam.mx/profesores/jzurita/eambientalw.pdf>
13. <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=2822>
14. <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=3163&ni=seguridad-para-el-trabajo-en-lineas-electricas>
15. <http://www.fmped.org.mx/general/%7BDFD83752-27E2-4180-576B-1A5A2571CB3D%7D.pdf>
16. <http://www.ingenieriadepetroleo.com/seguridad-almacenamiento-hidrocarburos-plataformas-plataformas-estaciones-servicios-flotantes/>
17. <http://www.laenergiadelcambio.com/energia-eolica-casas-electricidad-generacion/>

18. <http://www.oronegro.net/servicios-y-productos/transporte-por-ductos/>
19. <http://www.osinergmin.gob.pe/empresas/hidrocarburos/transporte>
20. <http://www.pellets madera.net/2012/03/tratamiento-de-la-biomasa.html>
21. <http://www.prevenciondocente.com/evaluacion.htm>
22. http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/542/1/mx.wap/la_auditoria_am
23. <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/57/A4.pdf?sequence=4>
24. <http://www.ri.pemex.com/files/content/Glosario%2020101221.pdf>
25. <https://aprende.com/blog/oficios/energia-eolica/energia-eolica-todo-lo-que-deberias-aprender-en-un-curso-de-instalacion>
26. <https://aprende.com/blog/oficios/energia-solar/medidas-de-seguridad-para-realizar-instalaciones-fotovoltaicas/>
27. <https://asana.com/es/resources/risk-matrix-template>
28. <https://biokima.com/todas-las-medidas-de-seguridad-que-tenemos-que-adoptar-con-nuestra-caldera/>
29. <https://biomassenergetic.com/es/asi-es-el-ciclo-de-la-biomasa/>
30. <https://blog.eclass.com/sostenibilidad-y-sustentabilidad-claves-para-entender-estos-conceptos>

31. <https://blog.es.logicalis.com/analytics/kpis-qu%C3%A9-son-para-qu%C3%A9-sirven-y-por-qu%C3%A9-y-c%C3%B3mo-utilizarlos>
32. [https://centrocompetencia.com/eficiencia/#:~:text=La%20eficiencia%20econ%C3%B3mica%20surge%20cuando,menor%20\(OCDE%2C%201993\).](https://centrocompetencia.com/eficiencia/#:~:text=La%20eficiencia%20econ%C3%B3mica%20surge%20cuando,menor%20(OCDE%2C%201993).)
33. <https://ceseconsultores.com/codigo-electrico-nacional/#:~:text=El%20NFPA%2070%20C%C3%B3digo%20El%C3%A9ctrico%20Nacional%20es%20un%20c%C3%B3digo%20de,seguridad%20de%20la%20corriente%20el%C3%A9ctrica.>
34. <https://ciergalapagos.wordpress.com/renovables/energia-mareomotriz/>
35. <https://climate.selectra.com/es/que-es/energias-renovables>
36. <https://coespo.campeche.gob.mx/19-transparencia/obligaciones-especificas/123-las-disposiciones-administrativas-directamente-o-a-traves-de-la-autoridad-competente-con-el-plazo-de-anticipacion-que-prevean-las-disposiciones-aplicables-al-sujeto-obligado-de-que-se-trate>
37. <https://como-funciona.co/el-sistema-fotovoltaico/>
38. <https://conceptoabc.com/energia-mareomotriz/>
39. <https://consultingmj.wordpress.com/2016/08/23/que-es-y-como-funciona-la-geotermia/>
40. <https://consultoria-just-in-time.ueniweb.com/publicaciones-y-aportes/los-analisis-de-riesgos-en-el-sector-hidrocarburos-una-mirada-integral>
41. <https://cop25.mma.gob.cl/que-es-la-cop/>

42. <https://desarrollosustentable.win/sustentabilidad-energetica/>
43. <https://diarioelsalvador.com/lageo-continua-con-el-mantenimiento-de-pozos-geotermicos/100333/>
44. <https://dle.rae.es/seguridad>
45. <https://economipedia.com/definiciones/eficiencia-economica.html>
46. https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/opinions_layman/es/camp-os-electromagneticos/glosario/def/frecuencia.htm#:~:text=Frecuencia%20es%20la%20medida%20del,repite%20la%20onda%20por%20segundo.
47. <https://elconsejosalvador.com/contrato/que-es-un-estandar-en-seguridad.html>
48. <https://eleconomista.com.ar/economia/enel-va-pais-pone-venta-edesur-todos-sus-activos-argentina-n57775>
49. <https://elestimulo.com/elinteres/energia/2018-07-11/la-produccion-de-pdvsa-sigue-en-picada-134-millones-de-barriles-diaros/>
50. <https://energiaadebate.com/electricidad-podria-el-esquema-feed-in-tariff-ser-util-en-el-subsidio-electrico/>
51. <https://energiaadebate.com/energia-limpia-energia-geotermica-con-potencial-en-mexico/>
52. <https://energiaadebate.com/los-organos-reguladores-en-el-sector-energetico-de-mexico/>

53. <https://energialab.tec.mx/es/la-sustentabilidad-energetica-mas-cerca-que-nunca>
54. <https://energialimpiaweb.wordpress.com/2017/05/22/energia-mareomotriz/>
55. <https://energyandcommerce.com.mx/algunas-estrategias-para-el-sector-de-exploracion-y-extraccion-de-hidrocarburos/>
56. <https://entolux.com/page.php?id=63>
57. <https://envira.es/es/que-es-y-que-regula-sistema-ohsas/>
58. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/9445/1/MemoriaEIA09.pdf>
59. <https://espaivertical.com/servicios/mantenimiento-de-turbinas-eolicas/>
60. <https://es.dreamstime.com/stock-de-ilustraci%C3%B3n-energ%C3%ADa-infographic-isom%C3%A9trico-image62361399>
61. <https://es.khanacademy.org/math/probability/probability-geometry/probability-basics/a/probability-the-basics#:~:text=La%20probabilidad%20es%20simplemente%20qu%C3%A9,probabilidad%20se%20le%20llama%20estad%C3%ADstica.>
62. <https://es.linkedin.com/pulse/en-transporte-de-combustibles-la-regla-es-prevenci%C3%B3n-invertrac-s-a->
63. <https://es.linkedin.com/pulse/la-autorregulaci%C3%B3n-y-certificaci%C3%B3n-ambiental-en-jos%C3%A9-j-amaya-el%C3%ADas>
64. <https://es.linkedin.com/pulse/peligros-riesgos-e-incidentes-laborales-por-qu%C3%A9-tanta-pinto-ariza>

65. <https://es.slideshare.net/Mily29/funcionamiento-de-una-central-hidroelctrica>
66. <https://euca.es/seguridad-trabajo/normas-seguridad-estaciones-de-servicio/>
67. <https://expansion.mx/economia/2023/01/12/impuestos-verdes-en-mexico-que-son>
68. <https://expansion.mx/empresas/2023/02/07/dos-caras-energias-renovables-mas-discurso-menos-generacion>
69. <https://e3c.mx/2022/07/15/analisis-de-riesgo-del-sector-hidrocarburos-arsh-agenda-ambiental-julio-2022/>
70. <https://e-management.mx/2012/04/18/seguridad-en-instalaciones-electricas/>
71. <https://e-management.mx/2013/12/19/seguridad-para-lineas-electricas-de-media-tension-aereas-y-subterranas/#:~:text=El%20trabajador%20debe%20usar%20el,adecuada%20para%20evitar%20cualquier%20incidente.>
72. https://fenamm.org.mx/site/index.php?option=com_content&view=article&id=2674:2-500-mdp-para-municipios-petroleros-en-2016&catid=2:uncategorised.
73. <https://fuentesdeenergiact.wordpress.com/fuentes-de-energia-renovables/hidraulica/constitucion-de-una-central-electrica/>
74. <https://gem-report-2016.unesco.org/es/chapter/el-planeta-la-sostenibilidad-ambiental/>
75. <https://geologiaweb.com/recursos-naturales/usos-energias-renovables/>

76. <https://gestion.pe/economia/empresas/tgp-inicio-reparacion-ducto-transporte-liquidos-gas-natural-144775-noticia/>
77. <https://icaen.gencat.cat/es/energia/renovables/geotermica/tipus/>
78. <https://insaproma.com/mecanismos-financieros-ambientales-como-solucion-al-cambio-climatico/>
79. <https://intertecsolar.mx/blog-solar/f/%C2%BFcomo-funciona-un-sistema-fotovoltaico-interconectado-a-cfe?blogcategory=CFE>
80. <https://inte.pucp.edu.pe/noticias-y-eventos/noticias/el-principio-de-responsabilidades-comunes-pero-diferenciadas-analisis-economico-y-de-reparacion-ambiental-en-la-implementacion-del-acuerdo-de-paris/>
81. <https://isotools.org/2018/10/30/aspectos-fundamentales-sostenibilidad-ambiental/>
82. <https://kainos.es/medidas-seguridad-turbinas-energia-eolica/>
83. <https://las-energias.webnode.com.co/energia-hidroelectrica/>
84. <https://medioambiente.nexos.com.mx/seguridad-o-soberania-energetica/>
85. <https://mexicoenergyllc.com.mx/es/blogs/mexico-energy-insights/keys-to-success-for-wind-energy-in-mexico>
86. <https://minas.medellin.unal.edu.co/noticias/facultad/606-energia-de-gradiente-salino-una-solucion-ecologica>
87. <https://modaimpactopositivo.com/2020/08/25/que-es-la-sostenibilidad-ambiental/>

88. <https://nrgibroker.com/los-riesgos-en-el-sector-hidrocarburos/>
89. <https://nrgibroker.com/seguridad-industrial-y-seguridad-operativa-en-el-sector-hidrocarburos/#:~:text=Por%20seguridad%20operativa%2C%20se%20entiede,paros%20de%20emergencia%20y%20mantenimiento.>
90. <https://nrgibroker.com/seguro-de-energia/>
91. <https://oab.ambientebogota.gov.co/que-es-el-principio-de-precaucion/>
92. <https://ovacen.com/energia-marina/>
93. <https://ovacen.com/energias-renovables/mareomotriz/>
94. <https://ovacen.com/energias-renovables/undimotriz-olamotriz/>
95. <https://paot.guanajuato.gob.mx/autorregulacion-ambiental/>
96. <https://petroquimex.com/h2s-en-la-industria-petrolera/>
97. <https://poetasfamososdenicaragua.wordpress.com/los-volcanes-y-la-energia-geotermica/>
98. <https://posipedia.com.co/wp-content/uploads/2018/09/modelo-guia-elaboracion-estandares-seguridad.pdf>
99. <https://prevencion.umh.es/files/2011/10/reduccion-de-riesgos-al-nivel-mas-bajo-posible-durante-el-diseno.pdf>
100. https://protejete.wordpress.com/gdr_principal/control_riesgo/

101. <https://proyectoscyg.com/medidas-de-seguridad-para-trabajar-con-electricidad/>
102. <https://public.wmo.int/es/media/comunicados-de-prensa/el-cambio-clim%C3%A1tico-pone-en-riesgo-la-seguridad-energ%C3%A9tica>
103. <https://responsabilidadsocial.net/medio-ambiente-que-es-definicion-caracteristicas-cuidado-y-carteles/>
104. <https://revistas.flacsoandes.edu.ec/letrasverdes/article/view/3663/2568#:~:text=El%20principio%20de%20las%20responsabilidades,o%20en%20v%C3%ADas%20de%20desarrollo.>
105. <https://safetyculture.com/es/temas/auditoria-ambiental/>
106. <https://safetyculture.com/es/temas/riesgos-electricos-y-seguridad-electrica/>
107. <https://safetyculture.com/es/temas/seguridad-energetica/>
108. <https://saludlaboralydiscapacidad.org/disciplinas-preventivas/higiene-industrial/>
109. <https://serprogas.com.gt/normas-en-las-estaciones-de-servicio/>
110. <https://serteces.com/medidas-de-prevencion-en-el-manejo-de-hidrocarburos/>
111. <https://sites.google.com/site/luisamayateacher/generacion---distribucion-energia-electrica>
112. <https://sma.gob.mx/energia-biomasa/>

113. <https://solar-energia.net/>
114. <https://solinc.com.mx/blog/como-funcionan-los-paneles-solares/>
115. <https://spiegato.com/es/que-es-un-mecanismo-financiero>
116. <https://spiningenieros.com/claves-y-beneficios-de-una-auditoria-ambiental/>
117. https://st4.depositphotos.com/7341970/25030/v/450/depositphotos_250308134-stock-illustration-oil-gas-production-distribution-chain.jpg
118. <https://subvenciones.info/ayudas/que-caracteristicas-tiene-la-energia-geotermica/>
119. <https://surtidores.com.ar/capacitacion-riesgos-por-manipulacion-de-hidrocarburos/>
120. <https://todorehabilitacion.com/geotermia-que-es-problemas-desventajas/#:~:text=La%20energ%C3%ADa%20geot%C3%A9rmica%20puede%20afectar,aprovechamiento%20de%20los%20fluidos%20geot%C3%A9rmicos.>
121. <https://twitter.com/WECouncil/status/502120458595348481/photo/1>
122. <https://unfccc.int/es/acerca-de-las-ndc/el-acuerdo-de-paris#:~:text=El%20Acuerdo%20de%20Par%C3%ADs%20es,4%20de%20noviembre%20de%202016.>
123. https://unfccc.int/es/kyoto_protocol
124. <https://unfccc.int/es/process-and-meetings/que-es-la-convencion-marco-de-las-naciones-unidas-sobre-el-cambio-climatico>

125. <https://view.genial.ly/6081add0442f630d2d96dc5d/interactive-content-franja-de-servidumbre-lats>
126. <https://wecpanama.org/acerca/trilema-energetico/#:~:text=El%20C3%8Dndice%20Trilema%2C%20proporciona%20una,trilema%20energ%C3%A9tico%20en%20su%20pa%C3%ADs.>
127. <https://wiggot.com/archivos/que-son-las-ecotecnias-y-cuales-son-sus-beneficios/>
128. <https://worldjusticeproject.mx/el-estado-de-derecho-como-defensa-para-el-medioambiente/>
129. <https://1library.co/document/zg9964vq-descarga-de-combustibles.html>
130. https://www.acciona.com/es/energias-renovables/energia-solar/?_adin=02021864894
131. <https://www.ancap.com.uy/1855/1/procesos-de-la-refineria.html>
132. <https://www.apc-industries.com/limpieza-lavado-de-tanques.html>
133. <https://www.areatecnologia.com/electricidad/energia-mareomotriz.html>
134. <https://www.astrum.com.mx/esp/sectores/electricidad/seguridad-f%C3%ADsica-integral-para-el-sector-energ%C3%A9tico/>
135. https://www.aulatecnologia.com/BACHILLERATO/1_bg/APUNTES/ALTERNATIVAS/mareomotriz/origenmarino.htm

136. <https://www.avetta.com/es/blog/la-norma-ohsas-18001-frente-la-norma-iso-45001>
137. <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2019/06/12/promoting-gender-equality-in-the-geothermal-sector>
138. <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/asi-funciona-una-central-mareomotriz-y-genera-energia/>
139. <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/cual-es-la-diferencia-entre-sustentabilidad-y-sostenibilidad/>
140. <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/descubre-que-es-la-energia-hidraulica-y-como-se-genera/>
141. <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-el-biogas-como-se-obtiene-y-para-que-se-utiliza/>
142. <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-el-medioambiente-y-por-que-es-clave-para-la-vida/>
143. <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-la-sostenibilidad-ambiental-y-que-responsabilidad-tienen-las-empresas/>
144. <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-tipos-de-energias-renovables-existen-y-que-papel-juegan/>
145. <https://www.becas-santander.com/es/blog/energias-verdes.html>
146. <https://www.bender-latinamerica.com/soluciones/generacion-de-energia/central-electrica>

147. <https://www.casasoleil.it/geotermico/>
148. <https://www.celec.gob.ec/gensur/index.php/230-hidronacion-realiza-mantenimiento-de-la-unidad-2-y-3-de-la-central-marcel-laniado-de-wind>
149. <https://www.celec.gob.ec/transelectric/index.php/18-institucional/contenido-documentos/153-2018-10-05-13-19-54>
150. https://www.centralamericadata.com/es/article/home/Cmo_mitigar_los_riesgos_de_la_energa_geotrmica
151. <https://www.centronaval.org.ar/boletin/BCN847/847-GIANOLA-OTAMENDI.pdf>
152. <https://www.ceroaccidentes.pe/seguridad-y-salud-en-el-trabajo-que-entender-por-estandares-de-trabajo/>
153. <https://www.ceupe.com/blog/que-es-el-derecho-ambiental.html>
154. <https://www.cienciasambientales.org.es/index.php/ique-es-la-pobreza-energetica#:~:text=Por%20otro%20lado%2C%20tambi%C3%A9n%20se,hogares%20con%20diferente%20poder%20adquisitivo>
155. <https://www.cinconoticias.com/sostenibilidad-energetica/>
156. <https://www.cocktelera.com.mx/si-te-robas-la-luz-en-2021-la-cfe-ira-por-ti/>
157. <https://www.cotratsac.pe/unidades-de-negocio/transporte-de-hidrocarburos/>

158. <https://www.definiciones-de.com/Definicion/de/periodicidad.php>
159. <https://www.dexma.com/es/blog-es/biomasa-como-fuente-de-energia-eficiente/>
160. <https://www.dsn.gob.es/es/sistema-seguridad-nacional/qu%C3%A9-es-seguridad-nacional/%C3%A1mbitos-seguridad-nacional/seguridad-energ%C3%A9tica>
161. https://www.ecoticias.com/sostenibilidad/132018_sostenibilidad-ambiental
162. https://www.editores-srl.com.ar/revistas/ie/305/apse_marco_normativo_fichas_tomacorrientes
163. <https://www.eersa.com.ec/site/2019/01/24/mantenimientos-en-centrales-hidroelectricas-de-la-eersa-aseguran-su-operacion/>
164. <https://www.endesa.com/es/la-cara-e/centrales-electricas/energia-biomasa>
165. <https://www.endesa.com/es/la-cara-e/energias-renovables/energia-hidraulica>
166. <https://www.endetransmision.bo/2021/10/21/derecho-de-via-y-distancias-electricas-de-seguridad-en-lineas-electricas-de-alta-tension/>
167. <https://www.enel.pe/es/sostenibilidad/que-es-la-energia-eolica-y-como-funciona.html>
168. <https://www.energy.gov/eere/equidad-energetica-y-justicia-ambiental#:~:text=La%20Equidad%20Energ%C3%A9tica%20reconoce%20>

que, viviendas%20y%20transporte%20energ%C3%A9ticamente%20eficientes.

169. <https://www.enlight.mx/blog/conoce-los-esquemas-de-interconexion-que-existen-en-mexico>
170. <https://www.espaciohonduras.net/instalaciones-residenciales/instalaciones-electricas-residenciales-introduccion>
171. <https://www.estimulosfiscales.hacienda.gob.mx/#:~:text=Son%20aquellos%20que%20se%20autorizan,su%20impuesto%20sobre%20la%20renta>.
172. <https://www.factorenergia.com/es/blog/autoconsumo/energia-solar/>
173. <https://www.factorenergia.com/es/blog/eficiencia-energetica/energia-eolica/>
174. <https://www.factorenergia.com/es/blog/eficiencia-energetica/energia-geotermica/>
175. <https://www.factorenergia.com/es/blog/eficiencia-energetica/energia-mareomotriz/>
176. <https://www.factorenergia.com/es/blog/eficiencia-energetica/energia-renovable-hidraulica/>
177. <https://www.factorenergia.com/es/blog/eficiencia-energetica/energias-alternativas-biomasa-biogas/>
178. <https://www.factorenergia.com/es/blog/noticias/energias-renovables-caracteristicas-tipos-nuevos-retos/>

179. <https://www.forbes.com.mx/el-precio-del-gas-lp-subio-4-3-durante-noviembre/>
180. <https://www.foronuclear.org/descubre-la-energia-nuclear/preguntas-y-respuestas/sobre-proteccion-radiologica-y-radiacion/que-medidas-se-toman-para-garantizar-la-seguridad-de-una-central-nuclear/>
181. <https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educa/recursos/centrales-renovables/central-de-biomasa>
182. <https://www.fundacionwiese.org/blog/es/que-es-la-sostenibilidad-ambiental-y-como-impacta-en-nuestras-vidas/>
183. [https://www.fundibeq.org/informacion/infoiso/que-es-iso#:~:text=ISO%20\(Internacional%20Organization%20for%20Standardization,elaboraci%C3%B3n%20de%20normas%20t%C3%A9cnicas%20internacionales.](https://www.fundibeq.org/informacion/infoiso/que-es-iso#:~:text=ISO%20(Internacional%20Organization%20for%20Standardization,elaboraci%C3%B3n%20de%20normas%20t%C3%A9cnicas%20internacionales.)
184. <https://www.globalsuitesolutions.com/es/que-son-normas-iso/>
185. <https://www.gob.mx/asea/articulos/que-es-asea-y-que-regula?idiom=es>
186. <https://www.gob.mx/cre/articulos/preguntas-frecuentes-sobre-el-codigo-de-red>
187. <https://www.gob.mx/ineel/prensa/evaluacion-analisis-y-gestion-de-riesgos-en-centrales-hidroelectricas>
188. <https://www.gob.mx/profeco/articulos/biofertilizantes?idiom=es>

189. <https://www.gob.mx/profepa/acciones-y-programas/programa-nacional-de-auditoria-ambiental-56432#:~:text=La%20auditor%C3%ADa%20ambiental%20es%20un,pr%C3%A1cticas%20de%20operaci%C3%B3n%20e%20ingenier%C3%ADa.>
190. [https://www.gob.mx/salud/en/documentos/normas-oficiales-mexicanas-9705#:~:text=August%2020%2C%202015-,Las%20Normas%20Oficiales%20Mexicanas%20\(NOM\)%20son%20regulaciones%20t%C3%A1cticas%20de%20observancia,las%20personas%20o%20da%C3%B1ar%20la](https://www.gob.mx/salud/en/documentos/normas-oficiales-mexicanas-9705#:~:text=August%2020%2C%202015-,Las%20Normas%20Oficiales%20Mexicanas%20(NOM)%20son%20regulaciones%20t%C3%A1cticas%20de%20observancia,las%20personas%20o%20da%C3%B1ar%20la)
191. <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/definicion-y-objetivo-de-la-evaluacion-del-impacto-ambiental>
192. <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/que-es-la-energia-de-biomasa?idiom=es>
193. <https://www.gob.mx/semarnat/es/articulos/dia-mundial-de-la-ecologia-286942?idiom=es>
194. <https://www.greenpeace.org/mexico/blog/8519/energias-limpias-y-renovables-son-lo-mismo/>
195. <https://www.grupoacms.com/consultora/sostenibilidad-ambiental>
196. <https://www.gruposaes.cl/sustentabilidad/energia-sustentable/net-billing/#:~:text=El%20Net%20Billing%20o%20facturaci%C3%B3n,recibir%20un%20pago%20por%20ello.>
197. https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam_files/aplicacion-de-mecanismos-economicos-y-financieros.pdf

198. <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/energias-limpias>
199. <https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/1562a259-a91c-4aea-8126-927b966224d9/0000199659ESes%2BGeothermal%2BPower%2BGeneration.pdf?MOD=AJPERES&CVID=nPtgPH1>
200. <https://www.iisd.org/learning/eia/es/eia-essentials/what-why-when/>
201. <https://www.immpc.org.mx/que-son-mejores-practicas>
202. <https://www.induambiente.com/especial/energia/viento-seguro>
203. <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/ct-menu-item-27/17-ciencia-hoy/948-energia-del-oceano-como-alternativa>
204. <https://www.inesem.es/revistadigital/gestion-integrada/seguridad-en-el-trabajo-tecnicas-operativas/>
205. <https://www.interempresas.net/Quimica/Articulos/60607-La-biomasa-y-la-proteccion-contras-explosiones-en-instalaciones-ATEX.html>
206. <https://www.isotools.org/2018/07/26/norma-iso-45001-diferencias-entre-peligros-y-riesgos/#:~:text=Seg%C3%BAAn%20la%20norma%20ISO%2045001%2C%20un%20peligro%20es%20una%20fuente,o%20una%20combinaci%C3%B3n%20de%20estos.>
207. <https://www.jonesday.com/es/insights/2017/05/mxico-adopta-disposiciones-de-seguridad-industrial-y-proteccion-al-medio-ambiente-para-ductos-de-hidrocarburos>

208. <https://www.lenergygroup.com/tag/consultores-energeticos/>
209. <https://www.managementsolutions.com/sites/default/files/publicaciones/esp/Riesgo-Operacional-Energia.pdf>
210. <https://www.mcecleanenergy.org/es/energy-equity/>
211. <https://www.nacion.com/opinion/foros/la-autorregulacion-ambiental/WDLGQT22NRCJRDR5465EBEPRLU/story/>
212. <https://www.na-sa.com.ar/es/centrales-nucleares/embalse>
213. <https://www.oecd.org/gov/regulatory-policy/48658862.pdf>
214. <https://www.orben.com/las-mejores-practicas-como-generadoras-de-valor-en-tu-empresa/>
215. https://www.osha.gov/sites/default/files/2018-12/fy10_sh-21009-10_Cuaderno_del_Participante.pdf
216. <https://www.otovo.es/blog/energia/energias-limpias-verdes/>
217. <https://www.portafolio.co/economia/norma-busca-ajustar-mezcla-de-etanol-y-biodiesel-al-10-560226>
218. <https://www.prefire.es/hub/2013/07/proteccion-contra-incendios-en-plantas-de-biomasa/>
219. <https://www.prevencionintegral.com/canal-orp/papers/orp-2015/manejo-seguro-gas-l-p-prioridad-en-empresas#:~:text=Principios%20de%20seguridad%20en%20el%20manejo>

%20del%20gas%20L.%20P.&text=%C2%B7%20Verifique%20que%20los%
20cilindros%20se,al%20almacenamiento%20de%20Gas%20L.P.

220. <https://www.publico.es/sociedad/objetivo-aprovechar-toneladas-residuos-agricolas-producir-energia.html>
221. <https://www.pymesycalidad20.com/mejores-practicas-diferencia.html#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20son%20las%20mejores%20pr%C3%A1cticas,Mejor%C2%BB%20por%20otras%20organizaciones%20similares.>
222. <https://www.quironprevencion.com/blogs/es/prevenidos/atmosferas-explosivas-gasolineras-dos-viejos-conocidos>
223. <https://www.quironprevencion.com/blogs/es/prevenidos/riesgos-electricos-trabajo-medidas-preventivas>
224. <https://www.realinstitutoelcano.org/analisis/ciberseguridad-y-seguridad-integral-en-el-sector-energetico/>
225. <https://www.redalyc.org/pdf/674/67451351012.pdf>
226. <https://www.redalyc.org/pdf/816/81640855012.pdf>
227. <https://www.rehau.com/es-es/que-es-la-geotermia>
228. https://www.researchgate.net/publication/327971063_Metodos_Preventivos_para_un_funcionamiento_Seguro_y_Eficaz_en_las_Centrales_Hidroelectricas
229. <https://www.revistaseguridadminera.com/operaciones-mineras/riesgos-alta-tension/>

230. <https://www.ric.mx/cultura/eficiencia-energetica/importancia-codigo-de-red-en-el-sistema-electrico-nacional/>
231. <https://www.salinastriallaw.com/es/blog/medidas-seguridad-campos-petroleros-texas/>
232. [https://www.sat.gob.mx/consulta/03213/estimulo-fiscal-a-la-investigacion-y-desarrollo-de-tecnologia-\(efidt\)#](https://www.sat.gob.mx/consulta/03213/estimulo-fiscal-a-la-investigacion-y-desarrollo-de-tecnologia-(efidt)#)
233. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-10792013000200001
234. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-78902021000600054
235. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421514004960>
236. <https://www.sectorelectricidad.com/4148/las-5-reglas-de-oro-del-mantenimiento-electrico/>
237. <https://www.sectorelectricidad.com/15250/video-instalacion-del-transformador-monofasico-de-distribucion/>
238. <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/programas/programa/cosecha-de-lluvia>
239. <https://www.semana.com/contenidos-editoriales/la-nueva-era-de-las-renovables/articulo/la-empresa-epm-comprometida-en-reducir-las-emisiones-de-co2/564837/>

240. <https://www.sepresst.com.mx/2019/09/28/peligro-y-riesgo-diferencia-y-relacion/>
241. <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/seguridad-en-sistemas-de-energia-solar-fotovoltaica/>
242. <https://www.swagelok.com/es/blog/refinery-safety-depends-on-educated-employees>
243. <https://www.tableau.com/es-es/learn/articles/what-is-a-benchmark>
244. <https://www.uchile.cl/noticias/139320/equidad-y-calidad-energetica-un-desafio-pendiente-en-chile>
245. <https://www.un.org/es/climatechange/what-is-renewable-energy#:~:text=Las%20energ%C3%ADas%20renovables%20son%20un,es,tas%20fuentes%20se%20renuevan%20continuamente.>
246. <https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/riodeclaration.htm>
247. <https://www.uv.mx/coatza/cires/main/keeseolica/>
248. <https://www.uv.mx/veracruz/microna/files/2021/08/ART02-V4N1.pdf>
249. <https://www.worldenergytrade.com/oil-gas/general/descubre-como-la-tecnologia-esta-haciendo-mas-segura-la-industria-del-petroleo-y-gas>
250. <https://www.worldenergy.org/PUBLICATIONS/entry/world-energy-trilemma-index-2020>
251. https://www.wwf.org.mx/que_hacemos/cambio_climatico_y_energia/wwf_mexirec2017/equidad_energetica/

LEGISLACIÓN

1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, 2023, México.
2. Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en Materia de Energía, 2023, México.
3. Disposiciones administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para la conformación, implementación y autorización de los Sistemas de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente aplicables a las actividades de Expendio al Público de Gas Natural, Distribución y Expendio al Público de Gas Licuado de Petróleo y de Petrolíferos, 2023, México.
4. Disposiciones administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para la conformación, implementación y autorización de los Sistemas de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente aplicables a las actividades del Sector Hidrocarburos que se indican, 2023, México.
5. Ley de Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar, 2023, México.
6. Ley de Energía Geotérmica, 2023, México.
7. Ley de Hidrocarburos, 2023, México.
8. Ley de Infraestructura de la Calidad, 2023, México.
9. Ley de Ingresos sobre Hidrocarburos, 2023, México.

10. Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, 2023, México.
11. Ley de la Industria Eléctrica, 2023, México.
12. Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos, 2023, México.
13. Ley de Transición Energética, 2023, México.
14. Ley General de Cambio Climático, 2023, México.
15. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, 2023, México.
16. Lineamientos que regulan el procedimiento para la presentación, aprobación y supervisión del cumplimiento de los planes de exploración y de desarrollo para la extracción de hidrocarburos, así como sus modificaciones, 2023, México.
17. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Autorregulación y Auditorías Ambientales, 2023, México.
18. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, 2023, México.