

UNIVERSIDAD LAICA
ELOY ALFARO DE MANABÍ



EDITORIAL
MAR ABIERTO

Seguridad, ambiente y fuentes renovables de energía

Grether Real Pérez
Argelio Hidalgo Avila
María Rodríguez Gámez
Antonio Vázquez Pérez

Colección
C.S.H

Este libro ha sido evaluado bajo el sistema de pares académicos y mediante la modalidad de doble ciego.

Seguridad, ambiente y fuentes renovables de energía

© Grether Lucia Real Pérez

© Argelio Antonio Hidalgo Avila

© María Rodríguez Gámez

©Antonio Vázquez Pérez

Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM)

Ciudadela universitaria vía circunvalación (Manta)

www.ulead.edu.ec

Departamento de Edición y Publicación Universitaria (DEPU)

Editorial Mar Abierto

Telef. 2 623 026 Ext. 255

www.marabierto.ulead.edu.ec

www.depu.ulead.blogspot.com

www.editorialmarabierto.blogspot.com

Cuidado de edición: Alexis Cuzme

Diseño de portada: Bryan Rodríguez

ISBN: 978-9942-959-75-1

Primera edición: marzo de 2017

Manta, Manabí, Ecuador.

Autores y Filiación

Grether Lucía Real Pérez
Carrera de Ingeniería Industrial. Facultad de Matemáticas, Físicas y Químicas
Universidad Técnica de Manabí

Antonio Hidalgo Avila
Carrera de Contabilidad y Auditoria
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí

María Rodríguez Gámez
Carrera de Ingeniería Electrica
Facultad de Matemáticas, Físicas y Químicas
Universidad Técnica de Manabí

Antonio Vázquez Pérez
Carrera de Ingeniería Electrica
Facultad de Matemáticas, Físicas y Químicas
Universidad Técnica de Manabí

A nuestra familia, fuente de nuestra energía y devoción por la vida, a ti querid@ lector@ esta obra

PENSAMIENTO

Carta escrita por Eduardo Galeano al Señor Futuro

Y ahí está el problema señor Futuro: Nos estamos quedando sin mundo. Los violentos la patean, como si fuera una pelota. Juegan con él los señores de la guerra como si fuera una granada de mano. Los voraces la exprimen como si fuera un limón. A este paso me temo, mas temprano que tarde que el mundo podría no ser mas que una piedra muerta girando en el espacio, sin tierra, sin agua, sin aire y sin alma.

ÍNDICE

PRÓLOGO	8
CAPÍTULO I. SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	9
1.1. CONCEPCIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.....	9
1.2. MARCO CONCEPTUAL DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.....	9
1.3. ENFOQUES PARA ENFRENTAR EL RIESGO:	11
1.4. TIPOS DE RIESGOS.....	12
1.5. IMPACTO SOCIOECONÓMICO DE LOS ACCIDENTES.....	14
1.5.1. <i>Estadísticas de los accidentes</i>	15
1.5.2. <i>Análisis económico de las pérdidas globales de la sociedad por concepto de accidentes...</i>	23
1.5.3. <i>Impacto de las pérdidas económicas por el Terremoto del 16 de abril del 2016 en el Ecuador.</i>	24
1.5.4. <i>Eventos de Consecuencias Graves</i>	25
1.6. ESTIMACIÓN DEL RIESGO	27
1.7. LA GESTIÓN DE RIESGOS	30
1.7.1. <i>Principios Fundamentales de Gestión de Riesgos</i>	30
1.7.2. <i>Modelos de Gestión de Riesgos de la Seguridad y Salud en el Trabajo</i>	33
1.7.3. <i>Marco legal del Ecuador para la Gestión de Riesgos</i>	38
1.8. LOS RIESGOS DEL TRABAJO.....	40
CAPÍTULO II. EL AMBIENTE, LAS FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA Y LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD	44
2.1. LAS FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA.....	52
2.3. LAS FUENTES RENOVABLES ENERGÍAS Y LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA.....	56
2.4. LAS FUENTES RENOVABLES ENERGÍAS Y LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA EN ECUADOR.....	58
2.5. LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD AMBIENTAL EN LA GENERACIÓN DE ENERGÍA	64
2.6. CONTAMINACIÓN AMBIENTAL EN LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS. CASO ESTUDIO MONTECRISTI-MANTA	67
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Accidentes de trabajo con baja en jornada por mes de ocurrencia del accidente año 2015	19
Figura 2. Accidentes de trabajo con baja en jornada por forma o contacto que ocasionó la lesión. Año 2015. Distribución porcentual.....	20
Figura 3. ACCIDENTES DE TRABAJO MORTALES CON BAJA EN JORNADA.....	21
Figura 4. Afectaciones humanas y materiales. Terremoto del 16 de abril del 2016 en el Ecuador.	25
Figura 5. Descomposición de eventos raros mediante Árboles de Eventos y Árboles de Fallas.....	28
Figura 6. Ciclo de Deming.....	33
Figura 7. Directrices del modelo de Gestión.....	34
Figura 8. Sistema de Seguridad OHSAS 18001	35
Figura 9. Elementos del sistema SART	36
Figura 10. Participación de la energía renovable a escala global.....	57
Figura 11. Disponibilidad de potenciales renovables.....	59
Figura 12. Componentes y circuito eléctrico de la luminaria fotovoltaica	61
Figura 13. Micro red fotovoltaica de la UTM.....	62
Figura 14. Proyecto de instalaciones renovables en el archipiélago	63
Figura 15. Ciclo de la energía	66
Figura 16. Gestión ambiental.	67
Figura 17. Deposición del polvo de las canteras en los ventiladores de la subestación.....	70
Figura 18. Muestra de los aisladores deteriorados por causa de la contaminación.....	70
Figura 19. Operarios eléctricos limpiando y dando mantenimiento a las redes.....	71
Figura 20. Elementos afectados en un perímetro de 15 km.	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tasa de incidencia de accidentes de trabajo de la población afiliada al IESS Ecuador – 2003, 2007 y 2008.	16
Tabla 2. Accidentes de trabajo en el Ecuador 2013-2016. Receptados-Calificados-Negados-En Trámite	17
Tabla 3. Enfermedades profesionales en el Ecuador por años 2013-2015.....	18
Tabla 4. Enfermedades causadas por el trabajo durante el año 2015 en España	22
Tabla 5. Distribución de partes con baja de enfermedades profesionales por grupos de enfermedad (%) en España año 2015	22
Tabla 6. Riesgos individuales de muerte por varias causas. E.U., 1969.....	24
Tabla 7. Grandes desastres naturales/tecnológicos y sus consecuencias	26

PRÓLOGO

El principal elemento dentro de todo sistema empresarial, es el ser humano (las personas, sus trabajadores). Este es el único dentro de la empresa capaz de marcar la diferencia con otras empresas aun siendo similares.

Algunos científicos en la historia, dieron sus más valiosos aportes en este sentido. Taylor, por ejemplo, es uno de los primeros que comienza a demostrar la fatídica situación en el personal, demostrando que el ritmo no era adecuado a las capacidades del hombre, que las normas eran rutinarias y propone muchísimas recomendaciones para mejorar la calidad de vida laboral de las personas. Sin embargo es necesario incrementar hoy en día la cultura de seguridad en las empresas y las responsabilidades de los empleadores, para poder eliminar las aún hoy existentes situaciones precarias en puestos de trabajo, que traen consigo los incidentes/accidentes y enfermedades profesionales en el ser humano.

Hoy en día, el ser humano tiene nuevos e importantes desafíos que pueden llevar a su autodestrucción junto con el planeta. Existen cifras alarmantes que demuestran la problemática ambiental. Los recursos naturales cada vez son más limitados, las reservas de agua potable están desapareciendo, las sequías o las exageradas lluvias, provocan serias afectaciones en la productividad de la tierra cultivable, el ser humano con el incrementado consumismo justificando suplir sus necesidades es cada vez mayor, entre otros muchos escenarios que hacen que el Homo Sapiens se encuentre hoy en peligro de extinción.

La obra que se presenta, intenta hacer un conjunto de reflexiones sobre dos elementos claves en el éxito empresarial...la seguridad e integración del ser humano cuando desempeña su labor y los nuevos desafíos de la problemática ambiental, con el objetivo de contribuir a un mundo, una sociedad más limpia, segura, saludable y sostenible.

Los autores

CAPÍTULO I. SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

1.1. Concepción de la Seguridad y Salud en el Trabajo

La Seguridad y Salud en el Trabajo tiene como misión, crear las condiciones para que el trabajador pueda desarrollar su labor eficientemente y con el mínimo de riesgos, evitando sucesos que afecten su salud, integridad, el patrimonio de la empresa y el medio ambiente.

A pesar de los muchos intentos por garantizar que estas condiciones sean óptimas, aún existen muchísimas dificultades para evitar que ocurran los accidentes o los trabajadores estén expuestos a los riesgos. Es por ello, que hoy en día a pesar de cumplir con las normativas y documentaciones empresariales, es necesario un cambio en la cultura de los trabajadores y empresarios en temas de la garantía de la seguridad y salud, trabajando en nuevas filosofías de gestión basada en los comportamientos de las personas.

La teoría de los grandes números, en la que se fundamentan los análisis de riesgos de seguridad y salud, se basa en el análisis de las probabilidades y las estimaciones matemáticas. En las empresas de seguros se asumen fielmente estos análisis.

1.2. Marco conceptual de la Seguridad y Salud en el Trabajo

A continuación se presentan conceptos básicos que debemos conocer y reconocer claramente sus diferencias. Las primeras definiciones a considerar son las presentadas en los diccionarios de la lengua española.

- **CONTINGENCIA**

(Del lat. *contingentia*).

1. f. Posibilidad de que algo suceda o no suceda.

2. f. Cosa que puede suceder o no suceder.

- **RIESGO**

(Del it. *risico* o *rischio*, y este del ár. clás. *rizq*, lo que depara la providencia).

1. m. Contingencia o proximidad de un daño.

2. m. Cada una de las contingencias que pueden ser objeto de un contrato de seguro.

Una definición de **riesgo** que complementa las mencionadas anteriores es cuando lo definimos como la **probabilidad de que un peligro se materialice en determinadas condiciones y genere daños a las personas, equipos y el ambiente.**

- **PELIGRO**

(Del lat. *pericŭlum*).

1. m. Riesgo o contingencia inminente de que suceda algún mal.

2. m. Lugar, paso, obstáculo o situación en que aumenta la inminencia del daño.

Por lo tanto entendemos como **peligro** a **toda situación o características intrínsecas de algo capaz de ocasionar daños a las personas.**

- **Factor de Riesgo o situación peligrosa:**

Todo objeto, sustancia, forma de energía o características de la organización del trabajo que puede contribuir a provocar un accidente de trabajo, agravar las consecuencias del mismo o provocar, a un largo plazo, daños a la salud de los trabajadores.

El RIESGO no se ve o percibe, lo que se ve, percibe o deduce es la **situación peligrosa**, que es la circunstancia por la cual las personas, los bienes o el ambiente están expuestos a uno o más peligros.

- **Riesgo laboral:**

1. *Probabilidad* de que la exposición a un factor o proceso peligroso en el trabajo cause enfermedad o lesión.

2. Posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado del trabajo. Se denominará grave o inminente cuando la posibilidad de que se

materialice en un accidente de trabajo es alta y las consecuencias presumiblemente severas o importantes.

- **Probabilidad:** La probabilidad mide la frecuencia con la que se obtiene un resultado (o conjunto de resultados) al llevar a cabo un experimento aleatorio.

$$P = \frac{\text{No de eventos favorables (resultado esperado)}}{\text{No de eventos posibles}}$$

Los valores de probabilidad fluctúan entre 0 y 1 (100%), donde:

0. certeza de no ocurrencia: No hay Riesgo
1. certeza de ocurrencia: No hay Riesgo y más bien hay un siniestro seguro.

Para comprender correctamente estos conceptos, uno de los experimentos más empleados y usados es el juego de los dados.

1.3. Enfoques para enfrentar el Riesgo:

La palabra riesgo expresa la posibilidad de pérdida de la vida o daño a las personas y la propiedad.

Dos enfoques claves que permiten enfrentar el problema del **riesgo** son la prevención y la previsión.

- **Prevención:** Dirigido a evitar pérdidas.

Prevenir: implica adelantarse a un evento para intentar evitar que ocurra. Se busca atacar la “causa” del evento. *“SE PRETENDE REDUCIR LA FRECUENCIA”*.

- **Previsión:** Dirigido a reducir las pérdidas.

Prever: implica proyectarse al momento en que ocurra un evento que no se pudo evitar. Se busca atacar el “efecto” del evento. *“SE PRETENDE REDUCIR LA SEVERIDAD”*.

Para establecer valoraciones comparativas de riesgo de accidentes, que es tratado más adelante, se utiliza la siguiente definición técnica:

$$R = F * C$$

Donde:

R: es el riesgo expresado en consecuencias por unidad de tiempo;

F: es la frecuencia de ocurrencia del evento al que se asocia el riesgo, expresada en eventos por unidad de tiempo;

C: es la magnitud del evento, expresada en consecuencias por evento.

1.4. Tipos de riesgos

Cuando nos preguntamos en nuestra empresa: ¿a qué tipos de riesgos nos exponemos? Podemos encontrar diferentes ejemplos, entre ellos:

- **Riesgos Naturales:** Terremoto, inundación, lluvia.
- **Riesgos Financieros:** Crediticio, liquidez.
- **Riesgos Humanos:** Salud, Vida.
- **Riesgos Políticos:** Decisiones arbitrarias de las autoridades.
- **Riesgos Laborales:** estrés, caídas, eléctricos, mecánicos, contactos con sustancias, etc.

El riesgo puede expresarse de dos formas principales, dependiendo del tipo de daño asociado al mismo, esto es:

- **Riesgo individual:** probabilidad de daño de cada individuo expuesto (promedio).
- **Riesgo social:** daño colectivo al público o al entorno.

El concepto de riesgo social está basado en la premisa según la cual la sociedad se preocupa más por los eventos en que muere mayor número de personas o que ocasionan afectaciones considerables al entorno, que por aquellos en que el número de muertes es más pequeño y no ocasionan afectaciones significativas más allá de su punto de ocurrencia, a pesar de que estos últimos son de mayor probabilidad y cobran anualmente un mayor número de vidas.

El daño a las personas puede expresarse en términos de daños inmediatos (como muerte, lesionados), o daños a la salud a más largo plazo (por ej. incidencia de

cáncer u otras afecciones). El daño colectivo puede expresarse en los mismos términos de daño a las personas (número de personas con estado de daño dado) o en otros términos que permitan evaluar el impacto social (pérdidas económicas en términos monetarios o en días-hombre de producción, pérdida por lesiones o muerte, áreas de terreno afectadas, aguas contaminadas, etc.).

Ilustremos lo anterior con algunos ejemplos cuantitativos.

Supongamos una sociedad donde ocurren 1.000.000 de accidentes automovilísticos en un año y que en uno de cada 200 accidentes resulta una muerte. El riesgo social de muerte por concepto de accidentes automovilísticos será:

$$(1 \times 10^6 \text{ accidentes / año}) \times (1 \text{ muerte / } 200 \text{ accidentes}) = 5\,000 \text{ muertes / año}$$

Si esta sociedad estuviese integrada por 100 millones de personas y suponiendo que el riesgo colectivo está uniformemente distribuido, el riesgo individual será:

$$(5000 \text{ muertes / año}) / (100 \times 10^6 \text{ personas}) = 5 \times 10^{-5} \text{ muertes / persona-año}$$

El riesgo anterior puede expresarse a su vez en una forma más comprensible, como una tasa anual de mortalidad por accidentes equivalente a: 5 personas por cada 100.000 expuestos, o 0,5 por cada 10.000, 0,05 por cada 1.000 etc. Los números fraccionarios obviamente no tienen significado físico, ya que una persona solo muere como un todo, pero son útiles en el análisis matemático del riesgo.

Otros riesgos adicionales debido a accidentes automovilísticos son las lesiones a personas y daños a la propiedad. Suponiendo en el ejemplo anterior que 20 personas resultan seriamente lesionadas por cada una que fallece debido a estos tipos de accidentes, entonces como promedio 1 persona es lesionada por cada 10 accidentes.

Luego el riesgo social en estos términos será:

$$(1 \times 10^6 \text{ accidentes/año}) \times (1 \text{ lesionado / } 10 \text{ accidentes}) = 100.000 \text{ lesionados /año}$$

y el riesgo individual correspondiente será:

$$(100.000 \text{ lesionados/año}) / (100 \times 10^6 \text{ personas}) = 1 \times 10^{-3} \text{ lesionados /persona-año}$$

o, por ejemplo, una tasa de 1 lesionado de cada 1000 personas.

Por otro lado, si se estima el valor de las pérdidas por daño a la propiedad y por lesiones o muerte (pérdida en días-hombres de producción, de 6000 días-hombre), en caso de muerte (McCormick N, 1981) se puede calcular análogamente el riesgo en términos económicos.

1.5. Impacto socioeconómico de los accidentes

En las diferentes definiciones que los autores han dado acerca del accidente laboral, son cuatro elementos comunes que se presentan y que deben cumplirse de manera conjunta para reconocer que un suceso es declarado como accidente laboral:

- **HECHO REPENTINO:** Acción súbita de factores externos que determinan la ocurrencia del accidente.
- **RELACIÓN CAUSAL:** Nexos de causalidad necesario para que el hecho constituya accidente.
- **ACTIVIDAD LABORAL:** Operaciones y tareas realizadas en cumplimiento de obligaciones o instrucciones de trabajo.
- **LESIÓN O MUERTE:** Daño corporal orgánico.

Todo accidente tiene un impacto negativo en dos vertientes fundamentales: la sociedad y en lo económico.

Cuando un trabajador es lesionado o producto del accidente muere, deja una importante huella en la sociedad, reflejada en la familia y amigos que se encuentran entorno a los accidentados. Esta nueva familia tiene que asumir nuevos retos en la vida, al enfrentarse con las nuevas exigencias en el cuidado de esta persona accidentada. Esta familia sufre una afectación en el campo de lo económico y sus estándares de vida.

La empresa, en la que esta persona se encuentra laborando, sufre un impacto negativo reflejado en las pérdidas materiales que sucedieron durante el accidente en sus procesos, la pérdida de recursos, los gastos en los entrenamientos al nuevo trabajador que asumirá su trabajo o la subcontratación de servicios a terceros para cumplir con los planes de producción.

Por lo tanto, existen razones legales, económicas y sobre todo humanas que justifican cualquier esfuerzo enfocado a la prevención de **accidentes laborales**.

1.5.1. Estadísticas de los accidentes

De acuerdo con estimaciones de Organización Internacional del Trabajo (OIT), el número de muertes a nivel mundial, relacionadas con accidentes y enfermedades laborales arriban a poco más de 2 millones anualmente, y se estima un total de 270 millones de accidentes mortales y no mortales y unos 160 millones de trabajadores que padecen enfermedades derivadas de sus trabajos. Los costos económicos de estas cifras son también impresionantes: aproximadamente un 4% del PIB global anual; pero aun así, no tienen comparación con su impacto en el bienestar de los trabajadores y sus familias (OIT, 2004).

En el 2007 en el Ecuador se reportaron 6.770 casos de accidentes laborales, sin especificar cuáles fueron los trabajadores de la salud (OMS, 2003).

Cada día mueren 5.000 personas, y así podríamos extendernos en el señalamiento de cifras dramáticas, pero por ahora señalaremos que según la misma OIT, en los países en desarrollo, son las industrias primarias como la agricultura, la pesca, la industria maderera, la minería y la construcción las que acusan los más altos índices de accidentes y enfermedades vinculados al trabajo. Según el mismo Organismo, en países en desarrollo, la siniestralidad laboral cuesta a ellos, hasta el 10% de su PIB (IEES, 2010)

El sistema de registro de los accidentes y enfermedades laborales en el Ecuador, es sumamente deficiente. Para el año 2003, el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), reportó 2.300 accidentes laborales, situación que limita, la estimación de tasas de siniestralidad y fatalidad confiables. De igual manera, ocurre con la identificación de industrias u ocupaciones de alto riesgo, o zonas geográficas donde se concentran mayores riesgos laborales. (IEES, 2005)

La OIT ha estimado que de cada 100 accidentes laborales que se producen en el Ecuador, solo 2 se llegan a registrar, en otras palabras, “existe un sub-registro estimado del 98% de los accidentes y enfermedades profesionales”.

En el 2010 a nivel nacional se reportaron 10.392 siniestros laborales de los cuales 10.224 (98%) corresponden a avisos de accidentes laborales y 168 (2%) avisos de enfermedades profesionales. (IEES, 2010)

Tabla 1. Tasa de incidencia de accidentes de trabajo de la población afiliada al IESS Ecuador – 2003, 2007 y 2008.

AÑO	N ACCIDENTE	POBLACIÓN AFILIADA	TASA DE INCIDENCIA (POR 100000)
2003	2.301	1.184.485	194,26
2007	180	81244	221
2008	8.028	1.628.784	492.88

Fuentes: (IEES, 2007)

La aplicación de la legislación referente al Seguro General de Riesgos del Trabajo (SGRT), por parte del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), ha iniciado la transformación del registro, control, previsión de los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales en el Ecuador, cuyo perfeccionamiento se recoge en la Resolución C.D. 513, que contiene el nuevo Reglamento del SGRT aprobado por el Consejo Directivo del IESS desde el 4 de marzo del 2016.

Asociado al perfeccionamiento de la legislación vigente referente al Seguro General de Riesgos del Trabajo (SGRT), es importante destacar la modificación del acceso a la información que se encuentra en la página oficial del IESS, donde se muestran los primeros resultados comparativos desde el año 2013, y se presentan algunos indicadores importantes propios de esta actividad, como son:

Número de accidentes por días de la semana: se define por cada provincia del Ecuador, se puede estimar los días más propensos a ocurrir un evento relacionado con los accidentes y enfermedades profesionales.

Número de accidentes por horas: se define por cada rama o actividad de la economía como administración pública y defensa, agricultura, comercio, construcción, industria, pesca dentro de las más significativas.

Número de accidentes por el lugar del accidente: in itinere (al ir o volver del trabajo), en comisión de servicios, en desplazamiento de su jornada laboral, en otro centro o lugar de trabajo, en el centro o lugar de trabajo habitual.

El mejoramiento del control y registro de los accidentes de trabajo en el Ecuador ha generado un cambio positivo en la cultura organizacional de las empresas del país, donde se aprecia un crecimiento discreto, como se parecía en la siguiente tabla.

Tabla 2. Accidentes de trabajo en el Ecuador 2013-2016. Receptados-Calificados-Negados-En Trámite

Tipo-Año	2013	2014	2015	2013-2015
ACCIDENTES DE TRABAJO				
Receptados	20.789	22.180	23.517	66.486
Calificados	4.406	20.991	22.495	47.892
Negados	36	440	534	1.010
En trámite	16.347	749	488	17.584
ENFERMEDADES PROFESIONALES				
Receptados	633	684	802	2.119
Calificados	133	365	504	1.002
Negados	1	46	141	188
En trámite	499	273	157	929

Fuente: IESS. SGRT-Estadísticas del Seguro de Riesgos del Trabajo

Elaboración: Autores

Atendiendo al desarrollo de las nuevas tecnologías, el cambio acelerado de la estructura laboral del país, el registro de las enfermedades profesionales se incrementa, un aspecto a tratar en profundidad si lo asociamos al impacto al que están expuesto la mayoría de los trabajadores con el uso de las computadoras y equipos celulares, por lo que pudieras existir un subregistro o un desconocimiento por parte de los trabajadores del impacto del trabajo en el hombre.

Tabla 3. Enfermedades profesionales en el Ecuador por años 2013-2015

Mes -Año	2013	2014	2015	2013-2015
Diciembre	35	32	68	135
Enero	42	34	59	135
Febrero	40	42	71	153
Marzo	52	44	50	146
abril	73	87	79	239
mayo	51	76	94	221
junio	55	77	74	206
julio	39	59	60	158
agosto	55	62	77	194
septiembre	57	65	70	192
octubre	73	57	53	183
noviembre	57	59	57	173
TOTAL	629	694	812	2135

Fuente: IESS. SGRT-Estadísticas del Seguro de Riesgos del Trabajo

Elaboración: Autores

La actual política del país referente al Seguro General de Riesgos del Trabajo (SGRT), no recoge en su análisis estadístico los principales indicadores que reflejen las principales causas de los accidentes, que si se encuentran en la legislación ecuatoriana.

Indicadores que reflejan las principales causas de los accidentes:

- ✓ Sobreesfuerzo físico – sobre el sistema músculo esquelético en jornada de trabajo (JT)
- ✓ Caídas y tropezones en jornada de trabajo (JT)
- ✓ Choque o golpe contra un objeto en movimiento, colisión en jornada de trabajo (JT)
- ✓ Contacto con un “objeto material” cortante, punzante, duro en jornada de trabajo (JT)
- ✓ Accidentes de tráfico en jornada de trabajo (JT)
- ✓ Accidentes de tráfico in itinere (IT)
- ✓ Caídas y tropezones in itinere (IT)
- ✓ Índice de incidencia de las principales causas de los accidentes.

Referente al diagnóstico de enfermedades profesionales se hace necesario avanzar en la detección y prevención temprana de las mismas, establecer controles y patrones de las causas asociadas al trabajo, que deriven a su vez en el cuadro de enfermedades que afectan al país de acuerdo con su matriz productiva. Un elemento importante es que no existe la información antropométrica de la población ecuatoriana, lo que dificulta la aplicación y veracidad de ciertos indicadores, cuyos resultados están determinados por el uso de estos patrones, por ejemplo el diseño de los puestos de trabajo que se relaciona con la baja de productividad y la presencia de incidentes o accidentes de trabajo.

Un ejemplo del adecuado control de los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales lo muestra España, que es considerado uno de los países europeos con mayor cultura en la prevención de accidentes y daños a la salud, que se demuestra en el registro exhaustivo de los mismos.

Los accidentes de trabajo con baja en la jornada por mes en España en el año 2015 ascendieron a 458.538 de estos 515 fueron mortales, a continuación se muestra la distribución de accidentes en jornada según el mes de ocurrencia.

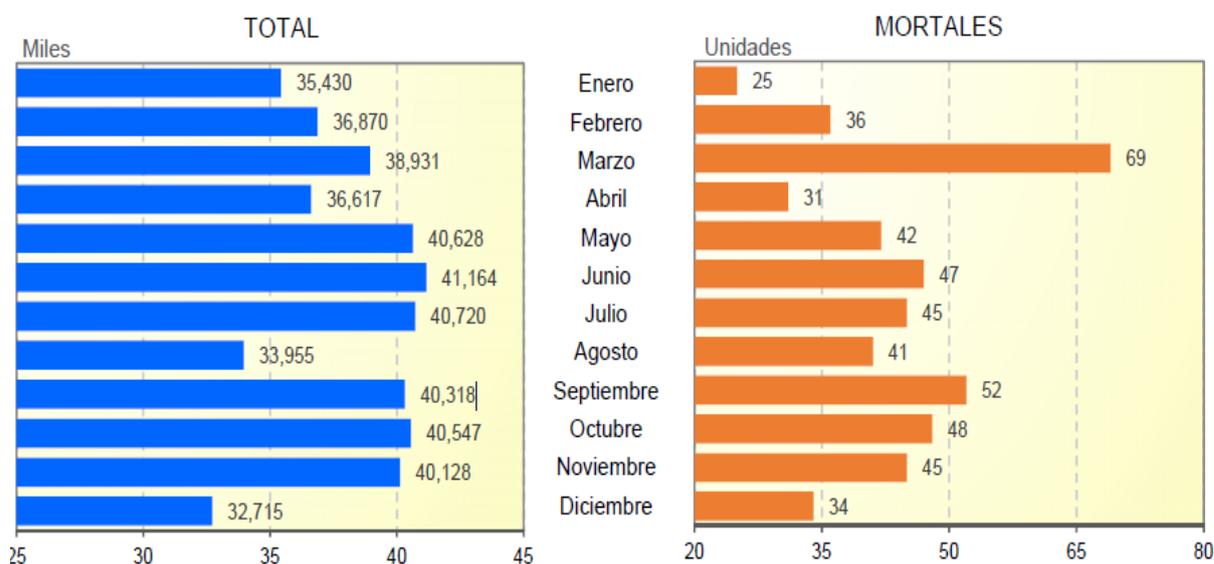


Figura 1. Accidentes de trabajo con baja en jornada por mes de ocurrencia del accidente año 2015

Fuente: Observatorio de enfermedades profesionales (cepross) y de enfermedades causadas o agravadas por el trabajo (panotrats).

Dentro de las causas de los accidentes se destacan el “sobreesfuerzo físico sobre el sistema músculo esquelético” con el 38,8%, los “choques o golpes contra objeto inmóvil” con el 24,3% de los accidentes y el “choque contra objeto en movimiento y colisiones” con el 13,8% de los accidentes.

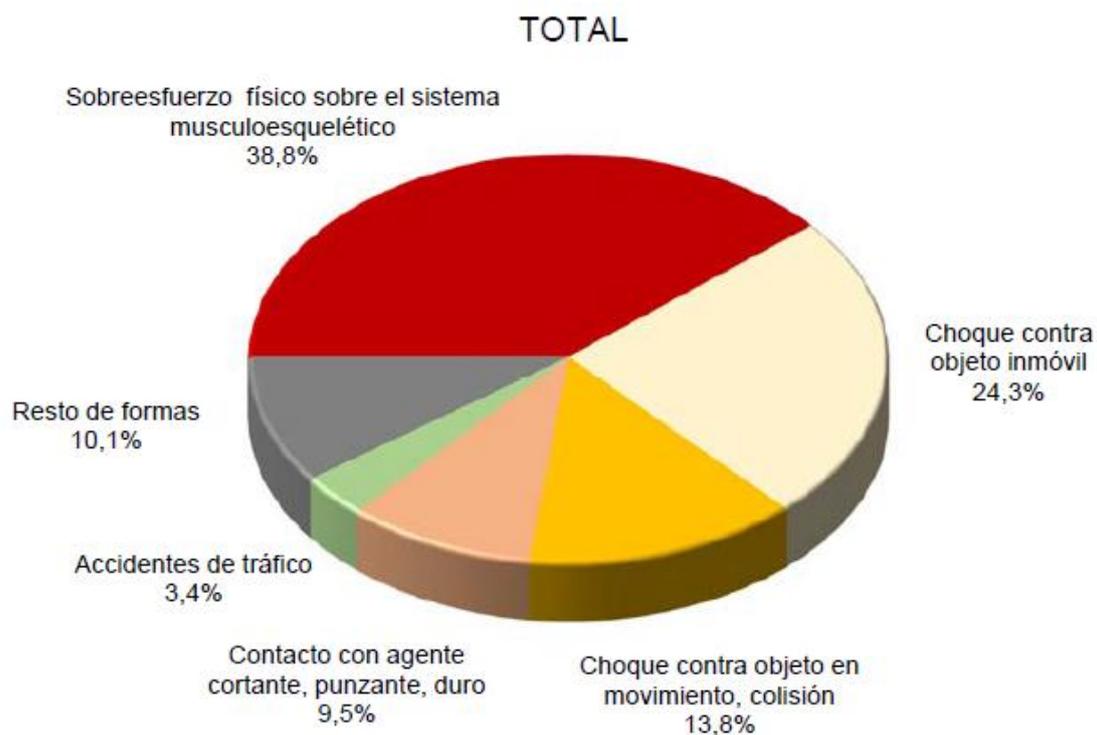


Figura 2. Accidentes de trabajo con baja en jornada por forma o contacto que ocasionó la lesión. Año 2015. Distribución porcentual

Fuente: Observatorio de enfermedades profesionales (cepross) y de enfermedades causadas o agravadas por el trabajo (panotratts).

Como se evidencia en el siguiente gráfico los accidentes mortales, son causados en primer lugar por los “infartos y derrames cerebrales” en un 43,5%, “accidentes de tráfico” con un 14,0%, “atrapamientos y amputaciones” con un 13,2%.

MORTALES

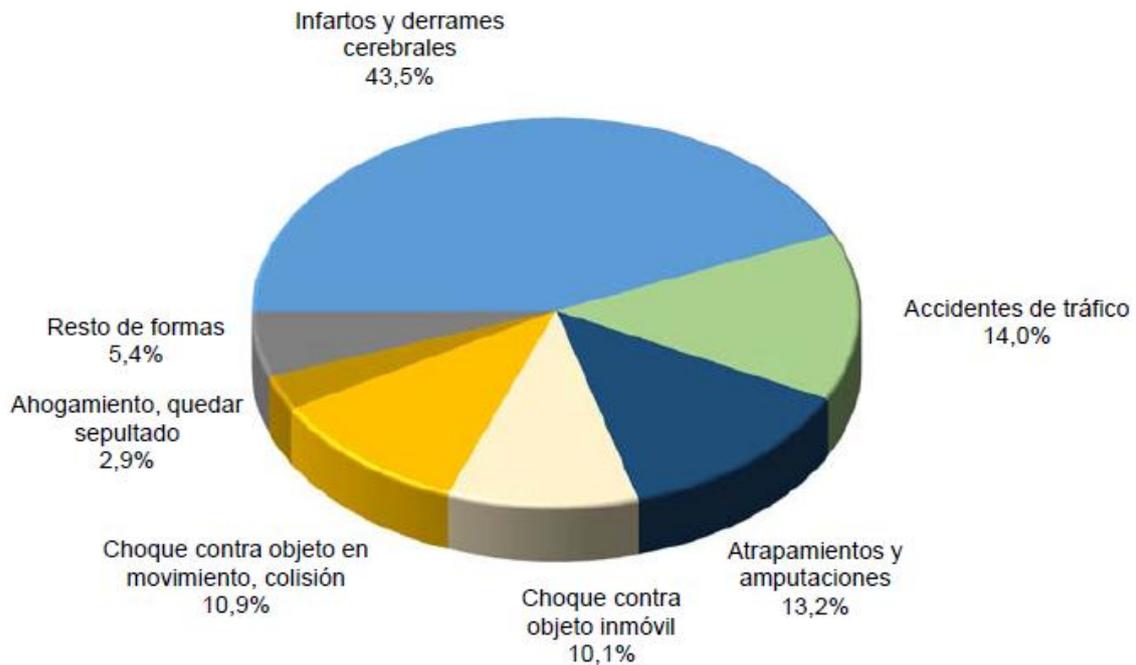


Figura 3. ACCIDENTES DE TRABAJO MORTALES CON BAJA EN JORNADA

Fuente: Observatorio de enfermedades profesionales (cepross) y de enfermedades causadas o agravadas por el trabajo (panotratss).

En España durante el año 2015 se han producido un total de 24.636 patologías causadas por el trabajo, 19.138 expedientes de enfermedades profesionales y 5.498 expedientes de patologías no traumáticas causadas o agravadas por el trabajo (Observatorio de enfermedades profesionales (cepross) y de enfermedades causadas o agravadas por el trabajo (panotratss), Marzo 2016).

Tabla 4. Enfermedades causadas por el trabajo durante el año 2015 en España

	2015	% Δ
Enfermedades Profesionales CEPROSS	19.138	10,88
Patologías no traumáticas causadas por el trabajo (PANOTRATTS)	5.498	-3,36
TOTAL Enfermedades causadas por el trabajo	24.636	7,31

Fuente: Observatorio de enfermedades profesionales (cepross) y de enfermedades causadas o agravadas por el trabajo (panotratss).

De estas enfermedades profesionales alrededor del 78.62% corresponden al “grupo 2. Agentes físicos” que han causado baja laboral, con mayor incidencia en los hombres y seguido de los agentes biológicos, como se parecía en la siguiente tabla.

Tabla 5. Distribución de partes con baja de enfermedades profesionales por grupos de enfermedad (%) en España año 2015

Enfermedad profesional	Hombre	Mujer	Total
2.Causadas por agentes físicos	81,31	76,13	78,62
3. Causadas por agentes biológicos	3,78	12,18	8,15
5.Enfermedades de la piel	5,23	6,17	5,72
4.Causadas por inhalación de sustancias	5,62	2,61	4,06
1.Causadas por agentes químicos	3,85	2,91	3,36
6.Causadas por agentes carcinógenos	0,21	0,00	0,10
TOTAL	100,00	100,00	100,00

Fuente: Observatorio de enfermedades profesionales (cepross) y de enfermedades causadas o agravadas por el trabajo (panotratss).

1.5.2. Análisis económico de las pérdidas globales de la sociedad por concepto de accidentes.

Las pérdidas económicas globales de la sociedad por concepto de accidentes son considerables y están dominadas, por lo general, por los accidentes de tránsito y los incendios.

Por último definiremos el riesgo tecnológico que es aquel en que las consecuencias del accidente se expresan en términos de estado de daño a la tecnología (medios de transporte, instalación industrial, componente de la misma), directamente relacionados con el daño potencial a las personas y al entorno, pero sin abarcar las consecuencias sobre estos últimos. Ejemplos de definición de tales estados de daño pueden ser: la caída de un avión, la liberación de productos tóxicos de plantas químicas, el daño del combustible nuclear o la liberación de radiactividad en los reactores nucleares.

Obviamente la definición de estado de daño o suceso indeseado depende, en primer lugar, de las particularidades de la tecnología analizada, pero puede variar para una misma tecnología en dependencia de los objetivos específicos del estudio a emprender.

Los análisis de riesgo tecnológico tienen un alcance más limitado, pero permiten llegar más directamente y con menos esfuerzos a los objetivos buscados, cuando se trata de detectar puntos débiles en el diseño o en la operación de los sistemas analizados, con miras a la introducción de mejoras ingenieriles para elevar la seguridad.

A manera de ilustración de los valores que pueden adoptar diferentes riesgos para una sociedad moderna, en la tabla 1 se relacionan los riesgos individuales de muerte atribuidos a diferentes causas en Estados Unidos para 1969, cuando su población era de 200 millones de personas (datos tomados de WASH-1400). (United States Nuclear Regulatory Commission, 1975).

Tabla 6. Riesgos individuales de muerte por varias causas. E.U., 1969

TIPO DE ACCIDENTE	NUMERO TOTAL (muertes/año)	RIESGO INDIVIDUAL
Vehículos de motor	55791	3×10^{-4}
Caídas	17827	9×10^{-5}
Fuegos y sustancias calientes	7451	4×10^{-5}
Ahogamiento	6181	3×10^{-5}
Envenenamiento	4516	2×10^{-5}
Armas de fuego	2309	1×10^{-5}
Maquinaria	2054	1×10^{-5}
Viajes aéreos	1778	9×10^{-6}
Caída de objetos	1271	6×10^{-6}
Electrocución	1148	6×10^{-6}
Líneas ferroviarias	884	4×10^{-6}
Rayos	160	5×10^{-7}
Tornados	118	4×10^{-7}
Huracanes	90	4×10^{-7}
Accidentes Nucleares(100 reactores)	---	2×10^{-10} *

* Valor obtenido a partir de un estimado de riesgo colectivo para individuos expuestos que vivían en un radio de 25 millas alrededor de cada uno de los 68 emplazamientos en que se concentraban los 100 reactores en operación en E.U. (3×10^{-3} muertes/100 reactores-año) y de 15 millones de personas, que constituían el total de dichos individuos, en el momento del estudio.

1.5.3. Impacto de las pérdidas económicas por el Terremoto del 16 de abril del 2016 en el Ecuador.

El terremoto ocurrido en Ecuador el 16A constituye un claro ejemplo de la influencia de los fenómenos naturales sobre la economía y la sociedad en el sentido más amplio, si bien el país se encuentra ubicado en una zona de alto riesgo, el Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos (SNDGR) no tenía conciencia dentro de la planificación de prevención de desastres naturales, la calidad de los sistemas de construcción, factor determinante en las consecuencias de este evento telúrico.

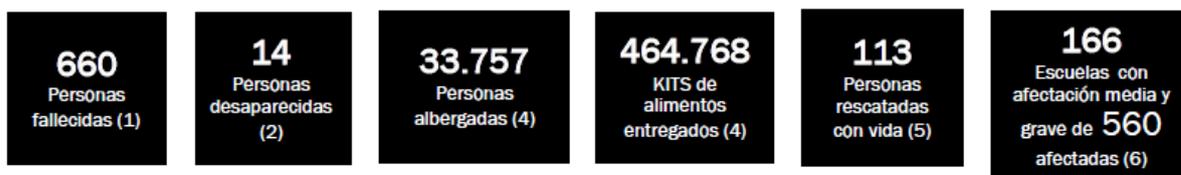


Figura 4. Afectaciones humanas y materiales. Terremoto del 16 de abril del 2016 en el Ecuador.

Fuente: Informe de situación No. 62 (09/05/2016) 18H00. Terremoto 7.8° Pedernales. Secretaria de Gestión de Riesgos Ecuador.

1.5.4. Eventos de Consecuencias Graves

Se entiende como eventos de consecuencias graves aquellos que tienen la posibilidad de provocar grandes pérdidas materiales y de afectar sectores importantes de población en las proximidades de su ubicación o a lo largo de la trayectoria de ocurrencia; tales son los casos de fenómenos naturales como terremotos, huracanes, tornados, inundaciones e impacto de meteoros, o provocados por el hombre, como incendios, explosiones, caída de aviones, rotura de diques, liberación de contaminantes químicos y de contaminantes radiactivos. Una relación histórica de los eventos más graves por los daños causados se presenta en la tabla 2.

Tabla 7. Grandes desastres naturales/tecnológicos y sus consecuencias

Lugar de Ocurrencia	Fecha	Características del Suceso	Consecuencias
Shensi (China)	24-12-1556	Terremoto.	830.000 muertos
Peshtigo, Wisc. (E.U)	09-09-1871	Incendio forestal	1.182 muertos.
Rio Hwang- Lo (China)	1897	Inundación	900.000 muertos.
Monongah, Virginia Oeste (E.U)	06-12-1907	Desastre en una mina	361 muertos.
Océano Nor- Atlántico	05-04-1912	Hundimiento del Titanic al chocar con un iceberg.	1.517 muertos.
Halifax (Canadá)	06-12-1917	Explosión química e incendio.	1.600 muertos.
Oppau (Alemania)	21-09-21	Explosión de unas 3000 toneladas de Nitrato de Amonio.	561 muertos. 1.500 lesionados. 7.000 personas sin hogar. Conmoción grave en un radio de 10 Km
Cleveland (E.U.)	20-10-1944	Conflagración de unas 3.000 toneladas de gas natural licuado (GNL).	128 muertos. 200-400 lesionados. 80 casas destruidas. Grave conmoción en la localidad. Abandono de la tecnología de GNL durante 20 años en los E.U.
Ludwigshafen (Alemania)	28-07-1948	Escape de sustancias tóxicas.	207 muertos. 3.818 lesionados. (500 incapacitados graves). Grave conmoción en la localidad.
Bhopal (India)	03-12-1984	Fuga en un tanque de almacenamiento con liberación de unas 30 toneladas de metil isocianato.	Más de 2.000 muertos, 200.000 lesionados. Conmoción extrema y pánico. Temor prolongado y extremo.
Chernobil (URSS)	26-04-1986	Fallo catastrófico de un reactor nuclear con liberación considerable de materiales radiactivos hacia el entorno.	31 muertos, 237 lesionados, 112.000 personas evacuadas. Contaminación radiactiva grave en un radio de 10 Km ² . Posibilidad de muertes y daños a la salud a largo plazo. Grave y amplio temor en toda Europa. Impacto negativo en la opinión pública y en los programas de desarrollo energético nuclear.

Una revisión del registro histórico de los últimos 50-100 años permite calcular para muchos de los eventos anteriores su tasa de ocurrencia. Así, la información sobre eventos de grandes consecuencias con probabilidades mayores que 1 en 100 puede ser obtenida de la experiencia real. Sin embargo es posible imaginar combinaciones de circunstancias que pudieran resultar en consecuencias mucho peores que aquellas que han sido realmente observadas. Generalmente eventos de este tipo tienen probabilidad tan pequeña que sería muy difícil que fuesen observados en un período de 100 años.

1.6. Estimación del Riesgo

En la estimación del riesgo hay dos casos generales, para cada uno de los cuales existen métodos específicos de estimación: eventos de alta probabilidad (probables) y eventos de baja probabilidad (improbables).

Por eventos de alta probabilidad, se entienden aquellos que han ocurrido con frecuencia suficiente en el pasado para poder hacer una estimación realista de su frecuencia y consecuencias. Los eventos de baja probabilidad generalmente no han sido observados y hay muy poca o ninguna experiencia en la que basar la estimación de su frecuencia y consecuencias.

Eventos de Alta Probabilidad

La forma usual de estimación del riesgo para eventos frecuentes es usar los datos de los registros históricos de estos eventos, que abarquen un sector suficientemente grande de la sociedad.

Normalmente los datos históricos disponibles proveen suficiente detalle para permitir estimar los riesgos de categorías amplias de accidentes (ej. Accidentes automovilísticos, incendios, etc.) y al mismo tiempo posibilitan separar estas categorías amplias de riesgo en otras más específicas que puedan ser de interés para un estudio particular.

Eventos de Baja Probabilidad

Muchos riesgos potenciales, a los que la sociedad está expuesta, se manifiestan con tan baja frecuencia que nunca han sido observados; por ejemplo: la caída de un gran meteoro en una ciudad. Los riesgos asociados con eventos de tan baja frecuencia son más difíciles de estimar y expresar en una forma comprensible que aquellos correspondientes a eventos más frecuentes. Existen diferentes técnicas para determinar la probabilidad de ocurrencia y consecuencias de eventos de este tipo. El riesgo estimado para eventos de baja probabilidad se denomina riesgo predictivo.

Descomposición en Eventos de Mayor Probabilidad

En algunos casos, la probabilidad de eventos raros puede ser obtenida dividiendo la ocurrencia completa en una serie de eventos, para los cuales las probabilidades individuales de ocurrencia son conocidas. Un ejemplo sencillo es la estimación de la probabilidad de obtener caras todas las veces en 50 lanzamientos de una moneda. Se conoce que la probabilidad de sacar cara en un lanzamiento es 0.5, por lo que en 50 lanzamientos será 0.5^{50} , que equivale a una vez en 1015 ensayos.

Así, aunque el evento no haya sido observado nunca, puede realizarse un estimado de su probabilidad. En este caso, el evento raro fue descompuesto en una serie de eventos más probables, todos iguales. Sin embargo, este género de análisis es también aplicable cuando los eventos más probables son de tipo y frecuencia diferentes.

La descomposición de eventos raros en eventos más probables es el principio básico de las técnicas de árboles de eventos y árboles de fallas, utilizadas en la determinación de las probabilidades de accidentes en sistemas tecnológicos complejos. En estos casos se descompone sucesivamente el suceso raro indeseado en otros más probables que contribuyen al mismo, como sucesos iniciadores, secuencias accidentales, fallas de sistemas y fallas de componentes, según se ilustra en la figura 5.

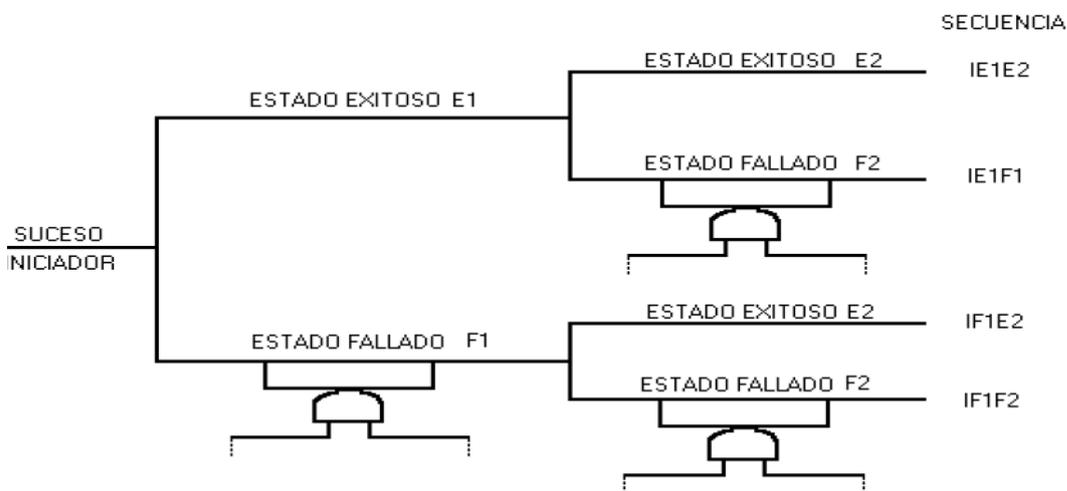


Figura 5. Descomposición de eventos raros mediante Árboles de Eventos y Árboles de Fallas

De esta forma, a partir de datos estadísticos se estiman las probabilidades de estado fallado o indisponibilidad de componentes, a partir de estos las de sistemas y las frecuencias de secuencias que conducen al suceso raro, y con la suma de estas últimas la frecuencia del suceso raro. En el caso de un reactor nuclear, el suceso raro es el daño al combustible, en una evaluación probabilística de riesgos de primer nivel.

Por otro lado, para la cuantificación del riesgo es necesario estimar las consecuencias de los caminos de mayor probabilidad del accidente, para lo cual se requiere el conocimiento y la modelación de los procesos que lo acompañan, que por lo general son específicos de cada tipo de tecnología.

La metodología anterior conocida como Análisis Probabilista de Seguridad (APS) se aplicó por vez primera a dos plantas nucleares en los Estados Unidos (Surry y Peach Botton) en un estudio para la estimación del riesgo en este tipo de instalaciones, conocido como Estudio de Seguridad del Reactor (WASH-1400), publicado en 1975.

A pesar de controversias iniciales, se ha alcanzado progresivamente un consenso en la comunidad técnica internacional sobre la utilidad de tales estudios, por las interioridades de la seguridad de la tecnología que logra revelar y los criterios que brindan para la toma de decisiones respecto a la prevención y mitigación de accidentes.

Este proceso ha sido catalizado por dos grandes accidentes que se produjeron con posterioridad en el ámbito de la energética nuclear: el de Three Miles Island, Harrisburg, E.U. (1979) y el de Chernobil, Ucrania, URSS (1986), el primero de los cuales fue previsto en una de las secuencias accidentales más importantes determinadas en el estudio WASH-1400.

Actualmente la aplicación de esta metodología de análisis de seguridad se ha generalizado prácticamente a todas las Plantas Nucleares en operación y se extiende a otras industrias o tecnologías de alto riesgo o significado económico, como por ejemplo las de manejo de residuos radiactivos, la industria química, ingeniería aeroespacial y otros sectores. Más información sobre el estado de aplicación de los análisis de riesgo a plantas nucleares y otras industrias.

1.7. La Gestión de Riesgos

1.7.1. Principios Fundamentales de Gestión de Riesgos

La gestión eficaz en materia de seguridad se encuentra estrechamente unida al establecimiento de una sólida cultura de seguridad en las entidades responsables de la explotación de la instalación, y del control y la verificación reglamentarios de las actividades relacionadas con la seguridad. En este campo se definen tres principios fundamentales:

- a.- Principio de la cultura de seguridad.
- b.- Principio de la responsabilidad de la entidad explotadora.
- c.- Principio de la reglamentación y verificación independiente.

Una de las premisas necesarias para que el objetivo general de seguridad se alcance en las centrales electrónicas, es que el valor del riesgo exigido sea menor que el que aportaría en la actualidad una industria convencional de la misma potencia unitaria.

Para lograr esto, es preciso establecer modelos de cálculo que permitan fijar metas cuantitativas, las que a su vez sirvan de referencia para conocer el grado de seguridad alcanzado.

Una de las premisas necesarias para que el objetivo general de seguridad se alcance en las centrales electrónicas, es que el valor del riesgo exigido sea menor que el que aportaría en la actualidad una industria convencional de la misma potencia unitaria.

Todo ello implica que los diseñadores y suministradores de tecnología deben establecer exigencias muy altas a los requerimientos de diseño, equipamiento, estructuras, componentes, sistemas y procedimientos, para la preparación de la explotación confiable y segura de las instalaciones, con un personal altamente capacitado bajo una sólida cultura de seguridad.

Para lograrlo, es necesario que en todo momento se cumpla el objetivo de seguridad técnica, que busca ante todo la prevención de accidentes con un elevado grado de confianza. Por tanto, se analiza la prevención de todo un amplio espectro de accidentes, desde los de muy baja hasta los de muy alta probabilidad.

Se analizan también aquellos accidentes muy poco probables, pero de consecuencias muy graves, que están fuera incluso de la base de diseño. Estos últimos podrían tener consecuencias muy importantes si no existiera un confinamiento adecuado de las sustancias nocivas liberadas durante el posible accidente. A tales efectos, se exigen procedimientos muy estrictos para el control de su evolución y mitigar sus consecuencias.

En extremas condiciones, se contempla un grupo de planes de emergencia interno y externo a la central, con el fin de mitigar el daño a las personas, a las poblaciones y al medio ambiente. Todo este grupo de contramedidas posibilitan, si se llevan a cabo de manera eficaz, que se garantice el objetivo de protección radiológica.

Cultura de seguridad

El surgimiento de este concepto tuvo su aparición por primera vez en el informe resumido elaborado por el Grupo Internacional Asesor en Seguridad Nuclear (GIASN) después de un examen post-accidental realizado a partir de toda la información recopilada sobre los hechos ocurridos en la central nuclear de Chernobil. En este concepto se puntualiza en todo momento que la cultura de seguridad depende de las actitudes de las organizaciones e individuos ante las cuestiones de seguridad, promoviendo la búsqueda constante de la excelencia en todas las actividades vinculadas con ella. El establecimiento de requisitos, procedimientos apropiados, medidas oportunas y buenas prácticas no resulta realmente efectivo cuando su puesta en práctica se hace mecánicamente.

Existe una serie de aspectos generales, aplicables a toda clase de actividades, organizaciones e individuos, independientemente del nivel alcanzado. Ellos representan las características universales de la cultura de seguridad, cuyos elementos esenciales se relacionan a continuación:

- Conciencia individual de la importancia de la seguridad.
- Conocimientos y competencia, impartidos por capacitación y adiestramiento del personal y por su autoformación.

- Compromiso que requiere la demostración por parte del alto nivel de conducción de que la seguridad tiene alta prioridad, y la adopción de un objetivo de seguridad común por todos los individuos.
- Motivación, a través del liderazgo y la fijación de objetivos y sistemas de premios y sanciones, y de actitudes autogeneradas en los individuos.
- Supervisión, incluyendo prácticas de auditoría y revisión, y disposición para responder a las actitudes críticas de los individuos.
- Responsabilidad, a través de la asignación y descripción formales de las funciones y su comprensión por parte de los individuos.

Es importante resaltar el papel principal que tiene en toda organización el conocimiento y dedicación de la alta gerencia en la seguridad. No se puede hablar de cultura de seguridad en una organización si dicha cultura no emana del vértice de la pirámide jerárquica de dirección, para llegar a todos los niveles intermedios y finalmente al individuo vinculado directamente con el proceso productivo.

En este aspecto es necesario prestar una gran atención a la cultura de seguridad existente en la entidad explotadora, por el papel tan relevante que le corresponde, para garantizar de manera integral la seguridad final de la planta, incluso desde etapas muy tempranas a su puesta en servicio.

En los países subdesarrollados, que no cuentan con una cultura industrial sólida, sustentada en la experiencia de generaciones formadas en el cumplimiento de una estricta disciplina tecnológica, cobra un gran interés y esfuerzo adicional la preparación y educación de los cuadros, y del personal en general, bajo estos principios.

El concepto de cultura de seguridad comprende dos aspectos generales, estrechamente vinculados, en primer término, con el establecimiento del marco jurídico, necesario dentro de la organización, en lo concerniente a la responsabilidad del nivel más alto de dirección respecto a la seguridad y, en segundo lugar, a la actitud con que el personal de todos los niveles responde a ese marco jurídico y lo aprovecha.

1.7.2. Modelos de Gestión de Riesgos de la Seguridad y Salud en el Trabajo

Un Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el trabajo (SGSST) tiene como principio fomentar el entorno de trabajo seguro y saludable para sus colaboradores, ofreciendo un marco que permite, a los responsables, identificar y controlar los riesgos encontrados y nacientes de las actividades propias de la organización, reducir el potencial de accidentabilidad, cumplir con la normativa legal vigente en el país y mejorar el rendimiento y eficiencia laboral.

Las características principales de los Sistemas se basan en su accionar según el modelo de Deming PHVA, lo que permite a la empresa una mejora integral de la competitividad, del servicio y del producto, mejorando la eficiencia y rentabilidad de la organización.



Figura 6. Ciclo de Deming

Fuente: (Chávez Orozco C. , 2013)

Dentro de los principales Sistemas de Gestión en el área encontramos los siguientes:

Directrices ILO-OSH 2001

Según la Organización Internacional del Trabajo (2011) las Directrices ILO-OSH 2001 “ofrecen un modelo internacional excepcional, compatible con otras normas y pautas sobre el sistema de gestión”. Dichas directrices sobre Seguridad y Salud en el trabajo son de uso voluntario, poseen un enfoque tripartito, proporciona fortaleza,

flexibilidad y bases adecuadas para la fomentación de una cultura enfocada a la protección de los trabajadores. Este tipo de recomendaciones sirven de complemento a las leyes y reglamentos nacionales, y no exige certificación ni aprobación internacional.

La figura siguiente muestra un resumen de las directrices del modelo de Gestión.



Figura 7. Directrices del modelo de Gestión

Sistema de Seguridad y Salud OHSAS 18001

El Sistema de Seguridad y Salud OHSAS (por su terminología en inglés Occupational Health and Safety Assessment Series) materializadas por British Standards Institution (BSI), proporciona los elementos de un sistema que permite ser integrado con otros sistemas, especialmente los relativos a sus familias ISO 9001 e ISO 14001.

Los principios de la normativa voluntaria internacional, se relacionan con los estimados en la Directrices ILO-OSH 2001, partiendo del establecimiento de una política y unos objetivos según los requisitos legales nacionales. Este sistema hace énfasis en la prácticas proactivas preventivas de la identificación de peligros o factores de riesgos y la evaluación y control de los mismos de forma inmediata. (Chávez Orozco C., 2013)

El éxito del sistema depende del compromiso de todos los niveles y funciones de la organización, y especialmente de los altos mandos.

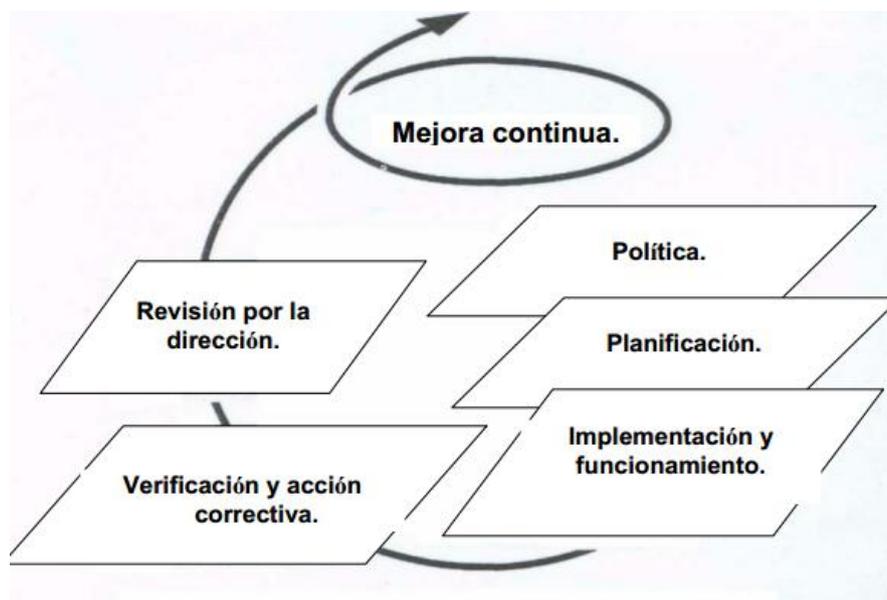


Figura 8. Sistema de Seguridad OHSAS 18001

Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo “MODELO ECUADOR”

El Modelo Ecuador, es un modelo de gestión establecido por la Dirección del Seguro General de Riesgos del Trabajo del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) el mismo que centra su objetivo en la prevención de riesgos laborales.

Según (Vásquez, 2011) el modelo sirvió como base al Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo, Resolución 957, que es la vinculante para los cuatros países de la subregión Andina, y que en su artículo primero recomienda la aplicación del sistema de gestión que comprende los elementos y subelementos que tiene el Modelo Ecuador.

En octubre de 2010 el Seguro General de Riesgos del Trabajo del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social publicó el Sistema de Auditorías de Riesgos del Trabajo (SART) mediante la Resolución 333, dándole aplicabilidad efectiva al mismo.

El Sistema Gestión de Seguridad y Salud Modelo Ecuador posee los elementos y subelementos que a continuación se detalla en la figura.



Figura 9. Elementos del sistema SART

Gestión Administrativa.- Cuyo objetivo es prevenir y controlar los fallos administrativos mediante el establecimiento de las responsabilidades en seguridad y salud de la administración superior y su compromiso de participación y liderazgo. Contiene los siguientes subelementos:

- Política
- Organización;
- Planificación;
- Implantación;
- Verificación;
- Control Administrativo;
- Mejoramiento Continuo

Gestión Técnica.- Prevenir y controlar los fallos técnicos, actuando sobre estas causas antes de que se materialicen, para lo cual se observara en todo el proceso de gestión técnica:

- Identificación inicial y específica de los factores de riesgos.
- Medición de los factores de riesgo.
- Evaluación de los factores de riesgo.
- Control técnico de los riesgos.
- Vigilancia de los factores de riesgo.

Gestión de Talento Humano.- Dar competencia en seguridad y salud a todos los niveles de la organización. Potenciar el compromiso e involucramiento como requisito de primer nivel en el éxito de la gestión en seguridad y salud.

- Selección del personal.
- Información.
- Comunicación.
- Capacitación y adiestramiento.
- Formación de especialización.
- Participación y estímulo a los trabajadores.

Procesos Operativos Básicos.- Ciertas actividades y procedimiento que por su magnitud y complejidad requieren de un tratamiento especial se encasillan dentro de estos procesos.

- Vigilancia de la salud.
- Investigación de Accidente-Incidentes y enfermedades ocupacionales.
- Inspecciones y Auditorías.
- Programas de Mantenimiento.
- Planes de emergencia y contingencia.
- Uso de Equipos de protección individual.
- Planes de Incendios y explosiones.¹

¹ Tomado de: Gestión Integral e Integrada de Seguridad y Salud Modelo Ecuador. Dr. Luis Vásquez Zamora.

Director Instituto Seguridad y Salud en el Trabajo Universidad San Francisco de Quito. Revista Técnica Informativa del Seguro General de Riesgos del Trabajo / Ecuador. Edición 1, abril 2011, páginas 8-9-10.

1.7.3. Marco legal del Ecuador para la Gestión de Riesgos

Marco legal aplicable

El Ecuador cuenta con principios constitucionales y normativa legal sobre Seguridad y Salud en el Trabajo, comprendido en el Sistema Nacional de Gestión de la Prevención, y ejecutadas a través del Ministerio de Relaciones Laborales y el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social en la Dirección Provincial de Riesgos del Trabajo.

Se enlista la normativa con referencia en Seguridad y Salud en el trabajo del país:

1.- CONSTITUCIÓN POLITICA DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR (2008)

- Art. 326 numeral 5: *desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar.*

2.- CONVENIOS INTERNACIONALES

- Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo. Decisión 584 de la Comunidad Andina de Naciones. 2003
- Reglamento al Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo. Resolución 957 de la Comunidad Andina de Naciones. 2005
- 53 Convenios Internacionales con la Organización Internacional del Trabajo (OIT)

3.- LEYES INTERNAS

- Código del Trabajo (Art. 38, 410)
- Ley de Seguridad Social

4.- REGLAMENTOS

- Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente laboral, Decreto Ejecutivo 2393 de 1986. (Reglamento base)
- Reglamento para el funcionamiento de Servicios Médicos de empresa, acuerdo ministerial 1404 del 25 de octubre de 1978.
- Reglamento de Seguridad del Trabajo contra Riesgos en Instalaciones de Energía Eléctrica, acuerdo ministerial 013 del 3 de febrero de 1989.

- Reglamento de Seguridad para la Construcción y Obras Públicas, acuerdo ministerial 011 del 9 de febrero de 1993.
- Reglamento General del Seguro de Riesgos del Trabajo Resolución 390, en su **artículo 51, Sistema de Gestión**.- Las empresas deberán implantar el sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el trabajo, como medio de cumplimiento obligatorio de las normas legales o reglamentarias.

5.- ACUERDOS MINISTERIALES

- Acuerdo No. 0213 – Registro Oficial No. 695 del 31 de octubre de 2002. Política Institucional en Seguridad y Salud y Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Acuerdo No. 0221 –14 Noviembre/02, sustituido por el Acuerdo No. 220 RO. 83 del 17 de agosto de 2005. Guía para la elaboración de Reglamentos Internos de Seguridad y Salud de las empresas.
- Acuerdo No. 00132 – Registro Oficial No. 008 del 27 de enero de 2003. Registro de Accidentes y enfermedades de Origen Laboral.

6.- NORMATIVA TÉCNICA

- Normas INEN-ISO 3864: De señalización de Seguridad y de Equipos de Protección Personal.

Vigencia de la normativa en el Ecuador

En marzo del 2016, se pone en vigor la Resolución CD 513 del 4 de marzo 2016 del IESS. En este proceso de aplicación de la Resolución se debe considerar los siguientes aspectos generales:

1. Sistemas de Gestión de Riesgos.

- Riesgo & Peligro. Factores de riesgo del trabajo.
- Identificación de riesgos en los puestos de trabajo. Matriz de identificación.
- Mapa de riesgo de cada área de trabajo.

2. Los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales.

- Incidente/accidente de trabajo.
- El aviso del accidente laboral o la enfermedad profesional.

- Calificación del siniestro.
- Informe de la investigación de accidente.
- Identificación de las causas de los accidentes de trabajo.
- Prestaciones básicas del Seguro General de Riesgos del trabajo en los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales.
- Relación de las enfermedades profesionales, los factores de riesgo y la relación con las diferentes ocupaciones.
- Procedimiento para el estudio y análisis de las enfermedades profesionales.
- Índices reactivos en la gestión de riesgos.

3. Prevención de riesgos en el trabajo

- Principios de acción preventiva.
- Acción técnica en la prevención de riesgos del trabajo.
 - ✓ Identificación de peligros y factores de riesgo.
 - ✓ Medición de factores de riesgo.
 - ✓ Evaluación de factores de riesgo.
 - ✓ Control operativo integral.
 - ✓ Vigilancia ambiental laboral y de la salud.
 - ✓ Evaluaciones periódicas.

1.8. Los riesgos del trabajo

Los **peligros o factores de riesgos** que pueden agredir al trabajador y ser causas de incidentes y de accidentes y enfermedades relacionadas con el trabajo.

Algunos de los organismos internacionales que se encargan de reconocer, evaluar y estudiar los riesgos laborales son: Organización Internacional del Trabajo (OIT), Organización Mundial de la Salud (OMS); Asociación Internacional de la Seguridad Social (AISS); Administración de la Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA).

Es importante conocer la clasificación que se ofrece en el Ecuador, por parte de las instituciones a cargo de ello: Ministerio de Salud Pública (MINSAP), Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), Ministerio de Relaciones Laborales (MRL), Sociedad Ecuatoriana de Seguridad y Salud Ocupacional (S.E.S.O.), Ministerio del

Ambiente, de los diferentes tipos de riesgos del trabajo. Planteando que pueden agruparse en riesgos:

- FÍSICOS
- MECÁNICOS
- QUÍMICOS
- BIOLÓGICOS
- ERGONÓMICOS
- PSICOSOCIALES
- ACCIDENTES MAYORES

Es importante señalar que no siempre fueron considerados todos estos riesgos, en los estudios empresariales, existiendo algunos muy clásicos como son los físicos, los mecánicos y otros tan nuevos como los psicosociales y los ergonómicos.

Los diferentes elementos a considerar dentro de esta clasificación se presentan a continuación:

- **CAÍDAS DE PERSONAS AL MISMO NIVEL:** Incluye caídas en lugares de tránsito o superficies de trabajo, y caídas sobre o contra objetos.
- **CAÍDAS DE PERSONAS A DISTINTO NIVEL:** Incluye tanto las caídas desde alturas (ventanas, máquinas, vehículos, etc.) como en profundidades (puentes, excavaciones).
- **CAIDA DE OBJETOS POR DERRUMBAMIENTO:** Caídas desde edificios, muros, ventanas y desprendimiento de tierras, rocas, etc.
- **CAÍDA DE OBJETOS POR MANIPULACIÓN:** Caída de materiales, herramientas, etc. sobre un trabajador siempre que el accidentado sea la misma persona a la que se le cae el objeto que está manejando.
- **CAÍDA DE OBJETOS DESPRENDIDOS:** Caída de herramientas, materiales, etc. sobre un trabajador, siempre que este no los estuviese manipulando.
- **PISADAS SOBRE OBJETOS:** Lesiones como consecuencia de pisadas sobre objetos cortantes o punzantes.
- **GOLPES CONTRA OBJETOS INMOVILES:** El trabajador es una parte dinámica, golpeándose contra un objeto que no estaba en movimiento.

- **GOLPES Y CONTACTOS CON ELEMENTOS MÓVILES DE LA MÁQUINA O MOBILIARIO:** El trabajador recibe golpes, etc. ocasionados por elementos móviles de las máquinas o instalaciones. No se incluyen los atrapamientos.
- **GOLPES POR OBJETOS O HERRAMIENTAS:** Lesión producida por un objeto o herramienta movida por fuerza distinta a la gravedad (martillazos, golpes con piedras); no se incluyen golpes por caída de objetos.
- **PROYECCIÓN DE FRAGMENTOS O PARTÍCULAS:** Accidentes debidos a la proyección de fragmentos o partículas procedentes de máquinas herramientas.
- **ATRAPAMIENTO POR O ENTRE OBJETOS:** Piezas de máquinas, diversas materiales, vehículos, etc.
- **ATRAPAMIENTO POR VUELCO DE MÁQUINAS O VEHÍCULOS:** Incluye atrapamientos debidos a vuelcos de vehículos u otras máquinas que dejen al trabajador lesionado.
- **SOBRESFUERZO:** Originados por empleo de vehículos o por movimientos mal realizados.
- **EXPOSICIÓN A TEMPERATURAS EXTREMAS:** Accidentes causados por alteraciones fisiológicas al encontrarse los trabajadores en un ambiente excesivamente frío o caliente.
- **CONTACTOS TÉRMICOS:** Accidentes debidos a las temperaturas externas que tienen los objetos que entran en contacto con cualquier parte del cuerpo (líquidos o sólidos)
- **CONTACTOS ELÉCTRICOS:** Se incluyen todos los accidentes generados por electricidad (directos e indirectos).
- **INHALACIÓN O INGESTIÓN DE SUSTANCIAS NOCIVAS O TÓXICAS:** Accidentes causados por el estado de una atmósfera tóxica o por la ingestión de productos nocivos. Se incluyen las asfixias y ahogamientos.
- **CONTACTOS CON SUSTANCIAS CÁUSTICAS Y/O CORROSIVAS:** Accidentes por contactos o sustancias y productos que dan lugar a lesiones externas.
- **RADIACIONES:** Incluidas tanto las ionizantes como las no ionizantes.

- **EXPLOSIONES:** Lesiones causadas por una onda expansiva o por sus efectos secundarios.
- **INCENDIOS:** Accidentes producidos por efectos del fuego o de sus consecuencias.
- **ACCIDENTES CAUSADOS POR SERES VIVOS:** Se incluyen los accidentes causados directamente por personas y animales, como agresiones, patadas, picaduras, mordeduras.
- **ATROPELLOS, GOLPES O CHOQUES CONTRA VEHÍCULOS:** Abarca atropellos de personas por vehículos, así como los accidentes de vehículos en el que el trabajador lesionado va contra el vehículo o vehículos. No se incluyen los accidentes en tránsito.
- **ACCIDENTES DE TRÁFICO:** Abarca los accidentes producidos dentro del horario laboral, independientemente que esté relacionado con el trabajo cotidiano o no.
- **CAUSAS NATURALES:** Se incluyen los accidentes ocurridos en el centro de trabajo, que no son consecuencia del propio trabajo.
- **EXPOSICIÓN A CONTAMINANTES QUÍMICOS:** Constituidos por materia inerte (no viva) y se pueden presentar en el aire de diversas formas (polvo, gas, vapor, humo, etc.).
- **EXPOSICIÓN A CONTAMINANTES FÍSICOS:** Ruido, las vibraciones, las radiaciones ionizantes, las radiaciones térmicas, etc.
- **EXPOSICIÓN A CONTAMINANTES BIOLÓGICOS:** Constituidos por los seres vivos, como los virus, las bacterias, los hongos, los parásitos.

CAPÍTULO II. EL AMBIENTE, LAS FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA Y LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD

Resulta prácticamente imposible lograr la sostenibilidad desde los actuales esquemas de producción y reproducción social. La manera centralizada e ineficiente de generar la energía con un amplio sistema de transporte y distribución basada en el uso de combustibles concentrados y contaminadores nunca podrá ser sostenible. La realidad actual demuestra que uno de los sectores que más impacta al medio está relacionado con la generación de energía.

El uso extensivo del combustible fósil como portador energético preferencial, constituye una de las acciones que en la actualidad puede crear más afectaciones al ambiente, la contaminación que se produce durante los procesos de la generación de electricidad provoca huellas que afectan a todos los seres vivos y especialmente la salud de los seres humanos, máxime cuando no se aplican sistemas de gestión ambiental adecuados, que puedan ayudar a mitigar estos efectos, además de la búsqueda de nuevas formas alternativas de generación de energía.

La energía es necesaria para la continuidad del desarrollo, esto hace que actualmente la contaminación ambiental parezca haberse convertido en un elemento inevitablemente consustancial a la satisfacción de las necesidades sociales y algo que toda sociedad moderna debe pagar si no quiere renunciar a sus comodidades, pero no hay nada más alejado de la realidad, pues existen los recursos y las tecnologías necesarias para transformar dicha situación. Por ello hay que cambiar los esquemas de generación y adoptar alternativas renovables que no afecten al ambiente.

El problema radica en el hecho de que los procesos concentradores de energía se han convertido en un instrumento de poder económico, con potencialidad de utilizarlo como elemento de chantaje político internacional y hacia el interior de las naciones. Si de verdad se quiere reducir el impacto ambiental provocado por la gestión energética, tendrá que operarse un cambio en la filosofía de los políticos que encabezan las principales potencias del mundo. Resulta una verdadera vergüenza que en países desarrollados del primer mundo, que poseen las potencialidades tecnológicas que necesitan, aún se esté quemando carbón en las

industrias de generación de energía, cuando ya ha quedado demostrado el extraordinario potencial contaminante que se deriva del uso de este combustible; Es reprochable que el presidente de una potencia retire unilateralmente el apoyo económico al cambio climático, debido a una supuesta incomprensión de la cruda realidad que significa este fenómeno provocado por la sobreexplotación de los fósiles. Resulta incompreensible que en las universidades se continúen formando ingenieros que se capacitan para continuar quemando recursos fósiles en interés de la generación de electricidad en industrias centralizadas, ineficientes y contaminadoras por excelencia. Es lamentable que en países en vías de desarrollo se sigan invirtiendo cuantiosos recursos para reproducir los mismos esquemas centralizados de generación de electricidad, con cuantiosas pérdidas que lo hacen ineficiente en el aprovechamiento de los recursos primarios, dejando de un lado alternativas de desarrollo local que propician el uso de recursos autóctonos, menos costosos y contaminadores.

El caso específico del uso de las energías convencionales que resulta la que más se explotan, constituye la que más impacta al medio desde la extracción, la transportación, generación, transmisión y distribución. La cadena de uso de estos recursos necesita de estadios que de forma real permita devolver a la naturaleza lo que ella fue creando durante miles y millones de años, de forma tal que los impactos negativos que se producen puedan ser mitigados hasta ser utilizada en forma de energía útil por los usuarios (industriales y domésticos). Además la sociedad también es responsable del impacto al medio como resultado de sus actividades. La agricultura, la ganadería y la pesca, la minería, la industria o los servicios, con una huella directa que incrementa el deterioro ambiental.

En los últimos años la demanda de energía ha ido aumentando y con ello el impacto ambiental ha sido más significativo, elemento que contrarresta toda estrategia encaminada a disminuir el daño y luchar a favor de la sostenibilidad y la mitigación del cambio climático.

Según el informe del IPCC (IPCC, 2011), todas las sociedades necesitan de servicios energéticos para cubrir las necesidades humanas básicas (por ejemplo, de alumbrado, cocina, ambientación, movilidad y comunicación) y para los procesos productivos. Desde 1850 la utilización de combustibles de origen fósil (carbón,

petróleo y gas) en todo el mundo ha aumentado hasta convertirse en el suministro de energía predominante, situación que ha dado lugar a un rápido aumento de las emisiones del dióxido de carbono (CO₂) principal responsable del calentamiento global y de dióxido de azufre (SO₂) responsable directo de la lluvia ácida, entre otros gases tóxicos que se emiten.

Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que genera la prestación de servicios energéticos ha contribuido considerablemente al aumento histórico de las concentraciones de esos gases en la atmósfera.

La mayor parte del aumento observado en el promedio de las temperaturas desde mediados del siglo XX, se debe al incremento en las concentraciones de GEI antropogénicas, esta situación a nivel global hace que las estrategias se direccionen a la introducción de tecnologías que sean amigables con la situación ambiental.

Los ecosistemas surgen en la naturaleza con un determinado equilibrio energético. Si se rompe o altera ese equilibrio, las condiciones de mantenimiento del ecosistema se modifican. Al sobrepasar el límite superior o inferior de balance de energía que permite la resiliencia², este degenera y corre el peligro de desaparecer si la homeostasis³ del sistema no le permite restaurar las condiciones de equilibrio.

Pero la contaminación del aire comenzó a incrementarse por encima de los parámetros naturales, a partir de la revolución industrial y especialmente después de la segunda transición energética, cuando el petróleo se convirtió en la principal fuente primaria de energía (Altshuler, 2014).

La mayor fuente de aerosoles debida a la actividad humana es la quema de combustibles en motores térmicos para el transporte y en centrales termoeléctricas para la generación de energía, además del polvo generado en las obras de construcción y otras zonas de tierra donde el agua o la vegetación han sido removidas como consecuencias de las imperecederas necesidades humanas.

Se ha podido comprobar que la contaminación ocasionada por las emisiones de gases contaminantes, de metales pesados en suspensión resultantes de la

² La resiliencia refiere la capacidad de los ecosistemas de absorber perturbaciones sin alterar significativamente sus características de estructura y funcionalidad, pudiendo regresar a su estado original una vez que la perturbación ha cesado.

³ La homeostasis es una propiedad de los organismos vivos, que consiste en su capacidad de mantener una condición interna estable, compensando los cambios en su entorno mediante el intercambio regulado de materia y energía con el exterior (metabolismo).

combustión de hidrocarburos, tanto de las plantas de generación eléctrica y las industrias como de los automóviles y hogares, constituye una de las causas principales de enfermedades de las vías respiratorias, la piel y diversos tipos de cáncer.

En diciembre de 1952 motivado por un crudo invierno en Londres, hizo que la población quemase más carbón de lo usual. El aumento en la contaminación atmosférica fue agravada por una inversión térmica, causada por la densa masa de aire frío. La acumulación de contaminantes fue en aumento, especialmente de humo y partículas del carbón que era quemado. El fenómeno fue considerado uno de los peores impactos ambientales hasta entonces, causando la muerte de 12 000 londinenses y dejando otros 100 000 enfermos.

La gravedad de los acontecimientos generados por la contaminación ambiental en Londres, impulsó a los movimientos ambientales y llevó a una reflexión acerca de la contaminación atmosférica, pues el humo había demostrado gran potencial letal. En tal sentido se tomaron nuevas medidas legales, restringiendo el uso de combustibles fósiles en la industria. En los años siguientes, una serie de normas legales fueron aplicadas para restringir la contaminación del aire.

Otro de los países con una fuerte contaminación atmosférica debido al uso extensivo del carbón como combustible es China. El nivel de la polución ambiental superó en muchos lugares los 400 microgramos por metro cúbico, lo que multiplica por 16 el límite recomendado por la Organización Mundial de la Salud. Pekín y Tianjin son dos de las ciudades más afectadas. También están en riesgo las provincias de Hebei, Shanxi, Shandong, Henan, Shaanxi y Liaoning. En la capital el valor de partículas en suspensión en el aire se ha multiplicado por 17 y 20 veces el nivel recomendado por la Organización Mundial de la Salud. Se incrementa gradualmente la cifra de personas que comienzan a padecer problemas respiratorios, cardíacos o de circulación.

Otro de los efectos de las emisiones de contaminantes a la atmósfera producto de la combustión incompleta e ineficiente de los combustibles fósiles, es el relacionado con las precipitaciones ácidas en forma de lluvia o neblina. Más de 80 % del dióxido de azufre, 50 % de los óxidos de nitrógeno y de 30 a 40 % de las partículas en suspensión emitidos a la atmósfera proceden de las centrales

eléctricas que queman combustibles fósiles, las calderas industriales y la calefacción. Estos contaminantes son transportados por el viento y las nubes y producen efectos adversos en áreas muy distantes del lugar de la emisión en forma de depósito o de lluvias ácidas.

Los efectos negativos de la lluvia ácida se han podido apreciar sobre materiales de construcción, edificios, equipos industriales, monumentos y joyas arquitectónicas de la antigüedad. Este tipo de contaminación produce daños importantes en la vegetación y acaba con los microorganismos fijadores de nitrógeno. Un efecto indirecto muy importante es el empobrecimiento de ciertos nutrientes esenciales, por lo que las plantas y árboles no disponen de estos y se hacen más vulnerables a las plagas.

La contaminación ambiental es algo que no tiene fronteras, capaz de afectar no solo a los que la emiten, sino que puede afectar grandes zonas alejadas del foco de contaminación. Resulta un efecto que puede ser transportado por el viento en forma de neblina o aerosoles, a cualquier sitio por muy cerrado, oculto y alejado que se encuentre, potencialmente se propaga contaminando y afectando a cuantos elementos del medio encuentre por delante.

Como subproducto de las actividades de producción de energía se generan contaminantes que afectan a la atmósfera, la hidrosfera, el suelo y los seres vivos. Estas emisiones contaminantes tienen una doble naturaleza. Por un lado existe una contaminación inherente a la operación normal de los sistemas de producción y por otro una contaminación producida, en situaciones catastróficas de carácter accidental, estos deben reducirse a niveles asumibles en términos ambientales y socioeconómicos.

La atmósfera está compuesta por una mezcla de gases: nitrógeno (78%), oxígeno (21%), dióxido de carbono (0,04%) y otros gases inertes en pequeñas proporciones como el helio, neón, argón, xenón y kriptón. También existen cantidades de metano (CH_4) y otras variables de vapor de agua. Se cree que la atmósfera es el resultado de procesos químicos y fotoquímicos realizados a distintas velocidades de escape del campo gravitacional terrestre. Lo primero se explica según algunas teorías, por el efecto de la fotosíntesis de los vegetales y según otras por la fotodisociación de las moléculas de agua, si no se conserva este

balance de la atmósfera, la especie humana va camino a la extinción, al no poder soportar los cambios que afectan su salud como es la respiración, la traspiración, la alimentación, al no contar con mecanismos adaptables a las nuevas condiciones del ambiente.

La mayoría de los ciudadanos perciben el carácter global de la contaminación; por eso es uno de los principales problemas del planeta (Gill Pérez, y otros, 2014). Actualmente grupos de países se unen para realizar programas de mitigación de impactos ambientales, debido a que los residuos que se producen se dispersan de un sitio a otro, ya sea por el aire o por las aguas, manto freático, etc. (Enrique Lendo Fuentes, 2012)

Algunas industrias no depuran sus residuales provocando con ello diferentes afecciones en su entorno, otros extraen los recursos sin previo estudio de su agotamiento y en la mayoría de los casos no son capaces de restaurar los ecosistemas.

Existen dificultades e incertidumbres para identificar con exactitud la relación causal entre ambiente y salud. Se ha estimado que en los países industrializados un 20 % de la incidencia total de enfermedades puede atribuirse a factores ambientales. En Europa una gran proporción de muertes y daños en la salud en el grupo en edad infantil es atribuible a la contaminación del aire. Un dato significativo es que un tercio de las muertes en el grupo de edad de 0-19 años es atribuible a exposiciones ambientales (contaminación del aire interno y externo, agua y saneamiento, sustancias y preparados químicos, así como lesiones producidas por accidentes (Marcos, 2004).

La División de Control de Enfermedades de Salud Ambiental y Laboral del Departamento de Salud, la Agencia de Protección Ambiental y la Universidad del Estado de California realizaron un estudio sobre la relación entre enfermedades y factores ambientales, así como las prioridades de control, seguimiento y vigilancia sanitaria, en ello obtuvieron como resultados que prevalecen las enfermedades respiratorias, el asma y las alergias, muchas de ellas asociadas a la contaminación del aire externo e interno, aproximadamente un 10 % de la población infantil padece alguna de estas enfermedades. El clima puede estar influyendo en la prevalencia de los síntomas de asma, rinitis alérgica y eczema atópico en la

infancia. Los agentes ambientales implicados son los óxidos de nitrógeno y azufre, las partículas en suspensión, ozono, metales, compuestos orgánicos volátiles (COV) y los hidrocarburos. En ambientes interiores el humo del tabaco (HAT) es el más frecuente. El HAT aumenta el riesgo de cáncer en un 20-30 % entre los no fumadores (Vargas Marcos, 2016).

Las evidencias del impacto del cambio climático sobre la salud resulta cada día más consistente (Bernard SM & I., 2001). En relación con ello se ha determinado que España es uno de los más vulnerables al cambio climático y se está viendo afectado por los impactos que implica este cambio (Vélez, 2005). Las consecuencias sobre la salud humana se refieren a un aumento de la morbimortalidad por olas de calor que pueden ser más frecuentes en intensidad y duración los próximos años. Otros efectos son el aumento de la contaminación por partículas finas y ozono, así como la implantación de vectores subtropicales adaptados a sobrevivir en climas cálidos y más secos, lo que podrá aumentar la incidencia de enfermedades como el dengue, enfermedad del Nilo Occidental, malaria y encefalitis transmitida por garrapatas. Las temperaturas extremas (calor y frío) están asociadas con aumentos de mortalidad general, en la mayoría de los casos por enfermedades cardiovasculares y respiratorias.

En Chile se han realizado diferentes estudios sobre los efectos de los contaminantes a otros órganos y sistemas, teniendo como resultado que se afecta el sistema cardiovascular, unidad materno fetal, sistema nervioso central autónomo, renal, óseo entre otros, poniendo de manifiesto que los agentes contaminantes que se pueden encontrar son monóxido de carbono, ozono, plomo, vanadio, cadmio entre otros.

Otro hecho relevante es la presencia de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs), como componentes del material particulado. Estos compuestos se generan por la combustión incompleta de material orgánico (petróleo, gasolina, leña, carbón y biomasa en general). En la fracción orgánica del material particulado de ciudades con altos niveles de contaminación atmosférica se han identificado numerosas especies de HAPs; seis de ellos han sido catalogados como cancerígenos por la International Agency of Research on Cancer, siendo el benzo α -pireno el

HAP más cancerígeno presente en el humo del cigarrillo y en el smog de ciudades con alta contaminación incluyendo a Santiago de Chile (Manuel, 2010).

En México existen diferentes renglones que afectan el ambiente, uno de los principales es la contaminación del aire provocada por la explotación de los hidrocarburos, según los últimos cálculos realizados, solo en la Ciudad de México ocurren más de mil muertes al año atribuibles a la contaminación del aire, tomando en cuenta solamente los niveles anuales (La salud ambiental en México: situación actual y perspectivas futuras., 2013).

En el país azteca la escasez de agua apta para el consumo humano como resultado de la contaminación y el agotamiento de mantos freáticos sobre todo en el norte del país, se ve agravada por la contaminación con arsénico y flúor en regiones del norte y centro, polución por hidrocarburos en las zonas petroleras y problemas relacionados con inundaciones en las temporadas de huracanes. La contaminación química genera exposiciones crónicas a bajas dosis, cuyos efectos se asocian por ejemplo, con el incremento de cáncer en las zonas contaminadas por arsénico (McClintock TR, 2012).

En México las enfermedades transmitidas por vectores se relacionan con el manejo del agua, tal es el caso de zonas periurbanas en donde el suministro del preciado líquido es irregular y por ende debe ser almacenada para cubrir las necesidades básicas. Muchos de estos problemas se asocian con modelos de urbanización altamente demandantes del recurso, procesos de deforestación y la pérdida de suelos, así como de inundaciones que agravan los impactos. Se estima que el calentamiento ambiental asociado al cambio climático puede propiciar en los siguientes años problemas de disposición del agua sobre todo en el norte del país (McClintock TR, 2012).

Otros estudios similares se han realizado en Brasil, Cuba, Perú, Colombia, Costa Rica y Venezuela, todos con resultados similares demostrando la globalidad del problema. El Ecuador al igual que en los demás países se enfrenta a varios problemas, algunos han existido y permanecido en el tiempo como la sobre utilización de los recursos forestales, suelos dañados por la extracción de petróleo y la contaminación de las aguas con diferentes tipos de residuales provenientes de

diversas actividades, entre las que se puede señalar la minería y la extracción petrolera.

Estudios realizados demuestran las tendencias de deterioro del agua por ejemplo: el 70% de los ríos a nivel nacional han sido contaminados; disminución de caudales superficiales; contaminación con contenido de nitratos y fosfatos; disminución del 30% de glaciares; se han perdido 25% de los páramos (reguladores hídricos); pérdidas de la biodiversidad entre otros (Puentesta, 2015).

Como se ha podido notar la contaminación se ha globalizado y las características del aire, del agua y del suelo se han ido cambiando producto a la acción antrópica del hombre sobre los recursos, esto en sentido general ha propiciado una aceleración en el proceso del cambio climático y con ello se están agudizando las enfermedades provocadas por diferentes agentes que se encuentran dispersos, tanto en el aire como en el agua y el suelo.

2.1. Las fuentes renovables de energía

Se consideran fuentes renovables de energía (FRE) aquellas formas energéticas que se regeneran de manera natural, o aquella cuya tasa de utilización no afecta la existencia de la fuente energética. Se producen de forma continua y son inagotables a escala humana. El sol es el responsable del origen de casi todas las fuentes renovables, porque su calor provoca en la Tierra las diferencias de presión que dan origen a los vientos fuente de la energía eólica, la fotosíntesis y el ciclo del agua. Estas fuentes se encuentran dispersas en todo el planeta, son energías limpias y su impacto al medio es menor que las energías convencionales.

Una de las formas adecuadas de mitigar los efectos negativos en la generación de energía es implementar el uso extensivo de las tecnologías que aprovechan las fuentes renovables por sus ventajas ambientales para mitigar los efectos del cambio climático.

Las fuentes renovables de energía en su proceso de generación no emiten gases contaminantes en la mayoría de los casos, disminuyendo el efecto invernadero y la contaminación por otras vías.

Las FRE propician la democratización de la gestión energética, reducen la dependencia económica, incrementan la relocalización de los recursos energéticos, fomentan la autosuficiencia con el uso de recursos autóctonos; impulsan las iniciativas del desarrollo a escala local y figuran como un instrumento de equidad social. Pero su introducción debe estar dirigida a la satisfacción de la demanda, el uso eficiente de los recursos y la utilización adecuada del espacio, de manera que no compita con la producción de alimentos y el agua de consumo.

Se deben realizar programas territoriales enmarcados en los conceptos del desarrollo local, que por su importancia pueden ir creciendo desde las zonas de mayor prioridad y donde exista mayor potencialidad de estas fuentes para su uso, se deberán definir aquellas zonas del territorio que reúnan las mejores condiciones para su implantación y se seleccionarán las áreas preferentes según las necesidades del territorio.

Al desarrollarse instrumentos de planificación se podrán tener en cuenta los planes urbanísticos y agrícolas a efectos de obtener una actuación administrativa integrada, para lo cual se podrá establecer la necesaria colaboración entre las organizaciones competentes en materia de energía y de ordenación del territorio.

Las metas u objetivos de las FRE para asegurar el suministro de energía, la mitigación de la emisión de gases efecto invernadero (GEI) y que puedan reportar los efectos económicos esperados, se deberían utilizar con mayor frecuencia para delinear la matriz energética futura.

Cada país adopta una forma diferente para la introducción de las FRE, que puede ser en términos de capacidad instalada, o como porcentaje de la oferta de energía primaria, o del consumo energético que es generado o abastecido con FRE.

Actualmente existen en más de 64 países con estrategias de cambio de matriz energética. Aquí se incluyen más de 27 países de la Unión Europea, Estados Unidos, Canadá, otros en vías de desarrollo como: Argelia, Argentina, Brasil, China, República Dominicana, Egipto, India, Indonesia, Irán, Jordania, Malasia, Mali, Marruecos, Nigeria, Pakistán, Filipinas, Senegal, Sudáfrica, Siria, Tailandia, Túnez, Uganda, Cuba, México, Colombia, etc.

Actualmente las fuentes renovables se han establecido en una considerable cantidad de naciones como una importante fuente de energía. Su rápido crecimiento particularmente en el sector eléctrico, es impulsado por diversos factores, incluyendo el aumento de la rentabilidad de las tecnologías renovables; iniciativas de política aplicada; un mejor acceso al financiamiento; seguridad energética y cuestiones relacionadas con el componente ambiental; demanda creciente de energía en economías en desarrollo y emergentes; y la necesidad de acceso a una energía modernizada. En consecuencia en los países en desarrollo están surgiendo mercados nuevos, tanto para las aplicaciones de fuentes renovables centralizada como para la distribuida (REN21, 2016).

Las políticas de regulación en el sector eléctrico abarcan más del 87% de la población mundial, mientras que las políticas de regulación en calefacción y enfriamiento están aproximadamente el 50%, así como el sector transporte que comprende más entre el 50 y 73% respectivamente.

En diciembre de 2015, 195 países adoptaron el Acuerdo de París, comprometiéndose a mejorar la eficiencia energética y aplicar las fuentes renovables de energía, con la finalidad de limitar el aumento de la temperatura global a 2 grados centígrados por encima del nivel pre-industrial (REN21, 2016).

La mayoría de los objetivos nacionales son para la producción de electricidad. Otros objetivos están dirigidos al suministro de energía primaria o final, a la capacidad instalada específica o a las cantidades totales o producción de energía con FRE. La mayoría de los objetivos cubren grandes períodos y algunos alcanzan hasta el 2020, o el 2025.

En el 2007 la Comisión Europea adoptó nuevos objetivos obligatorios para el 2020. En ese nuevo escenario los objetivos son más amplios y alcanzan una meta de 21% de electricidad y 12% de energía primaria con FRE. Algunos países tienen ya legisladas medidas individuales: por ejemplo, Alemania planea incrementar la participación de las FRE entre un 25-30% de la oferta total de energía primaria para el 2020, y después continuar el incremento de esa participación hasta alcanzar 45% para el 2030.

La satisfacción de esos objetivos triplicará la capacidad de generación de electricidad instalada en FRE para el 2020, además de China otros países en desarrollo han adoptado objetivos en los últimos años. Argentina estableció un objetivo de 8% de electricidad proveniente de FRE para 2016 (sin incluir la Hidroenergía de gran escala). El gobierno provincial de Western Cape en Sudáfrica, había fijado un objetivo de 15% de electricidad generada con FRE para el 2014. Egipto ha revisado su objetivo, incrementando su meta de 14% de participación de la electricidad a 20% para el 2020 (incluyendo 7% de Hidroenergía). Marruecos también había lanzado una nueva ley de FRE que estableció un objetivo de 10% de participación de la energía primaria y 20% de la electricidad para el 2012, lo que se traduce en 1 GW de capacidad de FRE; mientras que Uganda fijó un bloque completo de objetivos para el 2017 en una nueva estrategia de FRE. Otros países en desarrollo trabajan en nuevos objetivos para el futuro cercano, incluyendo la propuesta «Plataforma Brasileña de Energías Renovables», por un grupo de 21 países de América Latina y el Caribe, para 10% de energía primaria proveniente de las FRE (REN21, 2016).

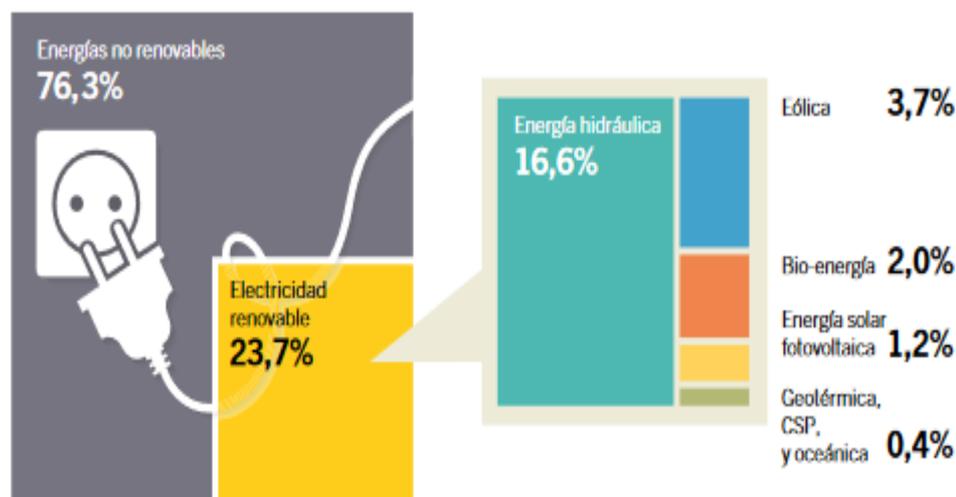
Hoy la sociedad apuesta por buscar soluciones alternativas al tema del desarrollo energético, la eficiencia y austeridad en el consumo se identifican como las primeras fuentes a explotar, así como emprender la diversificación de la matriz energética a partir de la introducción gradual y progresiva de tecnologías basadas en el uso de los recursos renovables. Es un esfuerzo que requiere la intervención proactiva de todos los sectores de la sociedad, guiada por una voluntad política gubernamental, desprejuiciada en relación con las energías renovables, que alcance una regulación normativa adecuada en el marco de la competencia energética, donde las renovables lucen desfavorecidas en relación con los sistemas tradicionales de energía y se asimile en la práctica, un modelo de desarrollo energético territorial con un sesgo descentralizado y enfocado en el desarrollo local, especialmente perfilado al aprovechamiento de los recursos autóctonos (Rodríguez M. , 2011).

En este proceso de cambios el campo de las ciencias tiene reservado un importante papel y se requerirá el aprovechamiento de resultados investigativos, obtenidos por disciplinas como la ordenación del territorio que permita hacer estudios

integrales (sociedad-económica y territorio), así como el empleo de herramientas que permiten obtener información a nivel local en apoyo al desarrollo sostenible acorde con las necesidades sociales y política económica de cada país, mediante un proceso de asignación de recursos transparentado en la gestión institucional.

2.3. Las fuentes renovables energías y la generación distribuida

Para la sociedad actual debe constituir un reto de primer orden el proporcionar la diversificación de la matriz energética mediante la introducción gradual y progresiva de las fuentes renovables, incorporando conceptos de sostenibilidad y utilización adecuada de los potenciales renovables disponibles territorialmente, sin necesidad de utilizar grandes centrales de generación, si no generar próximo a los consumidores disminuyendo con ello las pérdidas energéticas, la contaminación ambiental y la reducción del costo del kWh servido. La idea es cumplir con lo planteado por los expertos (REN21, 2016) donde se habla de planificar para un futuro distribuido. En la figura 2.1 se muestra la participación de las fuentes renovables a escala mundial a finales del año 2015.



Basado en la capacidad de generación de energía renovable a finales de 2015. Los porcentajes no corresponden a la suma total debido al redondeo.

Figura 10. Participación de la energía renovable a escala global.

Fuente: (REN21, 2016)

Es necesario planificar proactivamente un futuro que genere una mayor cantidad de energía distribuida. Existe una tendencia en continuo crecimiento hacia una generación más cercana a los puntos de consumo y el uso de energía renovable distribuida progresa tanto en los países desarrollados, como en los que están en vías de desarrollo.

En los países en vías de desarrollo, el uso de las fuentes renovables distribuidas es una herramienta que puede propiciar la intensificación en el acceso a la energía, especialmente en zonas rurales; en el caso de los países desarrollados, este uso se da en respuesta a la demanda de autosuficiencia y al deseo de contar con electricidad más confiable para aquellos conectados a la red, por lo que está surgiendo un número cada vez mayor de usuarios que generan su propia energía y pueden comercializar un excedente que entregan a la red (REN21, 2016).

Este cambio requiere una planificación avanzada que incorpore una transición a nuevos modelos de negocio y diversos incentivos políticos, sin dejar de tomar en cuenta la expansión de instalaciones de energía solar en los tejados, la disminución de los costos de almacenamiento, el aumento de las medidas de eficiencia energética, el desarrollo de proyectos comunitarios de energía y la participación de una nueva industria de tecnología inteligente. De igual forma será necesario incrementar la inversión en infraestructura para así mantener y construir

estructuras estables para la red, listas para integrar niveles altos de participación de FRE.

Actualmente se implementan conceptos de las micro redes y las redes inteligentes que van dando respuesta a la nueva forma de planificación, esta variante permite gestionar mediante las técnicas administrativas de la ordenación territorial y la utilización de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) que permite la gestión integral del territorio de forma estratégica. En esa planificación se pueden gestionar los recursos naturales para su mejor uso y explotación, los impactos ambientales (suelo, agua, aire) los procesos de reforestación, el uso eficiente de las cuencas hidrográficas y de forma integral gestionar además los residuales ya sean de cosechas, de industrias o domésticos entre otros.

La planificación integral ayuda a la sociedad al tránsito hacia nuevas formas de generar y consumir la energía aprovechando los recursos naturales de forma racional, disminuyendo la contaminación del ambiente en vías al desarrollo sostenible.

2.4. Las fuentes renovables energías y la generación distribuida en Ecuador

Ecuador se encuentra entre los países en vías de desarrollo, en el Resumen Ejecutivo del Plan Maestro de electrificación del Ecuador (CONELEC, 2014), se plasman los criterios del desarrollo energético donde la gestión se hace con los principios de sostenibilidad, sustentabilidad y responsabilidad social teniendo como objetivos principales: garantizar el suministro eléctrico a través de nuevos proyectos de generación que incluyan tecnologías amigables con el ambiente basados en energías renovables. Esta gestión se ha sustentado en el actual desarrollo de diversos proyectos hidroeléctricos: Toachi-Pilatón, Coca Codo Sinclair, Minas San Francisco, Manduriacu, Quijos, Delsitanisagua, Sopladora y Mazar Dudas. Sin embargo todos estos planes de generación consisten en la producción centralizada de energía y se requiere una reconsideración de dichos conceptos en función de alcanzar una matriz energética más distribuida, adecuadamente relocalizada en función de los recursos disponibles y más eficiente.

El Plan Maestro de Electrificación hasta el 2022 tiene como objetivo de convertirse en una herramienta integral e intersectorial, que promueva el uso de recursos energéticos renovables y en un ámbito de soberanía energética, permita garantizar el abastecimiento de electricidad a la demanda nacional, en el corto, mediano y largo plazos, con niveles adecuados de seguridad, confiabilidad y calidad; y, observando criterios técnicos, económicos, financieros, administrativos, sociales y ambientales. Según el plan deberá complementarse con la inserción paulatina del país en tecnologías relativas al manejo de otros recursos renovables: energía solar, eólica, geotérmica, de biomasa, mareomotriz; estableciendo la generación de energía eléctrica de fuentes renovables como las principales alternativas sostenibles en el largo plazo (CONELEC, 2014). En un primer momento el plan de desarrollo ha priorizado la generación con hidroeléctricas, esto puede tener riesgos por los factores de cambio climático, pudiéndose provocar sequías que desemboquen en una catástrofe ambiental debido a que pueden propiciar la extinción de especies de flora y fauna entre otras.

En la figura 11 se observan mapas de disponibilidad de potenciales renovables en el Ecuador.



Figura 11. Disponibilidad de potenciales renovables

Fuente: Proyecto SIGDES. Universidad Técnica de Manabí.

Si se implementa la generación distribuida se puede diversificar la matriz en otros sitios que están alejados de los sistemas de generación y donde existe potencial adecuado para resolver problemas de demanda próximos al consumo. En ello se pueden valorar las siguientes variantes: viviendas aisladas que aún no se encuentran electrificadas; viviendas rurales que estando electrificadas no reciben un servicio eléctrico de calidad; articulación de acueductos alternativos con bombeo fotovoltaico; viviendas urbanas para disminuir consumos de energía de la red convencional y reducir las pérdidas del sistema convencional; y otras variantes que pueden analizarse en el ámbito territorial y local.

Otra de las formas de diversificar la matriz energética es implementar luminarias públicas fotovoltaicas que pueden servir para momentos de desastres cuando el sistema convencional suele colapsar, facilitando los trabajos de salvamento y reparación urgente de averías, así como la evacuación de la población, especialmente en horarios nocturnos.

Las luminarias fotovoltaicas clasifican entre los sistemas fotovoltaicos autónomos, que poseen capacidad técnica para mantener la confiabilidad del servicio en situaciones extremas, cuando cualquier otra tecnología de generación de electricidad pudiera colapsar, además que desde la situación normal pueden propiciar el ahorro de combustibles fósiles por concepto de generación de electricidad, reducir pérdidas y propiciar la disminución de las emisiones de CO₂ a la atmósfera.

Desde el punto de vista técnico un sistema fotovoltaico autónomo destinado a funcionar como una luminaria, presenta una estructura bien sencilla y poco costosa. Cada sistema está integrado por un pequeño generador que resulta el módulo fotovoltaico; un sistema de control de carga que funciona como protector de la batería; la batería fotovoltaica de ciclo profundo; la luminaria que preferentemente son del tipo LED y cuando dichas luminarias consumen corriente alterna (AC), se puede agregar un inversor DC-AC. Estas son tecnologías que se encuentran disponibles en el mercado energético. En la figura 12 se muestran los componentes y el circuito eléctrico de la luminaria fotovoltaica.



Figura 12. Componentes y circuito eléctrico de la luminaria fotovoltaica

En la actualidad la mayoría de las luminarias que se utilizan para el alumbrado público en el Ecuador son de vapor de sodio que presentan un consumo elevado de energía, si se sustituyen por luminarias con consumos más bajos como las lámparas LED, se pudiera lograr reducir a más de un 50% el consumo actual de energía del sistema de iluminación pública.

Otro de los factores que producen gastos energéticos es la distancia de los consumidores de los centros de generación. Si se implementan las microrredes con fuentes renovables se podría considerar la disminución del consumo energético por concepto de reducción de las pérdidas motivadas por la transportación y distribución de electricidad.

Actualmente en Universidad Técnica de Manabí (UTM) existe instalado un sistema fotovoltaico conectado a red, en el formato técnico de las microrredes, como se muestra en la figura 4. De acuerdo a las mediciones realizadas con el analizador de red Sentron PAC 3200, se puede estimar que actualmente el consumo diario promedio del edificio es de unos 42 kWh, y que la generación de la central fotovoltaica instalada puede cubrir aproximadamente el 30% del gasto energético del edificio, que sería igual al consumo diario de unos 12 kWh de electricidad generada con una fuente limpia que no contamina el ambiente, con un gasto virtual igual a cero por concepto de consumo de combustible.



Figura 13. Micro red fotovoltaica de la UTM

La posibilidad de utilizar una parte de la superficie techada de la edificación, reduce de manera importante los efectos de la ocupación del área, pues corresponde a espacios que no se utilizan para otras funciones que no sean las propias de ese tipo de superficies. La intrusión visual es mínima al encontrarse instalada en la parte superior del edificio

Entre los beneficios y ventajas ambientales que reporta la tecnología fotovoltaica se puede señalar que: no emite ruido en su funcionamiento; no tienen partes móviles; no necesita ser abastecida; no emite gases contaminantes en su etapa de explotación y; al ser instalada en la cubierta de la edificación puede reducir la transferencia de calor hacia el interior, beneficiando la climatización de los locales y con ello el ahorro de energía por parte del equipamiento de clima. Estas características la convierten en una valiosa solución tecnológica reductiva de impactos ambientales.

Cuando se consideran las pérdidas asociadas al sistema centralizado de generación y suministro energético centralizado, se puede afirmar que por cada kWh de energía fotovoltaica suministrada en el modo distribuido de conexión directa a la red de baja tensión del edificio, se puede ahorrar más de 1 kWh de electricidad generada con fósiles, por lo que puede tener un valor agregado de reducción de impactos ambientales.

Si se entra a considerar el petróleo evitado por la generación fotovoltaica y la reducción de las pérdidas, se puede estimar que anualmente la tecnología fotovoltaica es capaz de contribuir con la reducción de las emisiones de 4 t CO₂ a la atmósfera, para un total de más de 100 t CO₂ durante el ciclo de vida de la tecnología.

Estas ventajas con relación a la generación centralizada la hacen prometedora en un programa de diversificación de la matriz energética, este ejemplo que podría implementarse en muchas regiones del Ecuador.

La idea es generar energía en los sitios donde hay potencial renovable y además que exista demanda energética como es el caso del Archipiélago de Galápagos, esta zona territorial está integrado por un conjunto de islas que se encuentran consideradas entre las áreas protegidas del Ecuador. Este territorio tiene un programa de ordenación energética con fuentes renovables y el futuro es continuar implementándolas de forma que no exista contaminación producida por la generación de energía. En la figura 14 se pueden observar las instalaciones renovables existentes en el Archipiélago.



Figura 14. Proyecto de instalaciones renovables en el archipiélago

En cuatro de sus Islas ya se poseen sistemas renovables instalados. Estas instalaciones demuestran la sostenibilidad energética de los territorios y las posibilidades de aprovechamiento de los recursos autóctonos existentes.

El programa ENERGAL aprovechando la iniciativa del Gobierno ecuatoriano “Cero combustibles fósiles en las Islas Galápagos” ha trazado como política reemplazar hasta el 2020, el uso de derivados del petróleo por energías renovables. Este programa apoya con inversiones, capacitaciones y acompañamiento para la obtención del biocombustible. El mismo extraído del piñón (*Jatropha Curcas*), que es cosechado por pequeños productores en el territorio de la provincia de Manabí, quienes lo utilizan como “cerdas vivas” en sus lotes, aprovechando además para ofrecer capacitación e intercambio de conocimientos y experiencias en temas de las fuentes renovables de energía (GIZ, 2014).

2.5. Los sistemas de seguridad ambiental en la generación de energía

Actualmente existen normas internacionales que son aplicables a la gestión ambiental, estas se encuentran agrupadas en las ISO 14000 y la 14001, es la primera serie de normas que permite a las organizaciones de todo el mundo realizar esfuerzos ambientales y medir la actuación de acuerdo con unos criterios aceptados internacionalmente. La ISO 14001 es la primera de la serie 14000 y especifica los requisitos que debe cumplir un sistema de gestión ambiental, es una norma voluntaria y fue desarrollada por la International Organization for Standardization (ISO) en Ginebra. Esta norma está dirigida a ser aplicable a “organizaciones de todo tipo y dimensiones y albergar diversas condiciones geográficas, culturales y sociales”.

El objetivo general tanto de la ISO 14001 como de las demás normas de la serie 14000, es apoyar a la protección ambiental y la prevención de la contaminación en armonía con las necesidades socioeconómicas. La norma se aplica a cualquier organización que desee mejorar y demostrar a otros su actuación ambiental mediante un sistema de gestión certificado (Normalización, 2004).

Estas normativas son parte de las estrategias trazadas por los gobiernos debido a que el planeta es la casa común para todos los seres humanos, animales y plantas; además de que los recursos naturales que se encuentra” en él, son de uso común para lograr el desarrollo económico-social necesario, por ello cada estado debe trazar una estrategia adecuada de protección que permita el uso de los recursos naturales de forma racional, equitativa y que puedan perdurar para el desarrollo de las futuras generaciones.

En los últimos cinco años se ha trabajado en varios países en función de unificar las normas. Desde el año 2009 se trabaja en varios países en función de realizar una integración de los sistemas de gestión de la calidad, el ambiente, la seguridad y salud en el trabajo, esta unión está basada fundamentalmente en que las empresas trabajan con el objetivo de brindar productos y/o servicios de excelencia que no afecten las condiciones ambientales, la seguridad y salud de los trabajadores, dándole una mejor imagen a los productos obtenidos y una mayor organización del trabajo.

Cuando en la primera sección del trabajo se hablaba del ambiente y de lo que está ocurriendo de forma global, donde la contaminación del aire, el agua y el suelo son hechos reales, no se concibe una empresa que produzca con calidad si no es capaz de brindarle a sus empleados condiciones de trabajo adecuadas, que gestione sus residuos y que sea capaz de reciclar o reutilizarlos, esto hace en parte que sus producciones sean eficientes.

El ambiente brinda el recurso para mejorar los niveles de desarrollo de la sociedad, este recurso debe ser gestionado por el hombre de forma que no contamine, debe crear todas las condiciones para lograr que no haya un desequilibrio en los procesos de extracción de los recursos. El ciclo de la energía comienza en el medio y termina en él, cómo se puede observar en la figura 6.

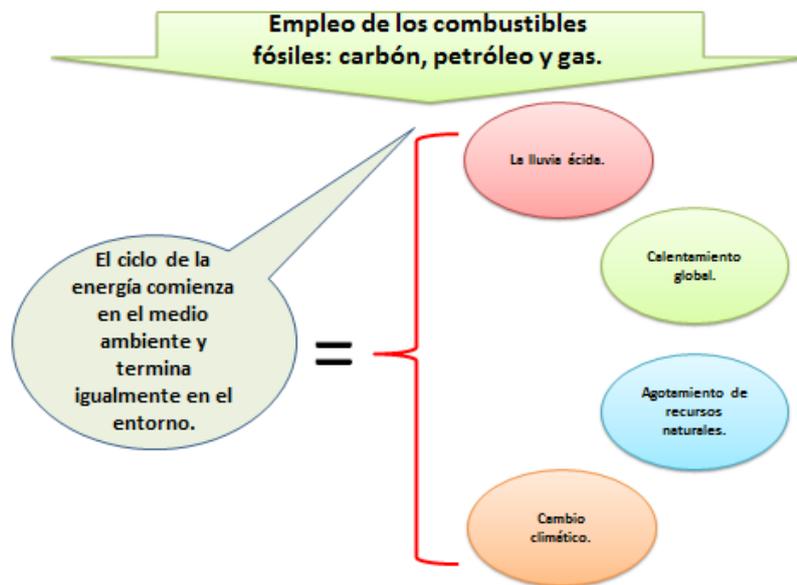


Figura 15. Ciclo de la energía

Las normas tomarán partido en este proceso de forma que el ciclo de la energía transcurra sin dejar huellas negativas en el entorno, de esa forma se logra reducir los efectos del cambio climático y se propicia el desarrollo por el camino de la sostenibilidad, partiendo de que el hombre es el elemento más importante en esta cadena de valores ambientales y donde es responsable de la gestión adecuada del sistema ambiental del planeta. Por lo que esta gestión se ve materializada en un grupo de actividades y mecanismos, acciones e instrumentos que garantizan el uso racional de los recursos naturales mediante la conservación, el mejoramiento, rehabilitación, monitoreo y control de las actividades del hombre con el objetivo fundamental de lograr el desarrollo sostenible como se muestra en el esquema de la figura 7.



Figura 16. Gestión ambiental.

Cuando la gestión ambiental se integra a la seguridad y salud de los trabajadores en una empresa, se deben proyectar objetivos medibles y que estén integrados en su política mediante el trazado de metas que se puedan alcanzar a corto plazo, por lo que el programa integrado de gestión deben tener asignado los actores fundamentales, los recursos económicos y el tiempo para resolverlos.

2.6. Contaminación ambiental en las líneas eléctricas. Caso estudio Montecristi-Manta

La empresa eléctricas CNEL de la provincia de Manabí, tiene declarado su sistema de gestión ambiental (Reyes, 2014) para las redes eléctricas, contando con el diagnóstico de las afectaciones que pueden generar en su entorno y la magnitud e importancia de los impactos generados, así como la propuesta para el plan de manejo ambiental que permita prevenir y solucionar los inconvenientes encontrados.

En el año 2015 se desarrolló en la Universidad Técnica de Manabí, un proyecto de investigación para el estudio de los efectos de la contaminación ambiental en el sistema de líneas eléctricas y la subestación ubicada en las inmediaciones de Montecristi y Manta. El trabajo de investigación permitió la realización de toma de muestras de las deposiciones de residuales en los elementos de la infraestructura de las subestaciones y de los aisladores ubicados en ese territorio.

Se pudo comprobar el efecto contaminante del aire, provocado por las emisiones polvorrientas derivadas de la explotación de las canteras de áridos que se ubican próximas al sitio de estudio, así como las emisiones gaseosas de la planta de tostado de café y a pesar de que no se observa en el ambiente las emisiones de las demás industrias, en la infraestructura de las líneas se pueden observar las huellas de la contaminación vinculada al resto de la actividad industrial de la zona.

Los procedimientos realizados han sido la recolección de muestras a diferentes distancias de los principales focos de contaminación, así como desde el litoral, que permitió evaluar la influencia del aerosol marino combinado con las emisiones de las industrias.

CNEL Manabí es una empresa integrante del sector eléctrico ecuatoriano, ha asumido el reto de que el ciento por ciento de la población manabita, cuente con un servicio eléctrico de calidad y excelencia (CONELEC, 2009).

En la carretera Portoviejo a Manta se destacan varias industrias que están constantemente emitiendo gases contaminantes como monóxido de carbono (CO), derivado del escape de los motores, dióxido de azufre (SO₂), originado en las instalaciones generadoras de calor y electricidad que utilizan petróleo o carbón con contenido sulfuroso, procesos industriales, incineración de residuales, generación de calor y electricidad, y reacción de gases contaminantes en la atmósfera, plomo (Pb), proveniente de gases de escape de vehículos de motor, hidrocarburos no metánicos (incluye etano, etileno, propano, butanos, pentanos, acetileno), incorporando a esto la pulverización del agua marina que combinadas con la acción del viento, se convierte en un coloide de micro partículas principalmente líquidas suspendidas en el aire con un tamaño que puede ser desde 0,002 µm a más de 100 µm, que vienen cargadas con un fuerte componente de cloruro sódico, sales de magnesio, calcio, potasio y sulfatos, muy nocivas para las

estructuras metálicas por su alto nivel corrosivo. Además los aerosoles de origen marino pueden contener compuestos orgánicos.

El aerosol marino es un agente provocado por el rompimiento de las olas en las orillas de las costas, este se dispersa en forma de neblina a diferentes distancias, depositándose en los diferentes elementos que conforman el ambiente, entre los que se encuentran los conductores y aisladores del sistema de transmisión y distribución de la electricidad y se convierte en pequeñas gotas de agua con un alto nivel de salinidad. En las horas del día el agua se evapora como consecuencia del calentamiento solar y queda la sal incrustada en los elementos de la infraestructura eléctrica, con posibilidad de afectar la propiedad dieléctrica de los aisladores, que en combinación con las lluvias pueden provocar afecciones técnicas en la red eléctrica y con ello interrupciones y la disminución de la calidad y eficacia del servicio a los usuarios.

En el periodo de construcción y montaje de la sub estación Montecristi II, se tomaron algunas muestras de las deposiciones de las ya narradas emisiones contaminantes. En la figura 8 se muestra una imagen de los ventiladores de los transformadores, donde se observan los niveles de contaminación. En este caso la mayoría de las deposiciones de contaminantes provienen de las canteras que se encuentran próximas a las subestaciones en estudio, o sea que preventivamente se deben hacer mantenimientos antes de arrancar la sub estación, pues no son solo los aisladores los que pueden resultar afectados por la contaminación.

Como se puede observar incluso antes de entrar en explotación la subestación, ya necesita una limpieza de mantenimiento, pues existen capas de agentes contaminantes que se han depositado en los equipos y que requieren ser retirados por los operarios para ponerlos en funcionamiento.

Para la llegada del invierno, tras los meses de verano donde casi no llueve, los aisladores y demás componentes de la infraestructura de las redes de transmisión y distribución, han acumulado suficiente contaminación y la situación puede agravarse con las primeras lluvias y cuando estas aparecen la deposición de diferentes componentes ya se ha convertido en una capa muy robusta, que en la época de invierno hace que las partículas de agua en el aislador rueden por encima de esa capa, trastocando la propiedad dieléctrica de los aisladores convirtiéndose

en conductores, implicando fallas técnicas con potencialidad de provocar interrupciones en el servicio eléctrico, con sus consecuentes pérdidas económicas, no solo para la empresa eléctrica, sino también para los usuarios.



Figura 17. Deposición del polvo de las canteras en los ventiladores de la subestación.

En la imagen de la figura 18 se pueden observar los aisladores recolectados que ya se encuentran deteriorados por causa de la contaminación.



Figura 18. Muestra de los aisladores deteriorados por causa de la contaminación

Las consecuencias de la contaminación inciden en que las acciones de mantenimiento de la infraestructura eléctrica sean de mayor periodicidad, implicando exceso de gastos de recursos por parte de la empresa eléctrica local de la provincia de Manabí. En la figura 19 se observan diferentes imágenes de los mantenedores de las líneas eléctricas, pudiendo apreciar la complejidad de la tarea, que implica altos riesgos para los trabajadores que realizan los trabajos de limpieza y mantenimiento.



Figura 19. Operarios eléctricos limpiando y dando mantenimiento a las redes.

Estas imágenes son frecuentes observar los fines de semana (sábados y domingos) de 6 a 9 de la de la mañana, en cualquier zona del territorio manabita, fundamentalmente en el tramo de la carretera Montecristi vía a Manta que resulta uno de los sitios más afectados.

Hasta el momento se han logrado identificar un grupo de subestaciones que presentan las mayores afectaciones derivadas de las emanaciones provenientes de los focos contaminantes.

En la figura 20 se muestra el mapa de relieve de la provincia de Manabí y los elementos más importantes de la infraestructura eléctrica afectados en un perímetro de 15 km.

Sub_estaciones y parte de las líneas eléctricas afectadas en un radio de 15 km.

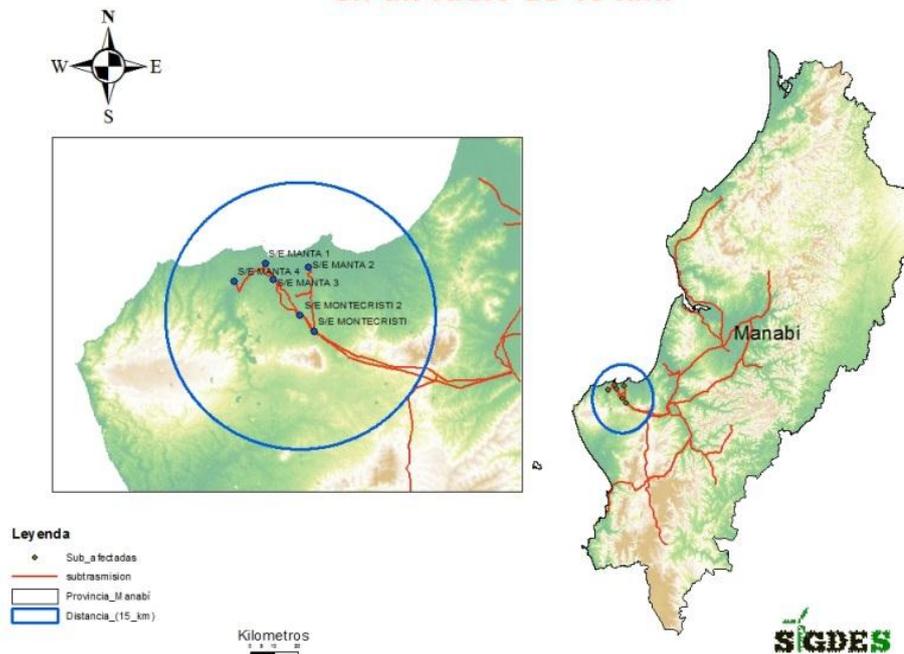


Figura 20. Elementos afectados en un perímetro de 15 km.

Anteriormente ya se ha comentado la incidencia que resulta de la contaminación ambiental sobre los aisladores, lo que implica que en las zonas con mayor afectación, se requieran realizar análisis bien detallados sobre el tipo de contaminación y los tipos de aisladores que deben emplearse en cada caso.

Principalmente las nuevas inversiones deben exigir una evaluación ambiental puntual de los sitios que serán intervenidos con la tecnología y como consecuencia prever las acciones correctivas o de mitigación de impactos que se requieran, lo que va a permitir un menor nivel de afectaciones derivadas de la influencia ambiental, suponiendo la reducción de las pérdidas económicas por ese concepto.

Se han definido los elementos de la infraestructura eléctrica que están siendo afectados por los efectos de la contaminación ambiental derivada de la actividad industrial y su combinación con los componentes climáticos y el aerosol marino, definiéndose las zonas más afectadas por este fenómeno.

BIBLIOGRAFÍA

La problemática ambiental y el deterioro de los recursos naturales en el Ecuador. Una perspectiva desde la geografía. <http://repositorio.puce.edu.ec>.

Puentesta, Wendy P. 2015. 2015, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

The potential impacts of climate variability and change on air pollution related health effects in the United States. *Environ Health Perspect.* **Bernard SM, Samet JM, Grambsch A, Ebi KL y I, Romieu. 2001.** 2001, págs. 109 Suppl 2:199-209.

Altshuler, J. and y colectivo de autores. 2014. *Tabloide de energía. suplemento especial.* Editorial Academia, Cuba: s.n., 2014.

Arsenic exposure in Latin America: Biomarkers, risk assessments and related health effects. . **McClintock TR, Chen Y, Bundschuh J, Oliver JT, Navoni J, Olmos V, et al. 2012.** 2012, *Sci Total Environ*; 429:76,91, pág. <http://www.scielo.org.mx/scielo.ph>.

Atlas del sistema eléctrico del Ecuador. Publicación anual del MEER, CONELEC y TERRASOE. **CONELEC. 2009.** 2009.

Cambio climático en España y riesgo por enfermedades infecciosas y parasitarias transmitidas por artrópodos y roedores. *Rev Esp Salud Pública 2005.* **Vélez, López. 2005.** 2005, *Rev Esp Salud Pública*.

Contaminación aérea y sus efectos en la salud. **Manuel, Oyarzún. 2010.** 2010, *Rev Chil Enf Respir*; 26: 16-25, pág. www.scielo.cl/pdf/rcher/v26n1/art04.pdf.

Declaración de impacto ambiental de las líneas de subtransmisión Manta 2 – Jaramijó y subestación Jaramijó” provincia de Manabí. **Reyes, P. 2014.** 2014, www.cenel.gob.ec.

Energías renovables 2016. reporte de la situación mundial. **REN21. 2016.** 2016, pág. <http://www.ren21.net>.

Energías Renovables para Galápagos. **GIZ. 2014.** 2014, <https://www.giz.de>.

Enrique Lendo Fuentes, M.J.D. 2012. *Programa Frontera 2012. Programa Ambiental México-Estados Unidos.* s.l. : <http://www2.epa.gov/>, 2012.

- Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo*. **Chávez Orozco, César A. 2013.** 2013, Eídos 2, págs. 14-18.
- Gestion Integral e Integrada de Seguridad y Salud Modelo Ecuador*. **Vásquez, Luis. 2011.** 2011, Seguridad y Salud en Trabajo, págs. 8, 9, 10.
- Gill Pérez, Daniel y Macias, O. 2014.** *Década de la Educación para un futuro sostenible. Un punto de inflexión necesario en la atención a la situación del planeta*. s.l.: Revista Iberoamericana de Educación 40, pp. 125-178 2006, 2014.
- IEES. 2010.** [ed.] Arq. Juan Vélez Andrade. QUITO: s.n., 2010.
- . **2007.** *GALINDO*. QUITO: s.n., 2007.
- . **2005.** *Sistema de Administración de la Seguridad y*. QUITO: s.n., 2005.
- IPCC. 2011.** Resumen para responsables de políticas", en el Informe especial sobre fuentes de energía renovables y mitigación. www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srren/srren_report_es.pdf: s.n., 2011.
- La contaminación ambiental como factor determinante de la salud*. **Vargas Marcos, Francisco. 2016.** s.l.: Revista Española de Salud Pública, ISSN 2173-9110Print version ISSN 1135-5727. <http://dx.doi.org/>, 2016, Rev. Esp. Salud Publica [online]. 2005, vol.79, n.2 [cited 2016-12-17], pp.117-127. Available from: <http://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S113.
- La ordenación y la planificación de las fuentes renovables de energía en la Isla de Cuba desde una perspectiva territorial. Estudio de caso en el municipio Guamá a partir de un geportal*. **Rodríguez, María. 2011.** 2011, EDITORIAL CIEMAT, Depósito Legal: M-35559, NIPO: 721-12-044-4 <http://www.060.es>.
- La salud ambiental en México: situación actual y perspectivas futuras*. **Riojas Rodriguez, HoracioShhilmann, Astrid López, Crrillo, Lizbeth y Finkelman Jacobo. 2013.** 2013, Salud pública Méx [online]. vol.55, n.6, pp.638-649. ISSN 0036-3634., pág. <http://www.scielo.org.mx/>.

Marcos, Francisco Vargas. 2004. [ed.] <http://www.ucop.edu/cprc/ehsrpt.pdf>.
s.l. : A report of the SB 702 Expert Working Group. Berkeley CA: California
Policy Research Center University of California, 2004, Strategies for
Establishing an Environmental Health Surveillance System in California.

McCormick N. 1981. *Reliability and Risk Analysis. Methods and Nuclear Power
Application.* 1981.

*Norma Internacional. sistemas de Gestion ambiental. Normalización, Organización
Internacional de.* **2004.** 2004, ISO 14001:2004.

**Observatorio de enfermedades profesionales (cepross) y de enfermedades
causadas o agravadas por el trabajo (panotratss). Marzo 2016.** *Informe
anual 2015.* Madrid: s.n., Marzo 2016. NIPO: 270-15-059-8.

OIT. 2004. *Marco de promoción en el ámbito de la seguridad y s.* GINEBRA:
Conferencia Internacion, 2004. ISBN.

OMS. OMS. 2003. 2003. ISBN/ISSN.

Plan maestro de electrificación 2013-20120. Resumen ejecutivo. **CONELEC. 2014.**
2014, Ministerio de electricidad y energía.

United States Nuclear Regulatory Commission. 1975. *Reactor Safety Study: An
Assessment of Accidents Risks in US Commercial Nuclear Power Plants. WASH-
1400-MR (NUREG- 75/014).* 1975.

DATOS DE LOS AUTORES

GRETHER LUCIA REAL PÉREZ, PhD. MsC. Ing.



Doctora en Ciencias Técnicas. Máster en Administración de Empresas. Ingeniera Industrial. Especialista en Ergonomía y Seguridad Industrial. Becaria MAPFRE España. Especialista en: Seguridad Industrial, Ambiente, Procesos, Operaciones, Estadística. Experta y consultora en diagnóstico ergonómico, psicosocial y seguridad industrial. *Docente de la Escuela de Ingeniería en Acuicultura y Pesca. Universidad Técnica de Manabí (UTM). Ecuador*

gretherreal@gmail.com

ARGELIO ANTONIO HIDALGO AVILA, MsC. Lic.

Máster en Dirección de Empresas. Licenciado en Economía. Especialista en: Administración de Empresas. Investigación de Operaciones. Experto en Estrategias de Ventas, Comercialización de Seguros y Marketing Digital. Consultor y experto en Análisis e Impacto Económico de los Accidentes. *Docente de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM). Extensión de Bahía de Caráquez. Ecuador*



hidalgoppn@gmail.com



Uleam
UNIVERSIDAD LAICA
ELOY ALFARO DE MANABÍ



**EDITORIAL
MAR ABIERTO**

MARÍA RODRÍGUEZ GÁMEZ, PhD. MsC. Lic.



Dra. Estrategias y Planificación del territorio en Fuentes Renovables de Energía. MSc. Ordenación y Desarrollo Territorial (Planificación Estratégica Fuentes renovables de energías). Lic. Educación, Especialidad: Física y Astronomía. Evaluador del programa CYTED. Experto en programas de Fuentes Renovables Energía. Especialista de Medio Ambiente. Auditor de medio Ambiente. *Docente de la Universidad Técnica de Manabí (UTM). Ecuador*

taliangel270557@gmail.com

ANTONIO VÁZQUEZ PÉREZ, MsC. Lic.

MsC. Master Internacional en Formación Ambiental. Licenciado en Derecho. Experto en Gestión del Potencial Humano. Reducción de desastres. Derecho Ambiental Internacional y Marco Regulatorio de las fuentes renovables de energía. Formación Ambiental. Sistemas de Información Geográfica. Asesor del programa energético sostenible del Ministerio de Energía y Minas en Cuba, para el Marco Regulatorio de las fuentes renovables de energía.



antoniov5506@gmail.com