
Guía de Revisión Técnica de EIA: Generación y Transmisión de Energía

Volumen II Apéndices

Documento Regional preparado bajo El Programa de Cooperación Ambiental CAFTA DR
para Fortalecer la Revisión de las Evaluaciones de Impacto Ambiental (EIA)



Preparado por Expertos Regionales en EIA y Energía de los Países de CAFTA-DR y EUA, con apoyo de:



USAID ENVIRONMENT AND LABOR
EXCELLENCE FOR CAFTA-DR PROGRAM



Este documento es el resultado de un esfuerzo regional en el marco de los acuerdos de cooperación ambiental emprendidos como parte del Acuerdo de Libre Comercio entre Centroamérica y República Dominicana con los Estados Unidos. Ha sido posible gracias al apoyo del Gobierno de los Estados Unidos a través de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). Los puntos de vista/opiniones aquí expresados no reflejan necesariamente los de USAID o los del Gobierno de los Estados Unidos. Expertos de los países CAFTA-DR participaron en la preparación de este documento, sin embargo no necesariamente representa las políticas, prácticas o requerimientos de sus gobiernos u organizaciones.

Guía de Revisión Técnica de EIA: Generación y Transmisión de Energía

Volumen II Apéndices

Las Guías de Revisión Técnica de EIA para la Generación y Transmisión de Energía fueron elaboradas como parte de una colaboración regional para asegurar que la identificación, evasión, prevención y/o mitigación de los potenciales impactos adversos así como del mejoramiento de potenciales impactos beneficiosos de los proyectos propuestos de minería que están siendo revisados por funcionarios gubernamentales, organizaciones no-gubernamentales y el público en general durante la vida del proyecto, sean exitosos. Estas guías forman parte de un programa más extenso para fortalecer la revisión de las evaluaciones de impacto ambiental (EIA) que se encuentran dentro de acuerdos de cooperación ambiental, asociados con el tratado de libre comercio “CAFTA-DR” entre los Estados Unidos y los cinco países de Centro América y la República Dominicana.

Estas guías fueron preparadas por expertos regionales de los países del CAFTA-DR y de los Estados Unidos en ambas organizaciones gubernamentales responsables del medio ambiente y energía así como por importantes académicos nombrados por los respectivos ministros, apoyado por el contrato de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (U.S. AID) para el Programa de Excelencia Ambiental y Laboral y subvención con la Comisión Centro Americana Ambiente y Desarrollo (CCAD). Las guías han sido redactadas tomando en cuenta los materiales existentes dentro y fuera de estos países, así como de organizaciones internacionales y no representan las políticas o prácticas de cualquier país u organización en particular.

Las guías están disponibles en inglés y en español en el sitio Web de la Comisión Centro Americana Ambiente y Desarrollo (CCAD), de la Agencia de Protección al Medio Ambiente de los EE.UU. (U.S.EPA), y de La Red Internacional para el Cumplimiento y Aplicación Ambiental (INECE), www.sica.int/ccad/, www.epa.gov/oita/, www.inece.org/. El Volumen I contiene las guías que registran los elementos de evaluación de impacto ambiental reconocidos a nivel internacional. Así mismo, el Volumen I contiene un glosario, referencias y ejemplos de los Términos de Referencia para ser usados por los países en la medida en que preparan sus propios requerimientos del programa. El Volumen II contiene Apéndices con información detallada en energía, requerimientos y normas, herramientas predecibles y códigos internacionales.



USAID ENVIRONMENT AND LABOR
EXCELLENCE FOR CAFTA-DR PROGRAM



[Esta página está en blanco intencionalmente.]

INDICE

APENDICE A	¿QUE ES GENERACION Y TRANSMISION DE ENERGIA?	1
1	INTRODUCCION	1
2	GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA	1
2.1.	<i>Turbinas de Vapor</i>	3
2.2.	<i>Centrales de Energía de Combustión</i>	12
2.3.	<i>Energía Hidráulica</i>	20
2.4.	<i>Energía Solar</i>	29
2.5.	<i>Energía Eólica</i>	37
2.6.	<i>Energía Geotérmica</i>	41
2.7.	<i>Sub-estación de Transmisión</i>	42
3	TRANSMISION DE ENERGIA ELECTRICA	43
3.1.	<i>Derechos de Vías</i>	43
3.2.	<i>Líneas de Transmisión Aéreas</i>	43
3.3.	<i>Líneas de Transmisión Subterráneas</i>	44
3.4.	<i>Sub-Estación de Distribución</i>	45
APENDICE B	GENERALIDADES SOBRE LAS ACTIVIDADES DE ENERGIA EN LOS PAISES CAFTA-DR	47
1	GENERALIDADES A NIVEL REGIONAL	47
1.1.	<i>Datos para el Uso de Combustible y Energía para CAFTA-DR</i>	47
1.2.	<i>Transmisión de Energía</i>	49
2	GENERALIDADES DE LOS PAÍSES DE CAFTA-DR	51
2.1.	<i>Costa Rica</i>	51
2.2.	<i>República Dominicana</i>	53
2.3.	<i>El Salvador</i>	54
2.4.	<i>Guatemala</i>	56
2.5.	<i>Honduras</i>	58
2.6.	<i>Nicaragua</i>	60
APENDICE C	REQUERIMIENTOS Y NORMAS APLICABLES DENTRO DE LOS PAISES CAFTA-DR, OTROS PAISES Y ORGANIZACIONES INTERNACIONALES	63
1	INTRODUCCION A LAS LEYES, NORMAS Y REQUERIMIENTOS AMBIENTALES	63
2	NORMAS PARA LA CALIDAD DEL AGUA Y DEL AIRE	67
3	NORMAS DE DESEMPEÑO PARA LOS PROYECTOS DE ENERGIA	72
4	NORMAS DE LAS DESCARGAS DE AGUA/EFLUENTES	74
4.1.	<i>Información Suplementaria</i>	75
4.2.	<i>Límites de Emisión de Aire</i>	77
5	TRATADOS Y ACUERDOS INTERNACIONALES	91
6	SITIOS WEB APLICABLES	93

APENDICE D	EROSIÓN Y SEDIMENTACIÓN.....	95
APENDICE E	PLAN DE MUESTREO Y ANALISIS	111
1	INTRODUCCION	111
1.1.	<i>Nombre de Sitio o Area de Muestreo</i>	<i>111</i>
1.2.	<i>Ubicación del Sitio o Área de Muestreo.....</i>	<i>111</i>
1.3.	<i>Organización Responsable.....</i>	<i>111</i>
1.4.	<i>Organización del Proyecto.....</i>	<i>111</i>
1.5.	<i>Declaración de un Problema Especifico</i>	<i>112</i>
2	ANTECEDENTES.....	112
2.1.	<i>Descripción del Sitio o Área de Muestreo [Completar los espacios en blanco.....</i>	<i>112</i>
2.2.	<i>Historia Operacional.....</i>	<i>112</i>
2.3.	<i>Investigaciones Previas / Involucramiento Regulatorio.....</i>	<i>113</i>
2.4.	<i>Información Geológica</i>	<i>113</i>
2.5.	<i>Impacto Ambiental y/o Humano</i>	<i>113</i>
3	OBEJTIVOS DE LA CALIDAD DE DATOS DEL PROYECTO	113
3.1.	<i>Tarea del Proyecto y Definición del Problema</i>	<i>113</i>
3.2.	<i>Objetivos de Calidad de los Datos (OCD).....</i>	<i>113</i>
3.3.	<i>Indicadores de Calidad de los Datos (ICD)</i>	<i>114</i>
3.4.	<i>Revisión y Validación de Datos</i>	<i>115</i>
3.5.	<i>Manejo de Datos</i>	<i>115</i>
3.6.	<i>Supervisión de la Evaluación.....</i>	<i>115</i>
4	JUSTIFICACION DEL MUESTREO	115
4.1.	<i>Muestreo de Suelos</i>	<i>116</i>
4.2.	<i>Muestreo de Sedimentos</i>	<i>116</i>
4.3.	<i>Muestreo del Agua</i>	<i>116</i>
4.4.	<i>Muestreo Biológico.....</i>	<i>116</i>
5	SOLICITUD DE ANALISIS.....	117
5.1.	<i>Narrativa del Análisis.....</i>	<i>117</i>
5.2.	<i>Laboratorio Analítico</i>	<i>117</i>
6	METODOS Y PROCEDIMIENTOS DE CAMPO.....	117
6.1.	<i>Equipo de Campo.....</i>	<i>118</i>
6.2.	<i>Revisión de Campo.....</i>	<i>118</i>
6.3.	<i>Suelo</i>	<i>118</i>
6.4.	<i>Muestreo de Sedimentos.....</i>	<i>121</i>
6.5.	<i>Muestreo de Agua</i>	<i>122</i>
6.6.	<i>Muestreos Biológicos.....</i>	<i>125</i>
6.7.	<i>Procedimientos de Descontaminación.....</i>	<i>126</i>
7	ENVASES PARA MUESTRAS, CONSERVACION Y ALMACENAMIENTO	127
7.1.	<i>Muestras de Suelo</i>	<i>128</i>
7.2.	<i>Muestras de Sedimentos</i>	<i>128</i>
7.3.	<i>Muestras de Agua.....</i>	<i>129</i>
7.4.	<i>Muestras Biológicas.....</i>	<i>130</i>
8	DISPOSICION DE LA MATERIA DE DESECHO	131

9	DOCUMENTACION PARA MUESTRAS Y ENVIO.....	132
9.1.	<i>Notas de Campo</i>	<i>132</i>
9.2.	<i>Etiquetado</i>	<i>134</i>
9.3.	<i>Muestra de Formularios de Cadena de Custodia y Sellos de Custodia</i>	<i>134</i>
9.4.	<i>Embalaje y Envío.....</i>	<i>134</i>
10	CONTROL DE CALIDAD.....	135
10.1.	<i>Control de Calidad de las Muestras de Campo.....</i>	<i>136</i>
10.2.	<i>Muestras de Antecedentes.....</i>	<i>141</i>
10.3.	<i>Análisis de Campo y Muestras de Confirmación.....</i>	<i>141</i>
10.4.	<i>Muestras de Control de Calidad de Laboratorio.....</i>	<i>142</i>
11	VARIACIONES DE CAMPO	143
12	PROCEDIMIENTOS DE SALUD DE CAMPO Y SEGURIDAD.....	144

LISTA DE FIGURAS

FIGURA A- 1: FUENTES DE ENERGÍA Y TECNOLOGÍAS DE GENERACIÓN	1
FIGURA A- 2: DIAGRAMA DE UN GENERADOR	2
FIGURA A- 3 UN DIAGRAMA BÁSICO DE UNA TURBINA DE VAPOR	3
FIGURA A- 4: COMPONENTES COMUNES DE PLANTA DE ENERGÍA QUE USA UNA TURBINA DE VAPOR.....	4
FIGURE A- 5: MULTI-PRESSURE STEAM TURBINES.....	4
FIGURA A- 6: DIAGRAMA DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE UN SOLO PASO.....	6
FIGURA A- 7: SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE UN SOLO PASO CON ESTANQUE DE ENFRIAMIENTO	7
FIGURA A- 8: SISTEMA DE ENFRIAMIENTO POR RECIRCULACIÓN, CON DIAGRAMA DE ESTANQUE DE ENFRIAMIENTO	8
FIGURA A- 9: DIAGRAMA DE TORRE DE ENFRIAMIENTO	9
FIGURA A- 10: DIAGRAMA DE LA TORRE DE ENFRIAMIENTO SECO PARA ENFRIAMIENTO DIRECTO	10
FIGURA A- 11: DIAGRAMA DE LA TORRE DE ENFRIAMIENTO SECO PARA ENFRIAMIENTO INDIRECTO	11
FIGURA A- 12: DIAGRAMA DE LA PLANTA DE COMBUSTIÓN DE TURBINA DE VAPOR.....	16
FIGURA A- 13: DIAGRAMA DE PLANTA DE ENERGÍA TÉRMICA DE CARBÓN.....	17
FIGURA A- 14: DIAGRAMA DE TURBINA DE GAS.....	18
FIGURA A- 15: UNIDAD DE GENERACIÓN DE CICLO COMBINADO	19
FIGURA A- 16: DIAGRAMA DE PRESA HIDROELÉCTRICA.....	21
FIGURA A- 17: TURBINA DE AGUA	22
FIGURA A- 18: PROYECTO DE DESVIACIÓN HIDROELÉCTRICA.....	24
FIGURA A- 19: OPERACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE ALMACENAMIENTO REVERSIBLE.....	25
FIGURA A- 20: DIAGRAMA DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO DE ALMACENAMIENTO REVERSIBLE.....	25
FIGURA A- 21: DISPOSITIVOS DE ENERGÍA UNDIMOTRIZ	28
FIGURA A- 22: TURBINAS MAREOMOTORAS.....	29
FIGURA A- 23: TECNOLOGÍAS DE ENERGÍA SOLAR Y SUS REQUERIMIENTOS AMBIENTALES	30
FIGURE A- 24: DIAGRAMA DE UN SISTEMA PARABÓLICO SOLAR	32
FIGURA A- 25: DIAGRAMA DE CONCENTRADOR SOLAR PARABÓLICO CON UNIDAD DE ALMACENAMIENTO DE SAL LÍQUIDA.....	33
FIGURA A- 26: DIAGRAMA DE TORRE DE ENERGÍA SOLAR.....	34
FIGURA A- 27: DIAGRAMACIÓN DE SISTEMA DE ENERGÍA DE PLATO-MOTORES PARABÓLICOS/ESPEJOS DE MEMBRANA DISTENDIDA.....	35
FIGURA A- 28: DIAGRAMACIÓN DEL SISTEMA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA	36
FIGURA A- 29: TURBINA DE VIENTO CON EJE HORIZONTAL.....	37
FIGURA A- 30: COMPONENTES HORIZONTALES DE LOS EJES DE LA TURBINA DE VIENTO.....	38
FIGURA A- 31: TURBINA EÓLICA DE TRANSMISIÓN DIRECTA.....	39
FIGURA A- 32: TURBINA EÓLICA CON EJE HORIZONTAL.....	40
FIGURA A- 33: PLANTA DE ENERGÍA GEOTÉRMICA DE VAPOR.....	41
FIGURA A- 34: PLANTA DE ENERGÍA GEOTÉRMICA DE CICLO BINARIO (CICLO-CERRADO).....	42
FIGURA A- 35: CONFIGURACIONES DISTINTAS DE TORRES DE TRANSMISIÓN	44
FIGURA B- 1: GENERACIÓN DE ENERGÍA EN COSTA RICA POR TIPO DE COMBUSTIBLE 2008.....	51
FIGURA B- 2: GENERACIÓN DE ENERGÍA EN REPÚBLICA DOMINICANA POR TIPO DE COMBUSTIBLE 2008	53
FIGURA B- 3: GENERACIÓN DE ENERGÍA EN EL SALVADOR POR TIPO DE COMBUSTIBLE 2008.....	54
FIGURA B- 4: GENERACIÓN DE ENERGÍA EN GUATEMALA POR TIPO DE COMBUSTIBLE 2008.....	56
FIGURA B- 5: TENDENCIAS DE LA ENERGÍA EN HONDURAS POR TIPO DE COMBUSTIBLE 2008.....	58
FIGURA B- 6: GENERACIÓN DE ENERGÍA EN NICARAGUA POR TIPO DE COMBUSTIBLE 2008.....	60
FIGURA C- 1: ENFOQUES HACIA EL MANEJO AMBIENTAL	65
FIGURA C- 2: EJEMPLOS DE REQUERIMIENTOS AMBIENTALES	66

LISTA DE TABLAS

TABLA A- 1: USO PROMEDIO DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO Y CONSUMO DE AGUA EN PLANTAS TÉRMICAS DE CARBÓN	6
TABLA A- 2: COSTOS RELATIVOS DE LOS SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO	11
TABLA B- 1: INDICADORES DE LA GENERACIÓN DE ENERGÍA	48
TABLA B- 2: PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LOS PAÍSES CAFTA-DR EN EL 2008	49
TABLA B- 3: TENDENCIAS DE LA ENERGÍA EN COSTA RICA 1998-2008	52
TABLA B- 4: TENDENCIAS DE LA ENERGÍA EN REPÚBLICA DOMINICANA 1998-2008	53
TABLA B- 5: TENDENCIAS DE LA ENERGÍA EN EL SALVADOR 1998-2008	56
TABLA B- 6: TENDENCIAS DE LA ENERGÍA EN GUATEMALA 1998-2008	57
TABLA B- 7: TENDENCIAS DE ENERGÍA EN HONDURAS 1998-2008	59
TABLA B- 8: CAPACIDAD DE GENERACIÓN POR TIPO Y COMPAÑÍA PARA EL 2009	61
TABLA B- 9: TENDENCIAS DE LA ENERGÍA EN NICARAGUA 1998-2008	62
TABLA C- 1: GUÍAS Y NORMAS PARA LA CALIDAD DEL AGUA FREÁTICA	67
TABLA C- 2: GUÍAS Y NORMAS DE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE	69
TABLA C- 3: GUÍAS Y NORMAS DE LA CALIDAD DEL AIRE AMBIENTE	71
TABLA C- 4: IMPACTOS AMBIENTALES PROVENIENTES DE FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLE	73
TABLA C- 5: DESCARGA DE AGUA/LÍMITES DE EFLUENTES APLICABLES A PLANTAS ELÉCTRICAS DE VAPOR	74
TABLA C- 6: GENERALIDADES DE LOS LÍMITES DE EFLUENTES NPDES PARA LAS INSTALACIONES DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE VAPOR	75
TABLA C- 7: LIMITACIONES DE EFLUENTES NSPES PARA LAS INSTALACIONES DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE VAPOR	76
TABLA C- 8: GUÍAS IFC DE EMISIONES PARA PLANTAS PEQUEÑAS DE COMBUSTIÓN (3MWTH-50MWTH)	78
TABLA C- 9: GUÍAS IFC DE EMISIONES PARA INSTALACIONES DE CALDERAS	79
TABLA C- 10: GUÍAS IFC DE EMISIONES PARA TURBINAS DE COMBUSTIÓN (UNIDADES MAYORES DE 50 MWH)	80
TABLA C- 11: GUÍAS IFC DE EMISIONES PARA MOTORES RECÍPROCOS	81
TABLA C- 12: GENERALIDADES DE LAS NORMAS DE DESEMPEÑO DE FUENTES NUEVAS (NSPS) PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE COMBUSTIBLE FÓSIL	82
TABLA C- 13: LÍMITES DE EMISIÓN/REQUERIMIENTOS DE REDUCCIÓN DE MATERIAL COMPUESTO POR PARTÍCULAS (PM)	83
TABLA C- 14: LÍMITES DE EMISIÓN DE DIÓXIDO DE SULFURO (SO ₂) Y REQUERIMIENTOS DE REDUCCIÓN	83
TABLA C- 15: LÍMITES DE EMISIONES DE ÓXIDOS DE NITRÓGENO (NO _X) Y REQUERIMIENTOS DE REDUCCIÓN	84
TABLA C- 16: LÍMITES DE EMISIÓN DE MERCURIO (HG)	85
TABLA C- 17: LÍMITES DE EMISIÓN DE DIÓXIDO DE SULFURO (SO ₂)	85
TABLA C- 18: LÍMITES DE EMISIÓN DE MATERIAL COMPUESTO DE PARTÍCULAS (PM)	86
TABLA C- 19: LIMITE DE EMISIÓN DE ÓXIDO DE NITRÓGENO (NO _X)	87
TABLA C- 20: LÍMITES DE EMISIÓN DE MATERIAL COMPUESTO POR PARTÍCULAS (PM)	88
TABLA C- 21: LÍMITES DE EMISIÓN DE DIÓXIDO DE SULFURO (SO ₂)	89
TABLA C- 22: ASIGNACIÓN DE EMISIONES PARA NITRÓGENO NO _X CONTENIDO EN EL COMBUSTIBLE	91
TABLA C- 23: LÍMITES DE EMISIONES POR OPCIONES DE ÓXIDO DE SULFURO (SO ₂)	91
TABLA C- 24: TRATADOS AMBIENTALES MULTILATERALES RATIFICADOS (R) OF FIRMADOS (F) POR LOS PAÍSES DE CAFTA-DR	92

[Esta página está en blanco intencionalmente.]

APENDICE A ¿QUE ES GENERACION Y TRANSMISION DE ENERGIA?

1 INTRODUCCION

El propósito de este apéndice es proveerle al revisor de un EIA en un proyecto de generación y/o transmisión de energía, información básica que él o ella pueda necesitar para entender las tecnologías que se usan para generar y transmitir la energía eléctrica y por lo tanto, entender los probables impactos ambientales que puedan causar dichas tecnologías. Se ha dividido el apéndice en dos secciones diferentes. La primera sección muestra las tecnologías que existen para la generación de energía eléctrica y la segunda sección presenta las tecnologías para la transmisión de la misma.

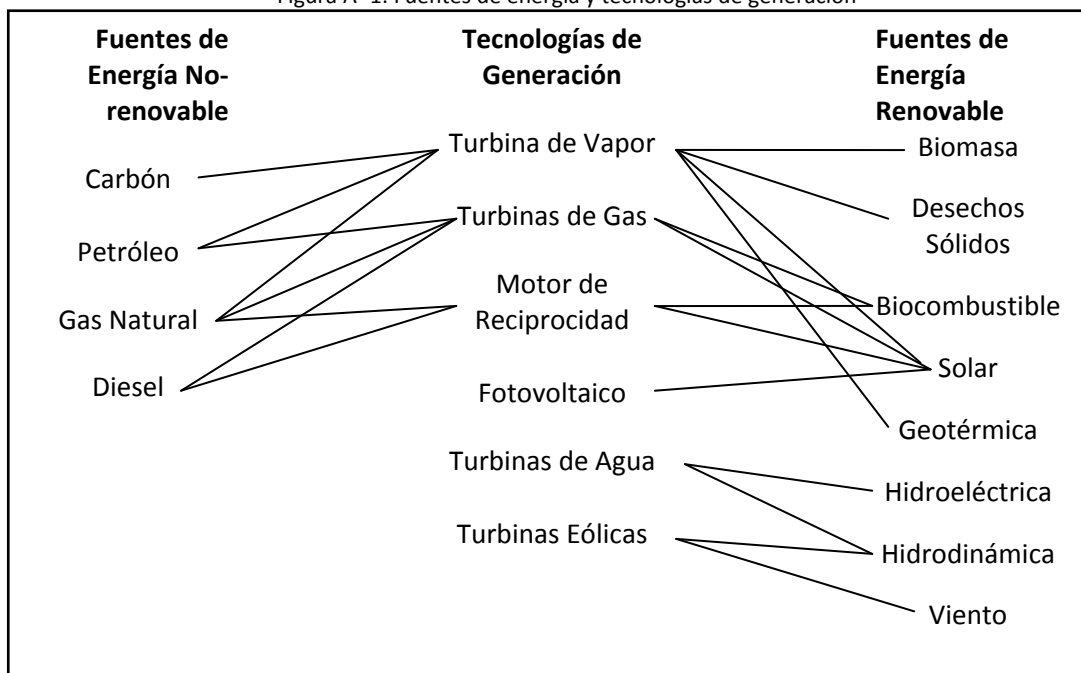
2 GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA

Existen muchas formas de generar energía eléctrica, sin embargo en términos más amplios, están divididos en dos grupos los cuales están basados en la fuente de energía que se usa en el sistema:

- **No-renovable**, que usa combustibles fósiles (aceite, gas, diesel, gasolina y carbón) los cuales tienen una fuente limitada y que se puede agotar, o
- **Renovable**, que usa fuentes de energía que se pueden renovar constantemente y por lo tanto son inagotables, tal como la biomasa, biocombustibles, energía hidroeléctrica, hidrocínética, solar, eólica y geotérmica.

Sin embargo, no siempre las tecnologías que se usan para convertir energías renovables y no-renovables en electricidad son mutuamente exclusivas. La Figura A-1 muestra cómo se pueden usar las diferentes fuentes de energía renovable y no-renovable por las tecnologías de generación para producir energía eléctrica.

Figura A- 1: Fuentes de energía y tecnologías de generación



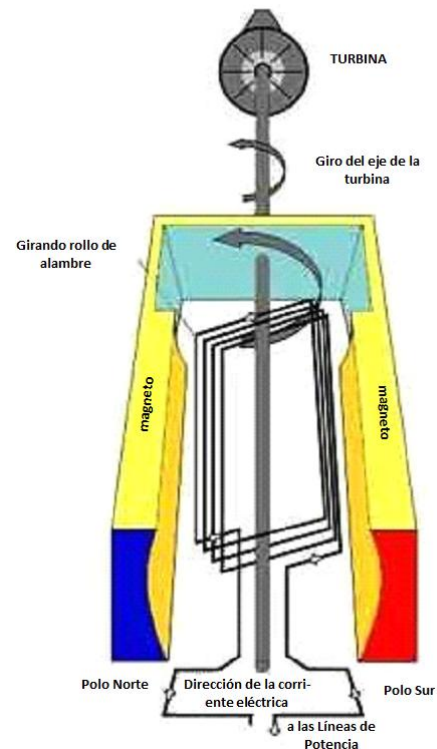
Como podemos ver en la Figura A-1, algunas de las tecnologías de generación pueden propulsarse a través de diferentes formas de energía. Por ejemplo, por lo general las turbinas de vapor son propulsadas por dos recursos no-renovables (carbón y petróleo) y cuatro recursos renovables (biomasa, desechos sólidos, energía solar y energía geotérmica). Otras tecnologías están asociadas solamente con una o dos formas de energías renovables como por ejemplo fotovoltaico (energía solar) y turbinas de agua (energía hidroeléctrica y energía hidrodinámica) y viento (energía eólica e hidrodinámica). Ninguna tecnología de generación está asociada exclusivamente con fuentes de energía no-renovable.

La energía eléctrica pública o comercial, con pocas excepciones¹, es producida por generadores. Los generadores están compuestos de bobinas de alambre de cobre (o cualquier otro tipo de material conductor) que giran o rotan entre los magnetos, generando por lo tanto, una corriente eléctrica (Figura A-2). Otra posibilidad es que las bobinas pueden rodear un magneto que esté girando y en ese caso al generador es conocido como alternador. En cualquiera de los casos, la corriente eléctrica se genera usando el principio de la inducción electromagnética, la cual establece que cuando un conductor eléctrico se mueve a través de un campo magnético, fluirá la corriente eléctrica en el conductor. Por lo tanto, la energía mecánica de un rotor giratorio se convierte en energía eléctrica.

Entonces, el trabajo de la mayor parte de la generación de energía eléctrica es de hacer girar el generador. Esto se logra a través de turbinas o motores. Existen cuatro tipos básicos de turbinas: vapor, gas, agua y viento. Como podemos ver en la Figura A-1, las turbinas de vapor y gas, así como los motores de explosión pueden ser impulsados por fuentes de energía renovable y no-renovable. Las turbinas de agua y viento únicamente son propulsadas a través de fuentes de energía renovable.

Esta sub-sección proveerá una descripción básica de cada tipo de planta de generación de energía. Comienza con una descripción genérica de la turbina de vapor, que es la tecnología de generación de energía que se usa comúnmente para producir energía eléctrica pública o comercial. Además es la única tecnología común a muchas formas de fuentes de energía renovable y no-renovable. A esto le sigue la sub-sección que habla sobre sistemas de combustión que incluye a todas las fuentes de energía que se quema para generar electricidad. Esto es seguido de una sub-sección para cada una de las energías, la hidráulica, solar, eólica y geotérmica.

Figura A- 2: Diagrama de un Generador

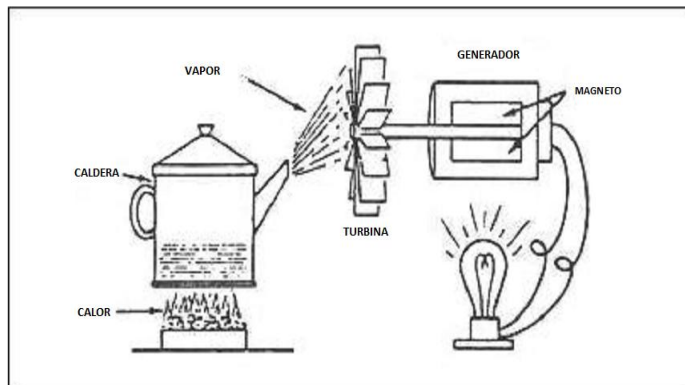


¹ Los sistemas fotovoltaicos solares y celdas de combustibles son las excepciones en el uso de generadores giratorios para la producción de energía eléctrica. En este apéndice se encuentra la descripción de los sistemas fotovoltaicos solares. No se han incluido las celdas de combustible dentro de estas guías ya que no se usan por lo general en la generación de energía eléctrica comercial.

2.1. Turbinas de Vapor

Una turbina de vapor es un dispositivo mecánico que extrae la energía térmica del vapor presurizado y lo convierte en una moción rotativa. Este tipo de turbina casi ha reemplazado el motor de vapor de pistón alternante debido a que procura mayor eficiencia térmica y mayor potencia por unidad de peso. Aproximadamente 80 por ciento de toda la generación de energía eléctrica en el mundo se genera usando turbinas de vapor. La Figura A-3 muestra un diagrama muy básico de la función de la turbina de vapor. Aunque es simplista, la Figura A-3 presenta el concepto básico de manera muy clara: se usa alguna forma de calor para crear el vapor y luego esto se pasa a través de las aspas de una turbina, haciendo que gire, haciendo rotar un generador y produciendo electricidad. Sin embargo, los diseños actuales son bastante complicados, y tienen la forma y el tamaño de la turbina, así como la forma y configuración de las aspas que son diseñadas especialmente para asegurar una conversión máxima del calor y presión en el vapor para energía eléctrica. Por ejemplo, el vapor se expande en la medida que trabaja, por lo que la turbina es más ancha por el lado donde sale el vapor de lo que es por el lado que entra.

Figura A- 3 Un diagrama básico de una turbina de vapor



Basado sobre la figura de <http://cr4.globalspec.com/comment/641909>

2.1.1. Componentes Comunes del Sistema

Todas las plantas de energía que usan turbinas de vapor tienen componentes comunes (Figura A-4). Estos incluyen:

- Una fuente de agua
- Una fuente de vapor
- Turbinas de vapor
- Generadores
- Un condensador de vapor
- Un sistema de enfriamiento

Las turbinas de vapor necesitan agua y para poder operar, un medio para convertir el agua en vapor. Se puede generar el vapor mediante diferentes tecnologías:

- Combustión de combustible incluyendo combustibles fósiles, biomasa, biocombustibles y desechos sólidos
- Energía solar
- Energía geotérmica

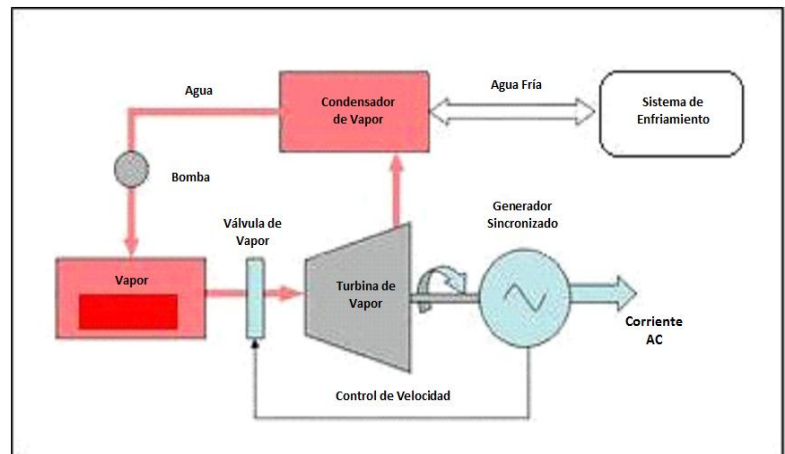
A continuación en las sub-secciones de estas tecnologías, se detallan las formas específicas de cómo cada una de estas tecnologías genera vapor.

Como quiera que se genere el vapor, mantiene el generador de vapor a altas temperaturas (hasta 900°C) y a alta presión, que fluye a través de tuberías hacia la turbina, adonde fluye a través de las aspas haciendo que éstas giren e impulsen un eje que está conectado al generador. La velocidad a la cual gira la turbina se controla mediante la intensidad a la cual se le permite entrar en la turbina. La intensidad es controlada por la válvula de vapor, y a su vez ésta es controlada por un bucle de realimentación del generador que permite que el sistema sea instalado para girar y asegurar que el generador gire a una velocidad óptima para producir electricidad.

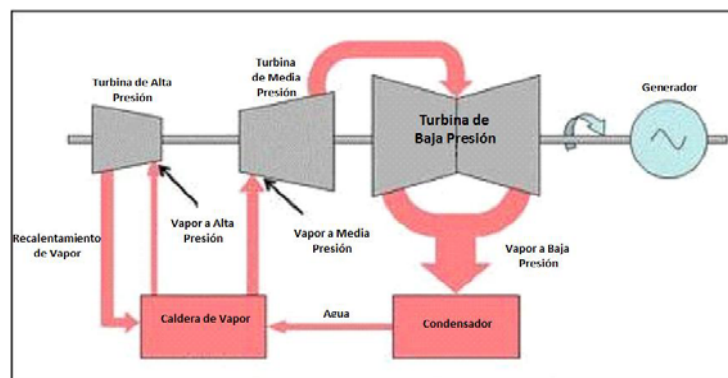
Figure A- 5: Multi-pressure Steam Turbines

La energía del vapor disminuye en la medida en que giran las aspas, dejando la turbina a una presión más baja y una temperatura más fresca que cuando entró en la turbina. Las turbinas de vapor se pueden diseñar para que trabajen a diferentes tipos de presión y muchas veces se instalan las turbinas de presión en serie para aprovechar la presión decreciente del vapor al pasar a través de las turbinas (Figura A-5).

Figura A- 4: Componentes comunes de planta de energía que usa una turbina de vapor



http://www.mpoweruk.com/steam_turbines.htm



Fuente: http://www.mpoweruk.com/steam_turbines.htm

A la larga, al vapor le queda poca energía para hacer girar una turbina; es en ese momento que pasa a un condensador. El condensador tiene tuberías que se encuentran dentro y a través de las cuales fluye el agua fresca. Esta agua fresca elimina el calor del vapor hasta que se condensa, va nuevamente hacia el agua y fluye o es bombeada de nuevo al generador de vapor para usarse nuevamente. El condensador enfría el vapor hasta el punto que tiene cero volumen (ej., se ha regresado a una fase líquida). Esto crea condiciones de casi vacío dentro del condensador, lo cual “succiona” el vapor aún más a través de la turbina de baja presión, haciendo posible que se extraiga la mayor cantidad de energía del vapor y convertirla en energía eléctrica.

En algunas plantas industriales y comerciales que tienen sus propias plantas de energía, se puede usar el vapor “gastado” para calentar o para otros usos, y de esa manera se elimina la necesidad de tener un condensador. Sin embargo, ésta no es una práctica común en las plantas de energía.

2.1.2. Sistemas de Enfriamiento

El agua que se usa en la bobina del condensador, proviene de un sistema de enfriamiento. El agua que se encuentra dentro del sistema de enfriamiento es además del agua de “trabajo” que se encuentra dentro del sistema de vapor, aún cuando ésta viene de la misma fuente. Se requiere tener un flujo constante de agua de enfriamiento para reducir la temperatura del vapor y agua en el condensador. El calor que sale del condensador es calor residual y usualmente constituye más o menos 50 por ciento del total de energía calorífica emitida desde el generador de vapor (el otro 50 por ciento es convertido en energía mecánica dentro de las turbinas). Las plantas eléctricas de turbinas de vapor pueden usar sistemas de enfriamiento de agua de un solo paso o sistemas de agua de enfriamiento de recirculación.

2.1.2.1. Enfriamiento de Un Solo Paso

En los sistemas de enfriamiento de agua de un solo paso, se retira el agua de enfriamiento de un caudal de agua a través del condensador, fluye a través del condensador y se descarga nuevamente al caudal de agua (Figura A-6). Los sistemas de un solo paso requieren de cantidades significativas de agua de enfriamiento. Por ejemplo, una planta de carbón de 200 MW podría llegar a requerir hasta 480,000 m³ de agua de enfriamiento por día. (Tabla A-1). Si esa agua es suministrada a través de un sistema de un solo paso, en ese caso se necesita la cantidad total de agua por día. Sin embargo, si el agua de enfriamiento se reutiliza después de que se ha enfriado el agua, ya sea mediante un estanque o una torre, podría disminuir la cantidad de agua que se necesita por día hasta llegar a 15,000 m³. No obstante, los sistemas de un solo paso consumen menos agua. Esto se debe a que por lo general el agua de enfriamiento no se eleva dentro del sistema de enfriamiento hasta temperaturas de evaporación por lo que casi 100 por ciento del agua que se retira para enfriamiento es descargada nuevamente a la fuente. En una planta típica de energía de carbón de 200 MW que tiene un sistema de enfriamiento de un solo paso es probable que se podría consumir solo 1,000 m³ por día de agua de enfriamiento, que es igual a menos del 0.2 por ciento del agua que se ha retirado. Una planta del mismo tamaño que use un estanque de enfriamiento o una torre de enfriamiento, podría usar únicamente 15,000 m³ por día de agua de enfriamiento, pero consumirá casi toda el agua (14,000 m³) debido a la evaporación.

Figura A- 6: Diagrama del sistema de enfriamiento de un solo paso

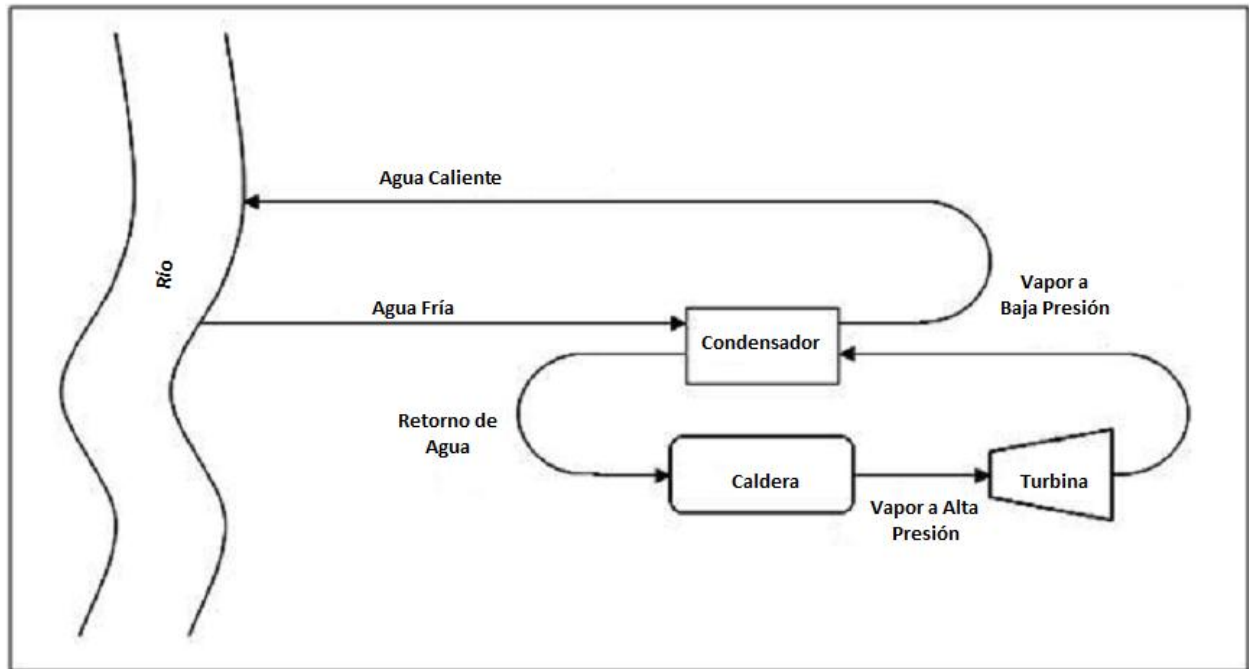


Tabla A- 1: Uso promedio del sistema de enfriamiento y consumo de agua en plantas térmicas de carbón

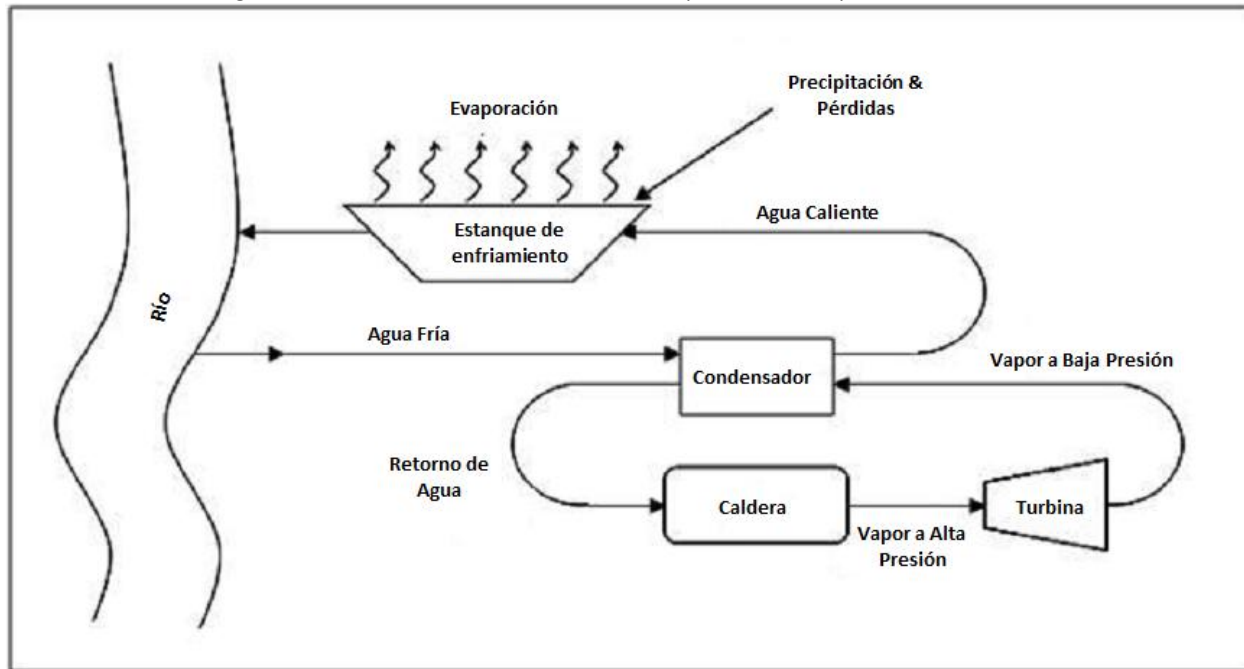
Tipo de Sistema de Enfriamiento de Agua	Uso de Agua		Consumo de Agua	
	Promedio (m ³ /MWh)	Planta de 200MW (1,000 m ³ /día)	Promedio m ³ /MWh	Planta de 200MW (1,000 m ³ /día)
Un Solo Paso	142.7	480	0.4	1
Recirculación Húmeda	4.5	15	4.2	14

Fuente: Uso promedio de agua de Feeley 2005.
http://204.154.137.14/technologies/coalpower/ewr/pubs/IEP_Power_Plant_Water_R&D_Final_1.pdf
 Factor de capacidad promedio para planta de energía de carbón de U.S. DOE 2010.
http://www.eia.doe.gov/cneaf/electricity/epa/epa_sum.html

Aún cuando los sistemas de un solo paso consumen muy poca agua, requieren de grandes cantidades y el agua que descargan nuevamente al medio ambiente lo hacen a altas temperaturas; esto podría llegar a tener un impacto significativo sobre los ecosistemas acuáticos si la cantidad de agua descargada excede la capacidad del agua de entrada a diluir la temperatura a un nivel aceptable. Algunos diseños de un solo paso usan estanques de enfriamiento al final del sistema de enfriamiento para permitir que el agua se enfríe a un nivel aceptable antes de que sea descargada nuevamente a la fuente (Figura A-7). Otra práctica que ha sido usada en los Estados Unidos es la de construir humedales para recibir el agua de enfriamiento y proveer un enfriamiento adicional antes de regresar el agua nuevamente a su fuente. Los humedales construidos no son tan profundos como un tanque de enfriamiento, por lo que se necesita una cantidad de terreno más grande para tratar el mismo volumen de agua. Estos tipos de sistemas pierden más agua debido a la evaporación (uno de los mecanismos de enfriamiento primarios

para los estanques y humedales) que un sistema sencillo de un solo paso. Sin embargo, la escorrentía del agua lluvia y la precipitación directa compensará por parte de las pérdidas por evaporación.

Figura A- 7: Sistema de enfriamiento de un solo paso con estanque de enfriamiento



2.1.2.2. Enfriamiento de Recirculación

El agua que pasa a través de un condensador en un sistema de enfriamiento por recirculación, se envía a un estanque de enfriamiento o torre de enfriamiento para bajar su temperatura y de esa manera se pueda reutilizar en el sistema de enfriamiento. En algunas plantas, tanto los estanques como las torres han sido incluidos dentro del sistema de enfriamiento. Los sistemas de enfriamiento por recirculación pueden dividirse en dos grupos: enfriamiento húmedo que depende de la evaporación para efectos de enfriamiento y los sistemas secos que usan el aire para enfriar el vapor de la turbina o el agua de enfriamiento.

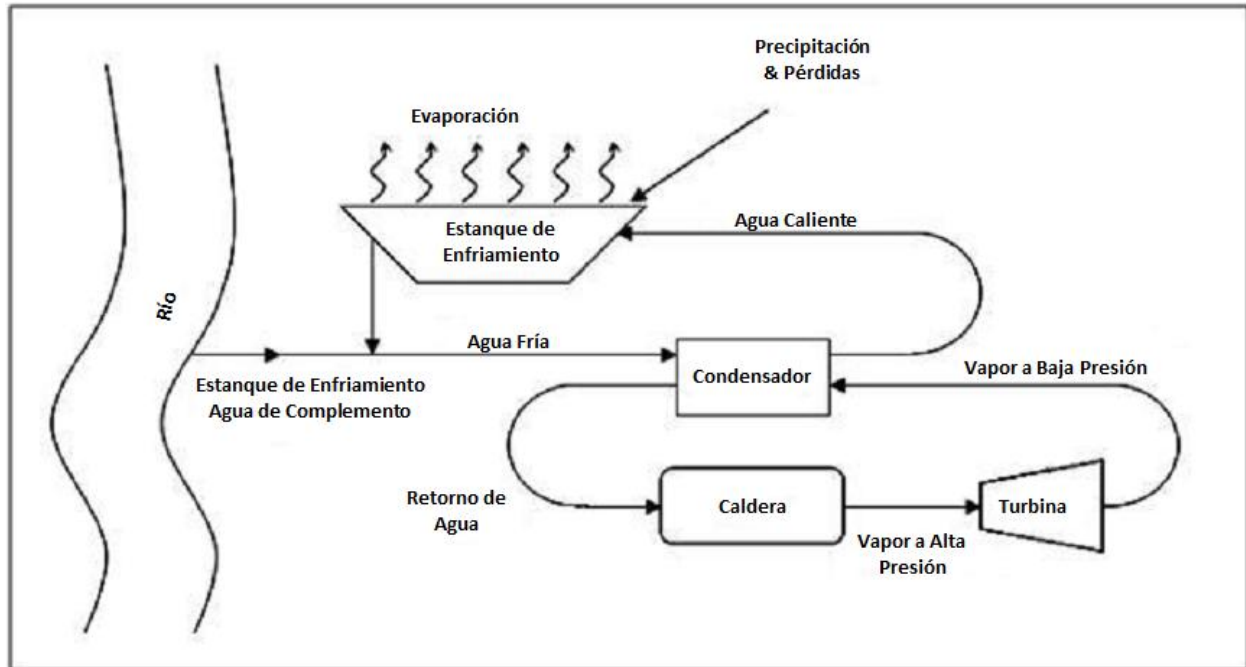
Enfriamiento húmedo

Los sistemas de enfriamiento húmedo pueden usar torres de enfriamiento o estanques de enfriamiento para reducir la temperatura del agua de enfriamiento antes de que ésta recircule nuevamente a través del condensador. En general, los estanques son más baratos ya que no requieren de una gran construcción o de mantenimiento y por lo general sus costos de bombeo son más bajos. A la vez, los estanques también pueden crear usos recreativos secundarios como por ejemplo, la pesca, natación, actividades náuticas, acampar e irse de picnic; también se pueden usar como criaderos de peces. Sin embargo, los estanques o lagos requieren de mucho más espacio que las torres.

En un sistema de estanque de enfriamiento de recirculación, el agua de enfriamiento se extrae desde y se descarga hacia el estanque de enfriamiento (Figura A-8). El agua en el estanque se evaporará, como uno de los mecanismos de enfriamiento clave. La evaporación se compensará de alguna manera a través de la escorrentía del agua lluvia y de la precipitación directa, pero el agua de reposición tendrá que extraerse de la fuente para compensar por la evaporación restante. En caso de que fuera favorable la hidrología, se podrían balancear las pérdidas por evaporación del estanque de enfriamiento, mediante

la captación de agua lluvia, haciendo del estanque de enfriamiento, un “sistema cerrado” que no necesite agua de la fuente. De esta manera, los sistemas de estanques de recirculación en general consumen mucho menos agua que los sistemas de las torres de enfriamiento.

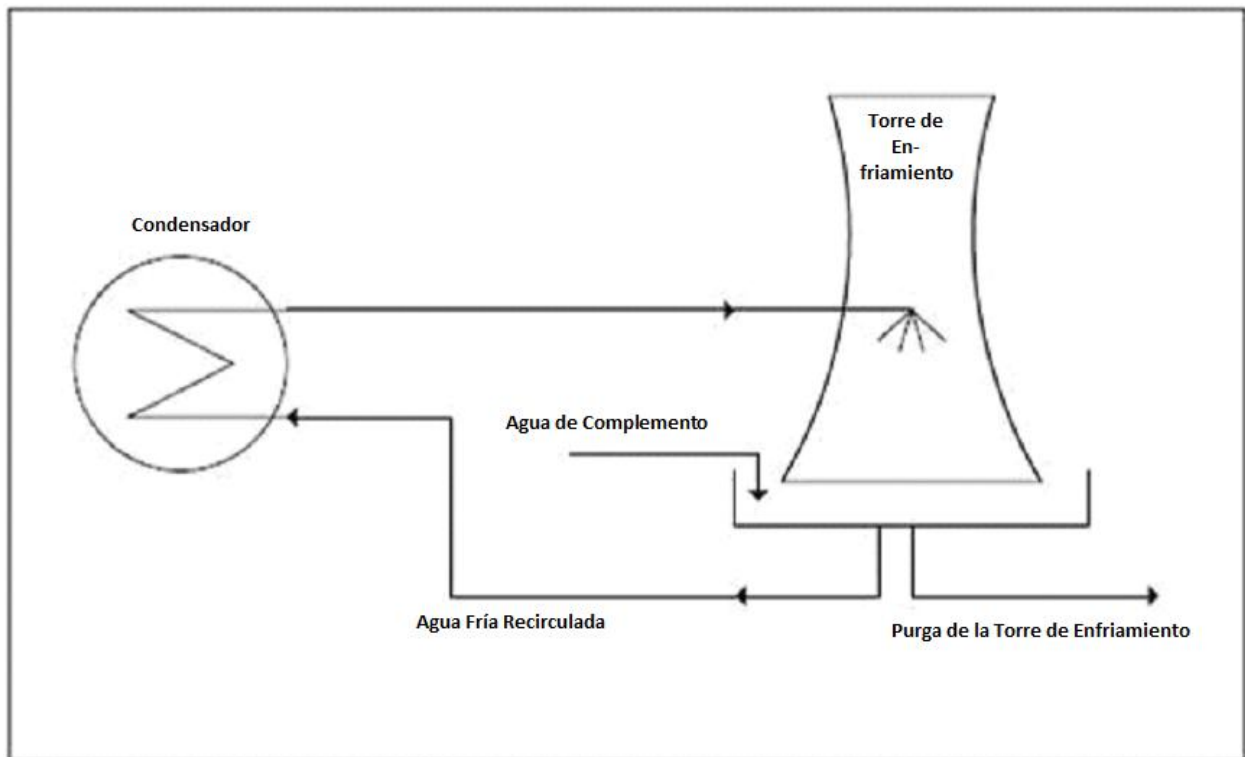
Figura A- 8: Sistema de enfriamiento por recirculación, con diagrama de estanque de enfriamiento



El tamaño del estanque dependerá del tamaño de la planta de energía en el sentido de que tiene que ser lo suficientemente grande para proveer una cantidad adecuada de agua de enfriamiento durante los períodos de mayor producción. También y dependiendo del diseño, este estanque podría ser más profundo debido a que el agua tiende a mantenerse más fría por más tiempo.

En una torre de enfriamiento, el agua caliente del condensador entra por la parte de arriba y cae a través de un material de relleno que tiene un área superficial alta que interrumpe el flujo del agua (Figura A-9). El agua salpicará o caerá por gotas a través de la torre, dependiendo del diseño del material de relleno. En cualquier de los dos casos, cuando el agua fluye hacia abajo, el aire fluye hacia arriba a través de la torre, haciendo que se evapore una parte del agua. En la medida en que se evapore el calor requerido para evaporar el agua se transfiere de agua a aire, enfriando el agua. El agua que no se evapora, se recolecta en la parte inferior de la torre y es bombeada nuevamente hacia el condensador. Sin embargo, en ese proceso se pierde agua a través de la evaporación, por lo tanto, se tiene que agregar agua fresca periódicamente al sistema de enfriamiento.

Figura A- 9: Diagrama de torre de enfriamiento



Fuente: U.S. EPA 2009, Tabla 3-4. <http://www.epa.gov/waterscience/guide/steam/finalreport.pdf>

Los minerales disueltos que están presentes en el agua se quedan atrás en el material de relleno y en la parte interna de las paredes de la torre, en la medida que se evapora el agua de enfriamiento en la torre de enfriamiento. A lo largo del tiempo, habrá mayor concentración de dichos minerales y podría llegar a inhibir la efectividad de la torre. Periódicamente se deberá de descargar una cantidad de agua para evitar la acumulación de minerales y de esa manera se librarán las impurezas de los minerales del sistema; esto se conoce como “purga de la torre de enfriamiento”.

Las estructuras de las torres de enfriamiento pueden ser hiperboloides o rectangulares en forma. Las estructuras hiperboloides pueden llegar a ser más grandes que las estructuras rectangulares, de ser 200 metros de altura y 100 metros en diámetro. Las estructuras rectangulares pueden ser de 40 metros de altura y 80 metros de largo.

Las torres de enfriamiento usan dos tipos de mecanismos para extraer aire a través del agua: succión natural o succión mecánica. Algunas plantas combinan componentes naturales y mecánicos para una succión natural asistida por ventiladores.

Para aspirar el aire a través de la torre, las torres de succión natural dependen de la diferencia en la densidad del aire entre el aire caliente que se encuentra en la torre y el aire ambiente más frío que se encuentra afuera de la torre. Las torres de enfriamiento de forma hiperboloide (como se puede ver en la Figura A-9) se han convertido en el estándar de diseño para las torres de enfriamiento de succión natural debido a su resistencia estructural y uso mínimo de material y también porque su forma ayuda a acelerar el flujo de aire de convección hacia arriba.

Las torres de succión mecánica usan ventiladores para mover el aire a través de la torre. Pueden ser estructuras de forma hiperboloide o rectangular. Se pueden usar los ventiladores para crear una succión inducida con ventiladores en la descarga para jalar el aire a través de la torre, o puede ser una succión forzada usando un ventilador tipo soplador en la entrada que empuje el aire hacia arriba a través de la torre. El diseño de succión forzada tiene algunas desventajas técnicas también, como que requiere ventiladores más grandes por lo general; por lo tanto son menos comunes que las torres de succión inducida.

Enfriamiento Seco

Básicamente, las torres de enfriamiento seco son unos radiadores grandes adonde fluye agua caliente a través de la torre pasando por múltiples capas de tubos con aletas que tienen un diámetro relativamente pequeño. Se pasa el aire a través de estos tubos mediante grandes ventiladores que se encuentra en la parte de arriba of de abajo de la torre (dependiendo del diseño) y de esa manera se enfría el agua antes de usarla nuevamente. Usualmente, las torres de enfriamiento seco tienen una forma rectangular o un marco en A.

Las torres de enfriamiento seco pueden usar enfriamiento directo o indirecto. En los sistemas de enfriamiento directo, el vapor de escape de la turbina fluye directamente a la torre, adonde es enfriado y re-usado en la caldera (Figura A-10). En un sistema de enfriamiento indirecto, el agua de enfriamiento caliente que está fluyendo del condensador, es bombeado a la parte de arriba de la torre, adonde fluye hacia abajo a través de la torre, enfriando en su camino y luego se vuelve a usar en el condensador. (Figura A-11).

Figura A- 10: Diagrama de la torre de enfriamiento seco para enfriamiento directo

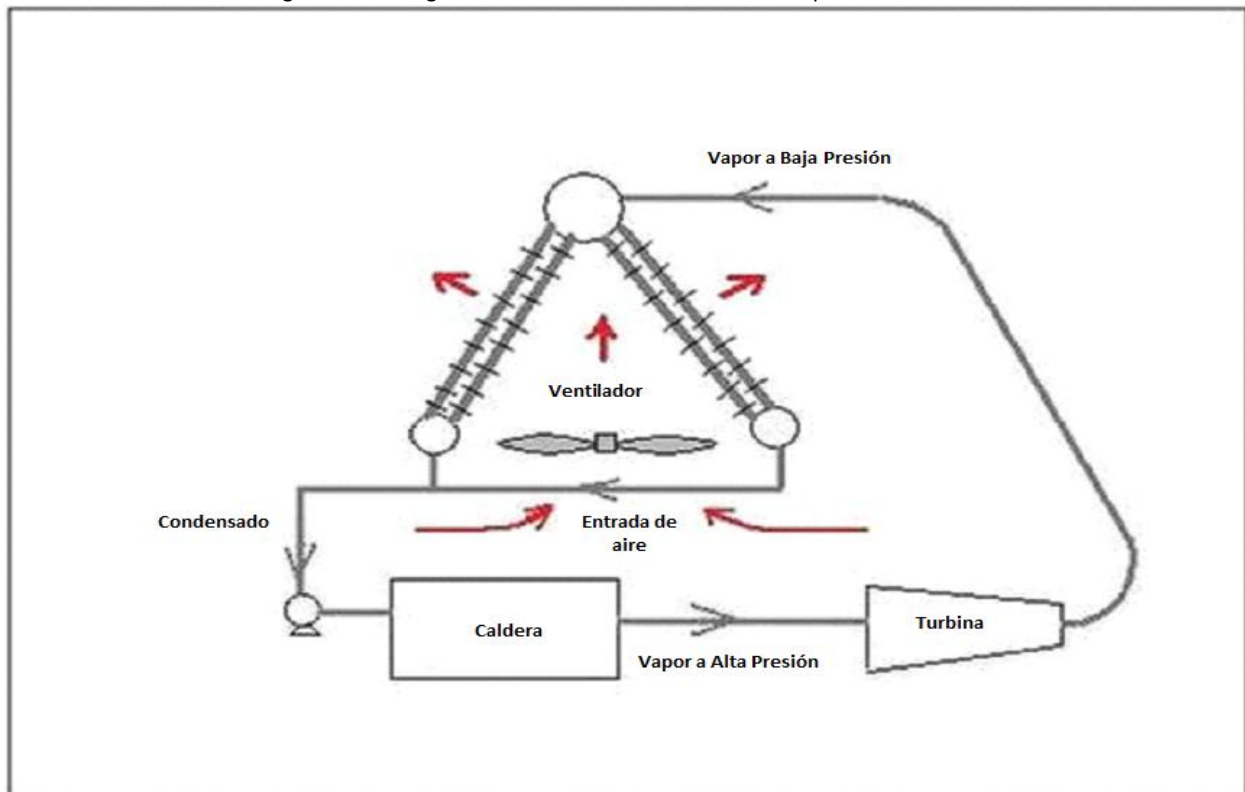
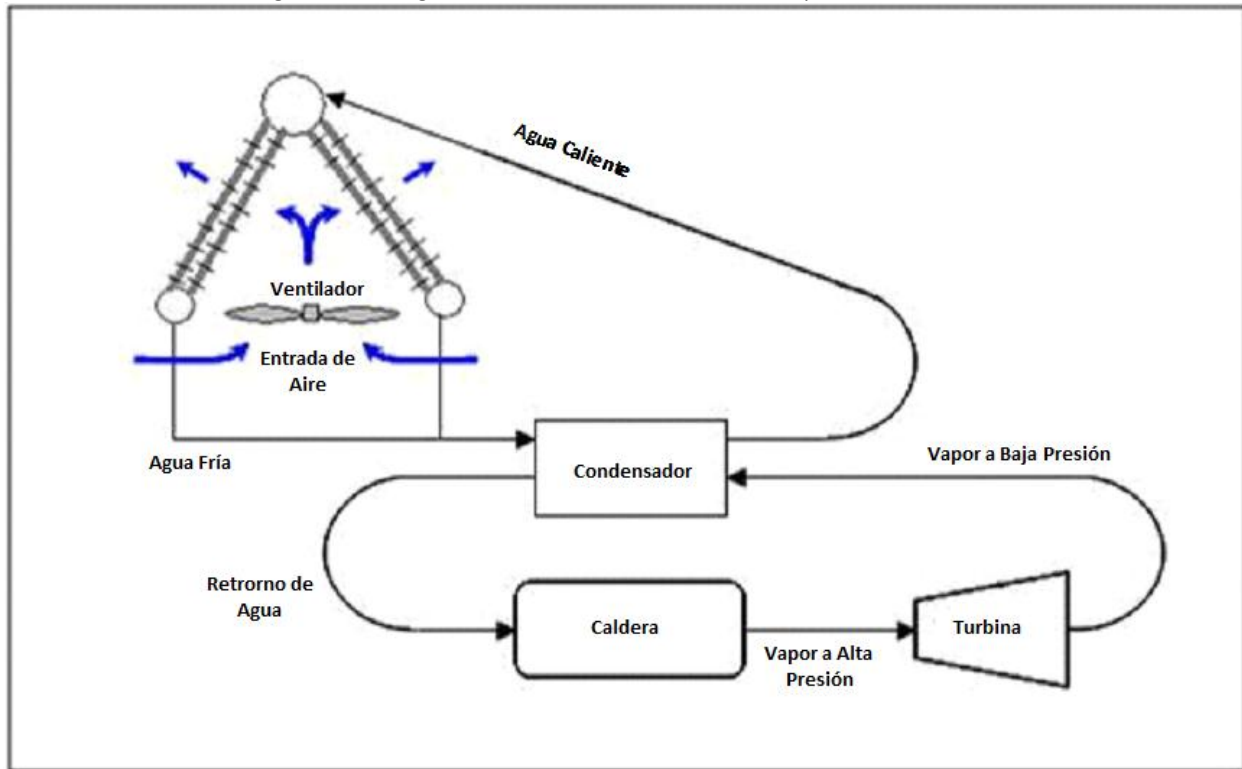


Figura A- 11: Diagrama de la torre de enfriamiento seco para enfriamiento indirecto



El enfriamiento seco es la forma de enfriamiento más cara (Tabla A-2) pero es posible que sea necesario usarlo en áreas adonde existe escasez de agua u otro tipo de limitaciones con respecto a disponibilidad de agua. Debido a que los sistemas de enfriamiento seco transfieren calor a la atmósfera sin evaporación de agua, usan muy poca agua.

Tabla A- 2: Costos relativos de los sistemas de enfriamiento

Ítem	Tipo de Sistema de Enfriamiento		
	Un solo Paso	Torre Húmeda	Enfriamiento Seco
Costo de Capital	Base	Base + 0.4%	Base + 12.5
Energía de Sistema de Enfriamiento (Componente principal de costos de operación)	Base	Base + 2.5 MW	Base + 3.0 MW
Costo de Producción de Energía	Base	Base + 1.9%	Base + 4.9%

Fuente: Bengtson 2010

2.1.2.3. Descargas

El agua de enfriamiento puede contener otros químicos asociados con el tratamiento del agua de enfriamiento, además de los minerales que se acumulan en los materiales de relleno y que los mismos son removidos mediante ventilador o abanico. Las especies microbiológicas (ej., limo bacteriano y algas) se pegan en, y comienzan a crecer en los tubos del condensador, lo que a su vez reduce la transferencia de calor, disminuye el flujo y acelera la corrosión del condensador. Varios micro-organismos, como por ejemplo los mejillones, los moluscos y las almejas también pueden inhibir el desempeño del

condensador. Las plantas eléctricas de vapor usan biocidas, como por ejemplo hipoclorito de calcio, bromuro de sodio, cloro y agentes antimicrobianos para controlar estos problemas biológicos.

Como resultado, el agua de enfriamiento de un solo paso y el soplo descendente de la torre de enfriamiento puede contener los siguientes contaminantes, y muchas veces en concentraciones bajas: cloro, hierro, cobre, níquel, aluminio, boro, compuestos orgánicos clorados, sólidos suspendidos, compuestos bromados y biocidas no-oxidantes. Aún cuando los contaminantes que se encuentran en las aguas residuales relacionadas con el agua de enfriamiento casi siempre están en concentraciones bajas, es probable que la descarga general de masa de contaminantes sea significativa debido al gran volumen de flujo de descargas de agua de enfriamiento en las plantas de energía eléctrica de vapor.

2.2. Centrales de Energía de Combustión

En estas guías, el término combustión o centrales de energía térmica/combustión es usado para referirse a todas las centrales eléctricas que usan la combustión de combustibles para hacer girar directa o indirectamente a los generadores o alternadores que producen energía eléctrica. Los combustibles que se utilizan pueden ser renovables (carbón, petróleo, gas natural o diesel) o renovables (biomasa, desechos sólidos o biocombustibles).

Los combustibles son quemados para echar a andar tres diferentes tipos de tecnologías de generación de energía eléctrica: turbinas de vapor, turbinas de gas y motores de movimiento alternativo. Cada una de las tecnologías tiene sus propias características y componentes únicos de diseño descritos en las siguientes sub-secciones. Se pueden dividir las tecnologías en dos grupos: combustión externa e interna. La combustión externa significa que la combustión del combustible está en la parte externa de la maquinaria que gira el generador o alternador, el cual produce electricidad. Las turbinas de vapor dependen de combustión externa. La combustión interna significa que los combustibles son quemados dentro del motor, como por ejemplo en una cámara o cilindro reducido y que la energía de la combustión se convierte directamente en acción mecánica que hace girar a los generadores o alternadores. Las turbinas de gas y los motores de movimiento alternativo son motores de combustión interna.

Los combustibles fósiles incluyen el carbón, diferentes tipos de gasóleo, gas natural y diesel. También se puede usar gasolina para alimentar los generadores, pero por lo general no se usa en las instalaciones comerciales para estos efectos, por lo que no se ha incluido dentro de estas guías. Se quemar dos categorías principales de gasóleo para la generación de energía: aceites destilados (grados Nos. 1 y 2) y aceites residuales (grados Nos. 5 y 6). El aceite grado No. 4 ya puede ser una mezcla de aceite destilado o puede ser una mezcla de aceites destilados y residuales. A veces se refiere al gasóleo No. 6 como Bunker C.

La biomasa y los biocombustibles son fuentes de energía renovable que provienen de organismos vivientes o recientemente vivientes (ej., carbón no-fosilizado) como madera, desechos, plantas y algas. Por lo general, la biomasa es considerada como combustibles sólidos como leña combustible, carbón, cosechas agrícolas y productos derivados, residuos forestales, desechos industriales de madera y desechos sólidos. Los biocombustibles provienen de la conversión de biomasa (material orgánico) a *combustible fuel*. La biomasa se puede convertir en biocombustibles mediante una extracción física (como en el caso de algunos aceites), descomposición, fermentación, procesos térmicos, o procesos químicos. Los biocombustibles pueden ser gases como por ejemplo el metano o líquidos como el etanol o biodiesel. La mayor parte de la producción de biocombustibles proviene de material orgánica

cosechada que luego se convierte en combustible; sin embargo un enfoque alterno depende del hecho que algunas algas naturales producen etanol y éstas se pueden recolectar sin matar las algas.

2.2.1. Almacenamiento de Combustible

Diferentes combustibles tienen diferentes necesidades de almacenamiento. Generalmente, los combustibles sólidos como el carbón y la biomasa se almacenan en pilas. En el caso del carbón, la escorrentía de las pilas contendrá contaminantes y las pilas de biomasa también podrían generar contaminantes en la escorrentía, por lo que ambos tipos de pilas necesitan tener estructuras de control continuo y de escorrentías. Probablemente las pilas de carbón necesitarán estar cubiertas para evitar cualquier escorrentía causada por la lluvia.

Los combustibles líquidos necesitan ser almacenados en tanques que se encuentran en-situ. Los tanques necesitan estar colocados sobre estructuras de contención que sean impermeables para evitar la contaminación proveniente de filtraciones y derrames. Por lo general, el gas natural es conducido por tubería hacia las instalaciones y por ese motivo no requiere de almacenamiento.

En el caso de usar biocombustibles, éstos pueden generarse fuera del sitio y transportarlos hacia el sitio o también se pueden generar en el sitio. La generación de éstos podría involucrar digestores, fermentadores y destiladores.

Algunos combustibles, como el carbón, petróleo pesado y biomasa, crean ceniza durante el proceso de combustión. Se requiere tener instalaciones para manejar y deshacerse de estos desechos.

2.2.2. Controles de Emisión de Aire

Centrales termoeléctricas emiten emisiones que podrían ser fuentes significativas de emisiones de aire, con el potencial de tener impactos significativos en la calidad del aire ambiente. Casi siempre incluirán dispositivos de control de emisiones post-combustión para controlar las emisiones de PM, SO₂, NO_x and CO₂.

Se puede lograr el control post-combustión de emisiones PM de plantas de carbón -, biomasa- y de petróleo usando uno o más de los siguientes dispositivos de control de partículas:

- Los precipitadores electrostáticos (ESPs) en general se usan en las plantas de energía de carbón y petróleo. Debido a su diseño modular, los ESP pueden aplicarse a una amplia gama de tamaños de sistema.
- Los filtros de tela (sistema de filtros de manga), una serie de elementos de filtrado (bolsas) junto con un sistema de limpieza de bolsas se encuentran dentro de una infraestructura principal acorazada, incorporando tolvas recolectoras de polvo.
- Torre de lavado húmedo, incluyendo los lavadores Venturi y disco inundado, las unidades de bandeja o de torres, absorbedor de contacto turbulento, o limpiadores de aerosol de alta presión de impacto externo. Son aplicables para PMs así como para el control del SO₂ en las plantas de energía de petróleo-, carbón- y biomasa.
- Los separadores ciclónicos pueden instalarse independientemente, en serie o agrupados como en un colector multi-ciclón. A estos dispositivos se les conoce como colectores mecánicos y muchas veces son usado como un pre-colector de un ESP aguas arriba, filtro de tela, o un lavador húmedo para que estos dispositivos puedan especificarse para cargas bajas en partículas

y de esa manera reducir los costos de capital y/o de operación. Aunque estos dispositivos reducirán las emisiones PM de la combustión de carbón, son relativamente inefectivas para la recolección de partículas menores de 10 micrones (PM10). Los ciclones son sumamente útiles en las plantas de petróleo para controlar la material de partículas generadas durante el soplado del hollín, durante condiciones de mal funcionamiento, o cuando se quema un aceite pesado muy sucio.

- Los separadores de corriente secundaria combinan multi-ciclones y un pequeño sistema de filtro de manga con pulso-reactor para poder recolectar las partículas de pequeño diámetro que son difíciles de capturar solo con un colector mecánico, de manera más eficiente. En la actualidad, la mayoría de las aplicaciones para los separadores de corriente secundaria han sido en unas calderas fogoneras pequeñas de carbón. Las calderas de carbón de combustión atmosférica en lecho fluido (AFBC siglas en inglés) pueden tasar los sistemas de control de partículas convencionales.

La desulfurización del gas de proceso (FGD siglas en inglés) es la tecnología de control post-combustión para las emisiones de SO₂ de las plantas de energía de combustibles fósiles. Usa un reactivo alcalino para absorber el SO₂ que se encuentra en el gas de proceso y produce un compuesto de sodio o de sulfato de calcio. Los compuestos de sulfato sólido se eliminan en el equipo aguas abajo. Las tecnologías FGD se categorizan como mojadas, semi-secas o secas, dependiendo del estado del reactivo al salir de la cámara absorbidora. Estos procesos pueden ser regenerables (de manera tal que se puede tratar y volver a usar el material reactivo) o no-regenerables (y en ese caso todos los flujos acumulados de desechos son escurridos y luego descartados).

El control post-combustión de las emisiones de NO_x son:

- La reducción selectiva no-catalítica (SNCR siglas en inglés), que significa inyectar amoníaco (NH₃) o urea dentro de zonas específicas de temperatura en el incinerador superior o en el paso de conexión. El NH₃ o urea reacciona con el NO_x en el gas de proceso para producir nitrógeno, CO₂ y agua.
- La reducción selectiva catalítica (SCR siglas en inglés), que es un control complementario sobre el NO_x que se coloca en el control de corriente de salida que queda después del motor e involucra la inyección de NH₃ dentro del gas del proceso. El NH₃ reacciona con el NO_x cuando está en presencia de un catalizador para formar agua y nitrógeno. El reactor SCR puede ubicarse en diferentes posiciones durante el proceso incluyendo antes de un calentador de aire y dispositivo de control de partículas o aguas abajo del calentador de aire, del dispositivo de control de partículas y de los sistemas de desulfurización de gas de proceso.

La captura de carbón puede involucrar la separación de CO₂ de las fuentes de emisión, ya sea antes o después de la combustión. La captura del CO₂ antes de la combustión generalmente involucra los procesos de gasificación, como por ejemplo la tecnología de ciclo combinado de gasificación integrada (IGCC siglas en inglés), adonde el carbón o la biomasa se convierte en componentes gaseosos mediante la aplicación de calor bajo presión, en la presencia de vapor. Se pueden diseñar las plantas de IGCC para que el CO₂ concentrado a alta presión pueda ser capturado del gas de síntesis que surge del reactor de gasificación antes de que se mezcle con el aire en una turbina de combustión. Actualmente, los sistemas IGCC parecen ser la elección económica para nuevas plantas, debido a que el CO₂ se encuentra presente en concentraciones mucho más altas en el gas de síntesis que el gas de proceso post-combustión.

La captura del CO₂ post-combustión involucra procesos físicos y químicos para separar el CO₂ del gas de proceso de extracción. Estos sistemas podrían ser aplicables a las adecuaciones de las plantas de energía convencionales de carbón o biomasa y también podría ser aplicable a otras tecnologías de producción de energía térmica/combustión. Sin embargo, tales sistemas son de mucho desafío y actualmente son muy caros porque tanto la presión baja como las concentraciones diluidas de CO₂ dictan un alto volumen actual de gas que deberá ser tratado. Además, impurezas de trazas en el gas de proceso tienden a reducir la efectividad de los procesos de adsorción del CO₂ y comprimen el CO₂ capturado de la presión atmosférica a la presión de la tubería y esto representa una carga parasitaria grande. Una de las opciones tecnológicas, combustión de oxígeno (oxy-combustión), quema el carbón en un ambiente enriquecido con oxígeno usando oxígeno puro diluido con CO₂ reciclado o agua. Este proceso permite que se capture un caudal relativamente concentrado de CO₂ a través de la condensación del agua en el caudal de escape. La oxy-combustión ofrece varios beneficios potenciales para las plantas de energía existentes de carbón y biomasa.

Después que se han recolectado / capturado las emisiones de CO₂, éste tendrá que ser secuestrado (inmovilizado o removido) ya sea de manera geológica (ej., acuíferos salinos) o a través de una recuperación mejorada de petróleo. En la actualidad en EE.UU. existen investigaciones significativas en curso para demostrar la factibilidad de la secuestración geológica en los acuíferos salinos y para superar las barreras de implementación, como por ejemplo preocupación acerca de seguridad, efectividad, responsabilidad y aceptación de parte del público.

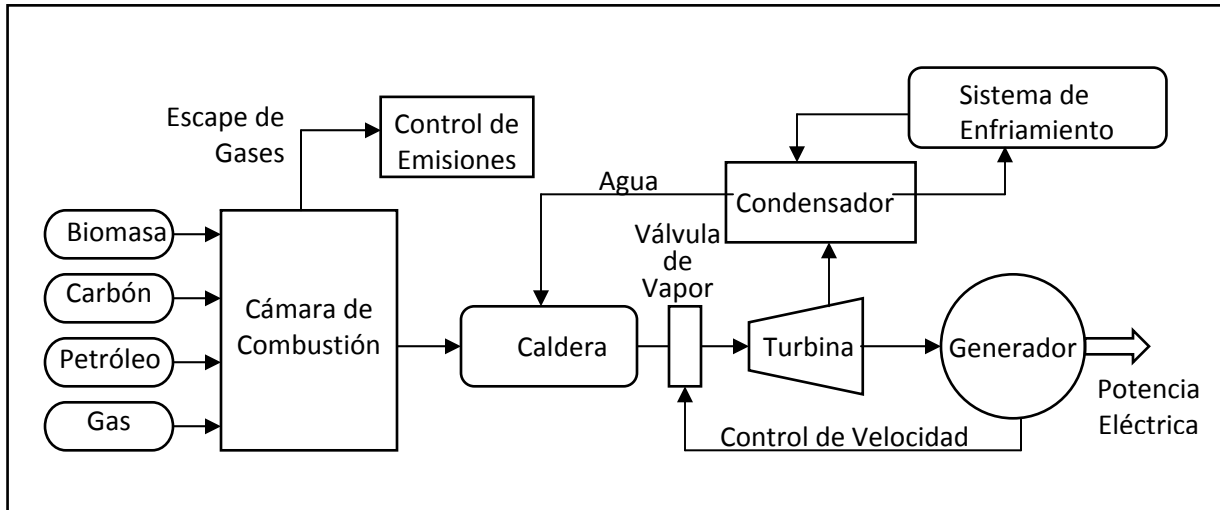
Otro tipo potencial de secuestración de CO₂ es la recuperación mejorada de petróleo de CO₂- que es una tecnología comercialmente comprobada que se ha usado ampliamente en los Estados Unidos para incrementar la producción de petróleo en pozos disminuidos. En la recuperación mejorada de petróleo de CO₂, se inyecta el CO₂ comprimido dentro de un reservorio de petróleo cerca del sitio del pozo de producción, forzando el petróleo hacia el pozo de producción e incrementando el rendimiento. Varias plantas planificadas de IGCC en los Estados Unidos esperan obtener un gran beneficio económico a través de la venta de su CO₂ para la recuperación de petróleo mejorado de CO₂.

2.2.3. Centrales Eléctricas de Combustión usando Turbinas de Vapor

Las centrales eléctricas de combustión de turbinas de vapor pueden ser alimentadas con carbón, petróleo, gas natural, biomasa y biocombustibles. Muchas veces los combustibles de biomasa para estos tipos de plantas son madera, cañamo, miscanthus, productos derivados de la producción agrícola y de cosechas (paja, residuos del campo, la cáscara del arroz, mazorcas de maíz, bagazo², etc.) y desechos sólidos. Por lo menos una planta de combustión con turbina de vapor en la región de CAFTA-DR, la planta Monte Rosa en Nicaragua, quema biogás usando vinaza, que son los residuos que quedan después de que ha sido destilada la caña de azúcar fermentada. El combustible es quemado en una cámara de combustión. La energía de calor generada por la combustión del combustible se transforma indirectamente en energía eléctrica, usualmente al calentar las calderas o las tuberías de las calderas para generar vapor. El vapor que se genera es usado luego para poner en marcha las turbinas de vapor o motores que hacen girar los generadores o alternadores, creando por lo tanto energía eléctrica. La figura A-12 muestra un diagrama de una central eléctrica de combustión de turbina de vapor.

² Es la material fibrosa que queda después de machacar los tallos de caña de azúcar o de sorgo para extraer su jugo.

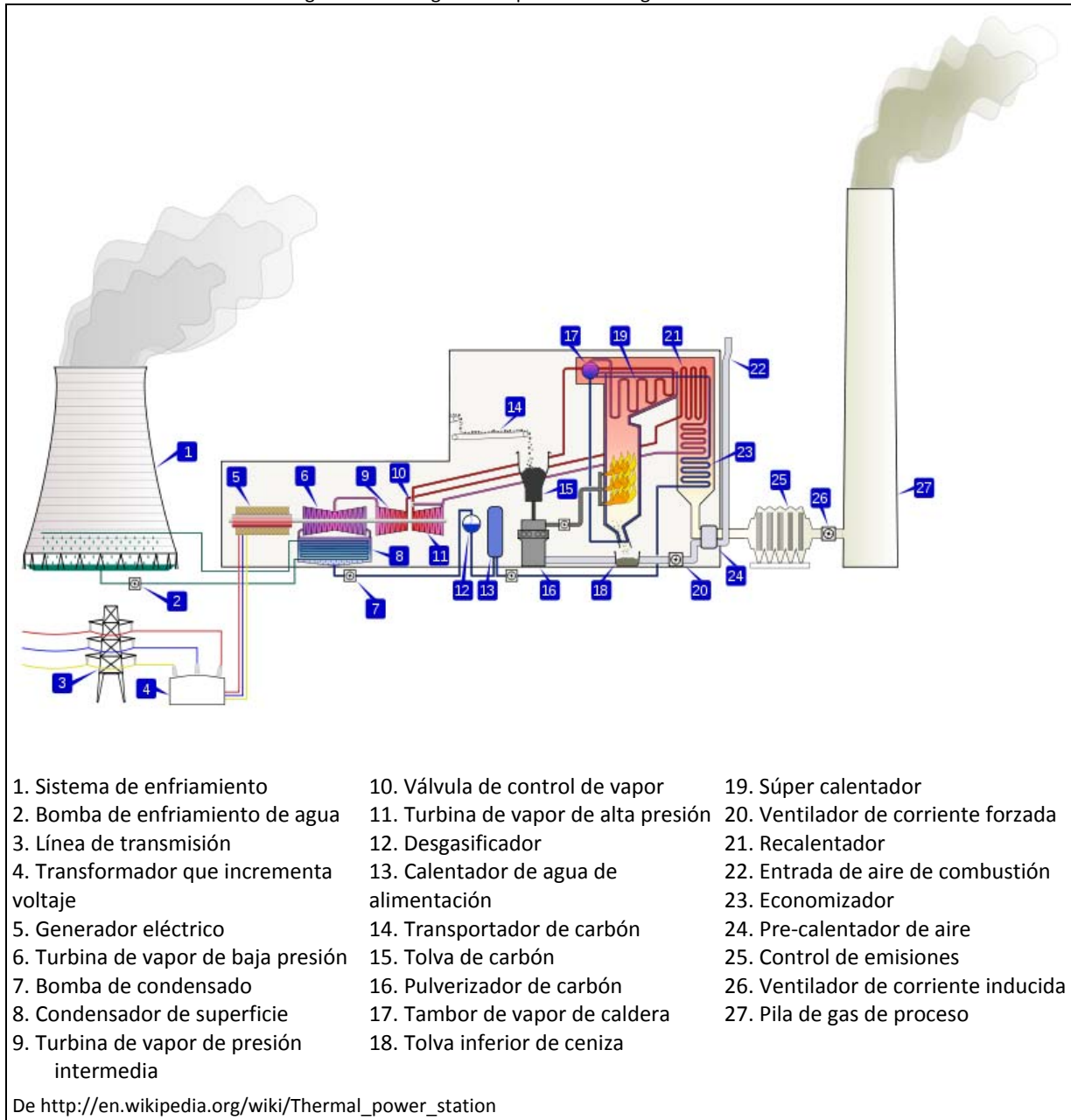
Figura A- 12: Diagrama de la planta de combustión de turbina de vapor



Todos los componentes de una planta de combustión de turbina de vapor que se encuentran a la derecha de la caldera se describieron anteriormente en la sub-sección 2.1 Turbinas de Vapor. Estos componentes son comunes a cualquier sistema de turbina de vapor. El almacenamiento de combustible y los controles de emisión de aire, son comunes para todas las plantas de energía de combustión y esta información aparece en las sub-secciones 2.2.1.1. y 2.2.1.2. Por lo tanto, esta sección se enfoca en la cámara de combustión, en la caldera y equipo ancilar.

La Figura A-13 presenta un diagrama más detallado de una central de energía de combustión con turbina de vapor. Los componentes básicos son similares para cualquier planta térmica/combustión con turbina de vapor, aún cuando este diagrama es para una planta de energía de carbón. La diferencia principal entre las plantas térmicas/combustión con turbina de vapor se debe a diferencias en los sub-productos de desechos de combustible y combustión, por lo que los componentes 14 al 16 y 18 en el diagrama, pueden ser diferentes para diferentes tipos de combustible.

Figura A- 13: Diagrama de planta de energía térmica de carbón



Como se puede ver en la Figura A-13, la cámara de combustión es en términos generales, un componente integral de la caldera. Consiste de entradas de combustible y aire y también de una zona de combustión. Dependiendo del diseño, el combustible y/o el aire podrán tener algún tipo de tratamiento previo. La Figura A-13 por ejemplo, incluye un pulverizador de carbón, que machaca el carbón antes de que éste sea introducido dentro de la cámara de combustión. El combustible es distribuido dentro del horno de la caldera adonde se quema para calentar el agua en un depósito presurizado, en pequeñas calderas o en un sistema de tubería de pantallas de agua para las calderas de servicios modernos. Elementos adicionales que mejoran la eficiencia de las calderas dentro de, o asociados con la caldera podrían ser súper-calentadores, recalentadores, economizadores y calentadores de aire.

Aparte del equipo para la captación básica de vapor y generación de energía eléctrica, existen varios controles automáticos esenciales y sistemas ancilares que son necesarios para mantener la planta operando de manera segura y en su máxima capacidad. Estos incluyen:

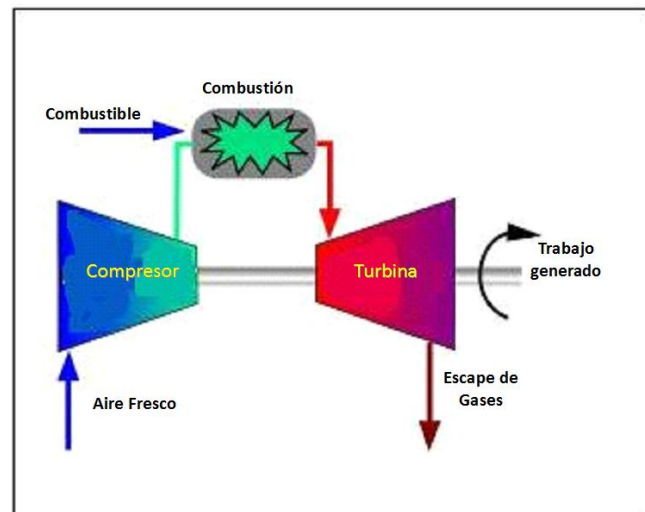
- Controles para:
 - Igualar la salida de energía con la demanda,
 - Manteniendo el voltaje y frecuencia del sistema, y
 - Manteniendo los componentes de la planta dentro de su presión operativa, temperatura y límites de velocidad.
- Sistemas de lubricación.
- Sistemas para preparar y alimentar el combustible hacia la cámara de combustión y remover la ceniza.
- Bombas y ventiladores para el flujo de agua y de aire.
- Enfriando el generador.
- Protección para la sobrecarga, apagado de emergencia y dejar caer la carga.

2.2.4. Turbina de Gas

Las Turbinas de Gas, también conocidas como turbinas de combustión, extraen energía del flujo de gas de combustión a lo largo de las aspas de la turbina. Consisten de un compresor que comprime el aire, que es alimentado hacia una cámara de combustión. También se introduce el combustible dentro de la cámara de combustión, adonde se enciende con el aire, creando una alta presión, gas de escape de alta velocidad el cual es dirigido hacia la turbina

Figura A- 14: Diagrama de turbina de gas

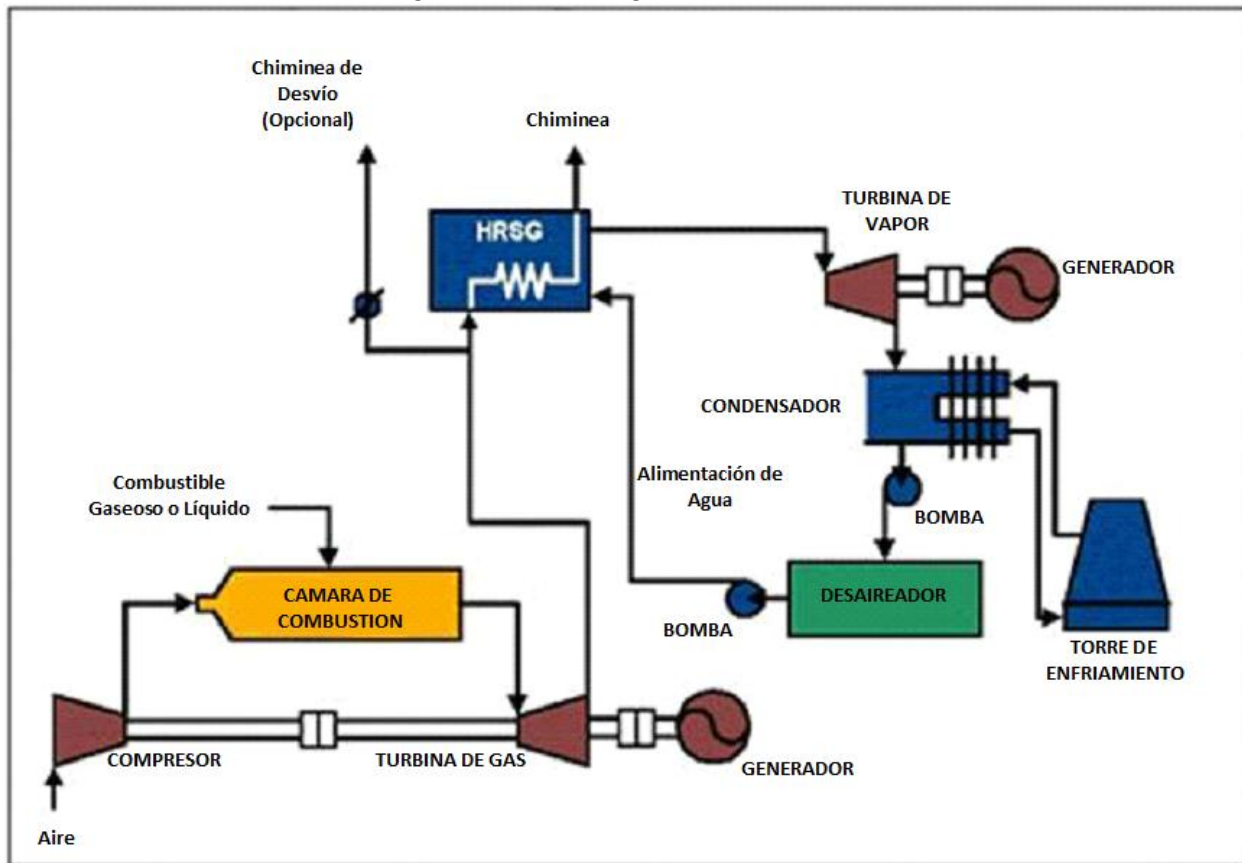
(Figura A-14). Típicamente son abastecidos por gas natural o petróleo, pero podrían ser abastecidos por biocombustibles también (ej., biodiesel o biogás). Oscilan en tamaño entre los 500 kW hasta 25 MW para sistemas de energía eléctrica distribuida y hasta 250 MW para la generación de energía central También tienen la ventaja o la capacidad de poder encenderse y apagarse en cuestión de minutos, haciéndolos útil en el suministro de energía durante la demanda pico.



Fuente: Basado sobre la figura de Wikipedia at http://en.wikipedia.org/wiki/Brayton_cycle

El gas de escape de una turbina de gas, es capaz de producir vapor a altas temperaturas, de modo que muchas plantas de energía usan turbinas de gas para generar la energía eléctrica. Estos sistemas son conocidos como unidades de generación de ciclo combinado (Figura A-15). En estas unidades, el gas de escape de las turbinas de gas son alimentadas dentro del generador de vapor de recuperación de calor (HRSG siglas en inglés), también conocido como una caldera, reduciendo la cantidad de combustible necesaria para producir vapor y mejorando la eficiencia en la generación de energía eléctrica. La mayoría de las plantas nuevas de energía por gas en Norte América y en Europa son de este tipo de planta. Un escenario típico para la generación de energía a gran escala sería una Turbina de Gas de 400 megavatios (MW) acoplada a una Turbina de Gas de 200 MW dando 600 MW. Una estación de energía típica podría estar comprendida de entre 2 a 6 de estos tipos de conjuntos de turbinas.

Figura A- 15: Unidad de generación de ciclo combinado



Fuente: http://www1.eere.energy.gov/tribalenergy/guide/images/illust_combinedcycle_generating_sys.gif

Las micro turbinas son pequeñas turbinas de gas alimentadas por gas natural, diesel y biogás, que producen entre 25 kW y 500 kW de energía. Sus diseños evolucionaron de las tecnologías de turbocompresor automotriz y de camión, así como de unidades de generadores eléctricos auxiliares de motores de aviones pequeños de propulsión y de aeronaves. Los modelos anteriores apenas liberaban gases de escape al medio ambiente, sin embargo los nuevos modelos están usando tecnologías de recuperación, que recuperan el calor de los gases de escape para impulsar la temperatura de la combustión e incrementar la eficiencia.

Aún están en la etapa de desarrollo para ser usadas en la generación de energía eléctrica, pero muchas instalaciones de micro turbinas están bajo pruebas de campo, incluyendo algunas que son parte de las demostraciones de gran escala. Algunas también están siendo probadas usando gases de relleno sanitario como combustible. Tal vez en el futuro tengan mucha aceptación debido a su tamaño, ya que son livianas, tienen pocas partes móviles y bajas emisiones.

2.2.5. Generación de Motores Eléctricos Reciprocantes

Un motor eléctrico reciprocante es una combinación de un motor de combustión interna, un generador y varios dispositivos anclares, como por ejemplo una base, un toldo, atenuación de sonido, sistemas de control, interruptores magneto térmicos, calentadores de agua de chaqueta, sistemas de arranque, etc. Para las estaciones de energía eléctrica pequeñas, se usan de hasta cinco MW, las cuales podrían usar hasta 20 unidades. En estos tamaños más grandes se lleva el motor y el generador al sitio por separado y se ensambla junto con el equipo anclar.

En estas guías, solamente se han tomado en cuenta los generadores de motores reciprocantes de diesel, gas natural o biocombustible de gran capacidad, ya que los sistemas alimentados por gasolina en general no se usan en el sector de energía. Los generadores de diesel, que a veces tiene un tamaño de 250 kilovoltio amperios, son usados ampliamente en las plantas de energía, y no solo para generación de energía de emergencia, sino que también pueden tener una función secundaria de alimentar energía a las red de transporte de servicios eléctricos, ya sea durante los períodos pico, o durante los períodos cuando hay una escasez de generadores de energía de gran tamaño.

Se dice de uno o más generadores de diesel que operan sin conexión a una rejilla eléctrica, que están operando en modo de “isla”. Varios generadores paralelos tienen la ventaja de la redundancia y mayor eficiencia en cargas parciales. Una planta de energía eléctrica que trabaja sin conexión externa a una rejilla eléctrica, cuya intención es generar una fuente de energía primaria para una comunidad aislada, muchas veces tendrá por lo menos tres generadores de diesel, adonde cualquier dos de esas plantas están asignadas para llevar la carga requerida. No es inusual grupos de hasta 20.

Muchas veces los motores diesel se usan para la generación de energía de respaldo, usualmente funcionando a bajo voltaje. Sin embargo, la mayoría de rejillas de energía de gran tamaño también usan generadores de diesel, los cuales originalmente fueron usados como respaldo de emergencia para una instalación en particular, como por ejemplo un hospital, y de esa manera alimentando la energía hacia la rejilla durante ciertas circunstancias.

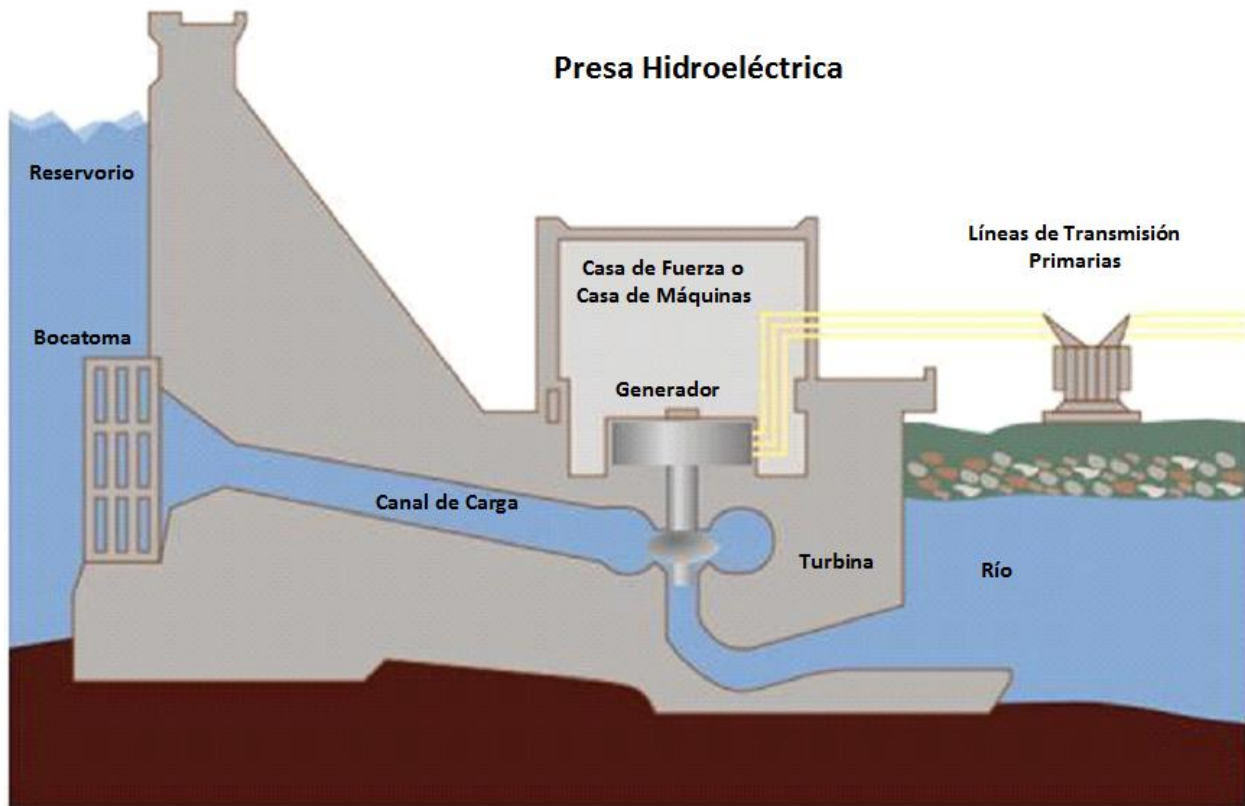
2.3. Energía Hidráulica

La energía hidráulica se refiere a cualquier proyecto que produce energía eléctrica usando fuerza de gravedad del agua que cae o que fluye, para generar energía eléctrica. La energía hidráulica está subdividida en dos categorías: energía hidroeléctrica y energía hidrocínética. La energía hidroeléctrica genera electricidad mediante el flujo de agua, generalmente usando una presa o desviación, mientras que los proyectos hidrocínicos generan electricidad del movimiento de olas o corrientes sin el uso de una presa o desviación. Micro-hidroeléctrico se refiere a los sistemas de energía hidroeléctrica con una capacidad de 100 kW o menos, y puede incluir tecnologías que no requieren de una presa o desviación.

2.3.1. Energía Hidroeléctrica

Existen dos tipos de proyectos de energía hidroeléctrica: la convencional y almacenamiento bombeado. Cada uno de estos tipos se encuentra descritos dentro de su propia sub-sección. Ambos tipos de proyectos tiene componentes comunes, como se puede ver en la Figura A-16:

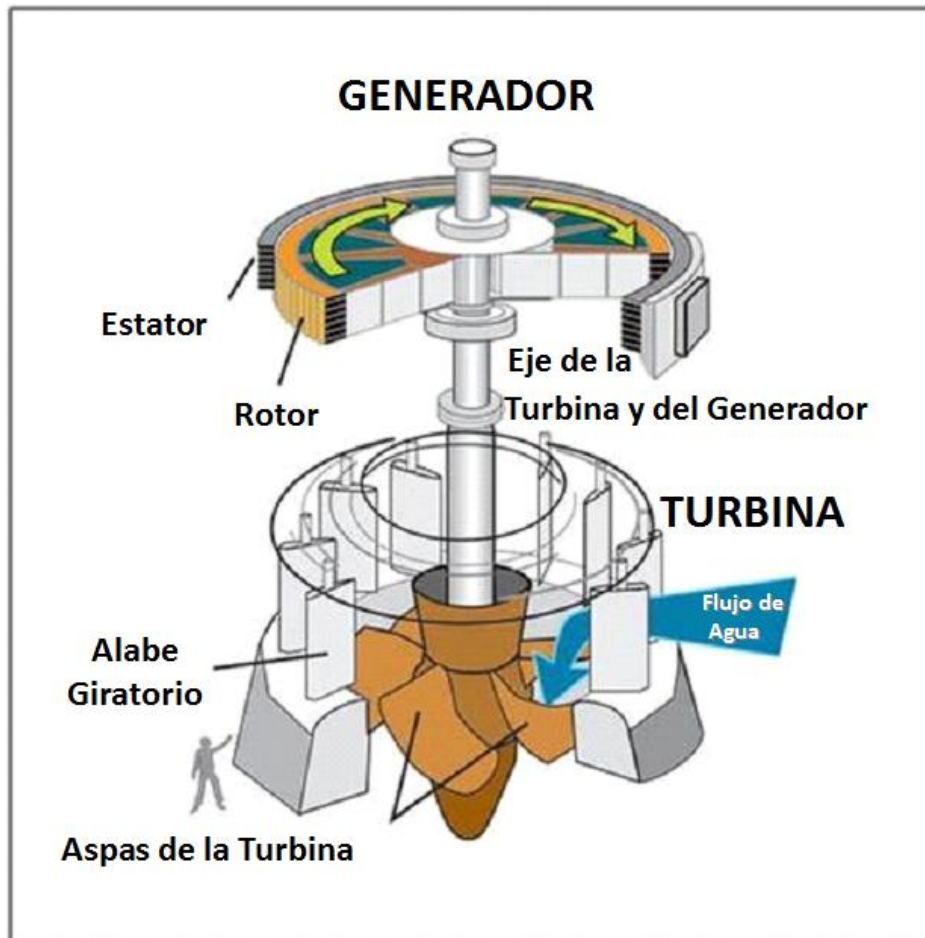
Figura A- 16: Diagrama de presa hidroeléctrica



Fuente: Basado en un diagrama de la Autoridad del Valle de Tennessee
<http://www.tva.gov/power/images/hydro.png>

- Entrada – compuertas de entrada de la presa o desviación a través de las cuales fluye el agua mediante gravedad. La mayoría de las entradas tendrán compuertas para controlar o detener el flujo así como filtros para mantener los desechos y los peces fuera del sistema.
- Compuertas – una tubería o túnel que va desde la entrada hacia la turbina. El agua acumula presión al fluir a través de las compuertas.
- Central eléctrica – una estructura que aloja la turbina y generador, y por veces los componentes de la sub-estación.
 - Turbina – un eje rotativo con grandes aspas que giran cuando fluye el agua de las compuertas a través de las aspas (Figura A-17).
 - Generador – conectado a, y girado por la turbina. Una turbina puede llegar a pesar hasta 172 toneladas en una planta grande y gira a un ritmo de 90 revoluciones por minuto (rpm).
- Corriente de agua – es un canal, tubería o túnel que lleva el agua desde la turbina hasta el desagüe.

Figura A- 17: Turbina de agua



Fuente: Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los EE.UU. http://www.nwp.usace.army.mil/HDC/edu_genexcit.asp

- Desagüe – el punto adonde el agua que ha pasado a través de la turbina es regresada al río.
- Sub-estación – las instalaciones que preparan la electricidad generada por el generador(es) para efectos de transmisión mediante el uso de transformadores para elevar su voltaje a niveles de transmisión y adonde hay interruptores que permiten controlar el flujo eléctrico.

La energía hidroeléctrica se ha categorizado por capacidad y la pérdida de carga. La capacidad está expresada en kilovatios kW o megavatios (MW). Las plantas que tienen una capacidad menor de 5 kW se llaman *pico*. Entre 5 y 100 kW son micro. Las mini plantas tienen una capacidad de 100kW hasta 1 MW. Las plantas pequeñas tienen una capacidad desde 1 hasta 30MW, y las plantas grandes tienen una capacidad mayor de 30 MW. En el pasado, los proyectos hidroeléctricos que se conectaban con la rejilla en los países del CAFTA-DR, eran de gran tamaño. Sin embargo, en los últimos años se han construido y se han puesto en operación, varios proyectos de plantas hidroeléctricas mini y pequeñas.

La pérdida de carga se refiere al cambio de altitud entre la superficie del agua en la entrada de la compuerta y las turbinas. La baja presión es menor de 30 metros. Presión media es de 30 a 300 metros y presión alta es mayor de 300 metros. La energía es creada por el agua corriente. En la medida en que incrementa el volumen y el desnivel, de esa misma manera se incrementa la generación de energía eléctrica.

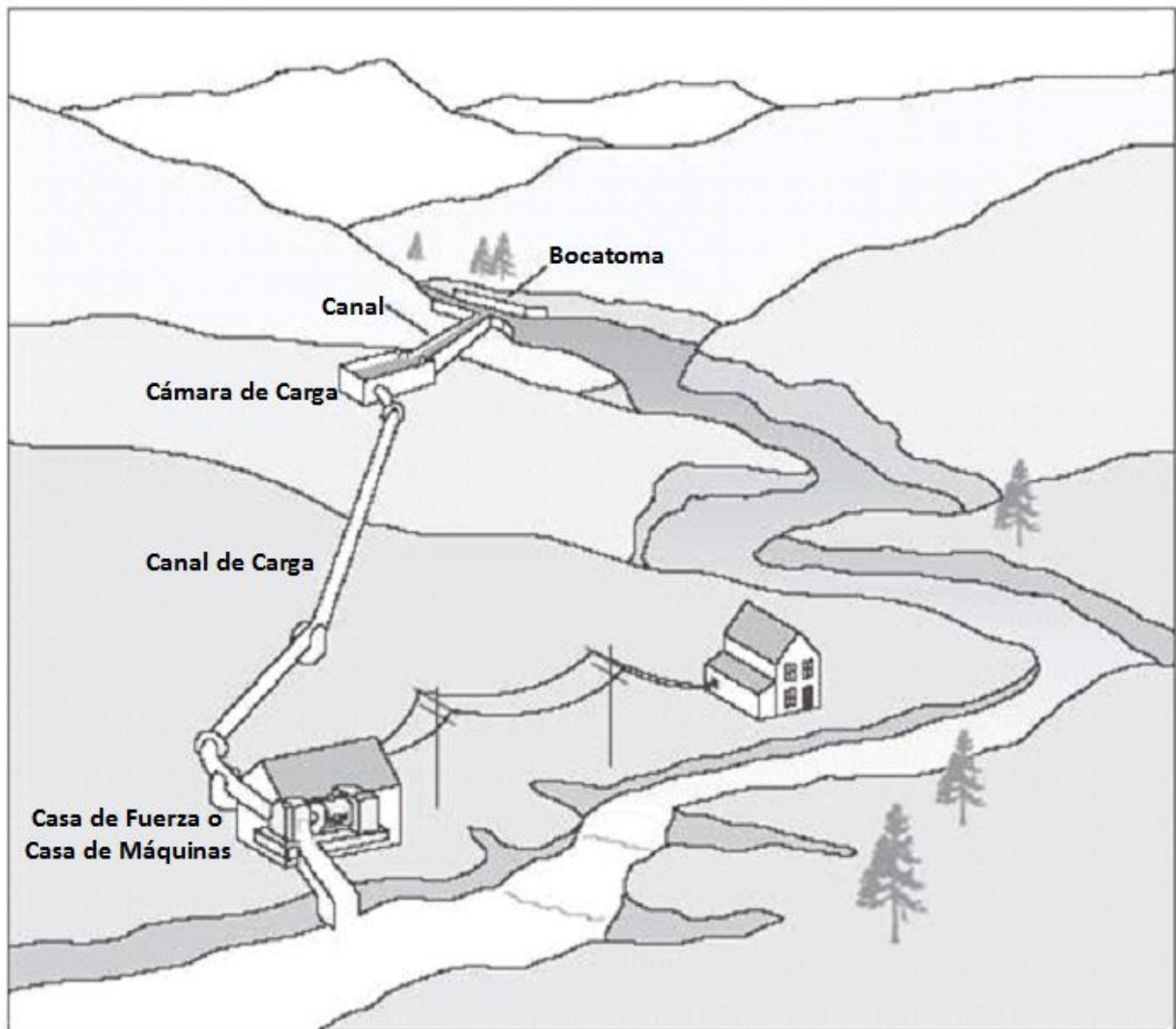
2.3.1.1. Hidroeléctrica Convencional

Los proyectos convencionales usan una presa o desviación. Pueden operar en un modo de estación de fuerza sin almacenamiento, adonde el desagüe del proyecto se aproxima a la afluencia, o máximo adonde los flujos se almacenan o liberan de manera diaria, mensual o por temporada. Únicamente los proyectos de presa o reservorio pueden operar en modo máximo. La Figura A-16 muestra el diagrama típico del proyecto de una presa. El agua que se encuentra en el reservorio es considerada como energía almacenada. Cuando se abren las compuertas, el agua que fluye a través de las mismas se convierte en energía cinética debido a que está en movimiento y se puede usar para encender las turbinas y generar electricidad cuando sea requerida. En las presas, el desnivel se determina por la cantidad de agua que se encuentra en el reservorio, adonde el desnivel es el punto más alto cuando el reservorio está lleno. El desarrollador podrá construir la central eléctrica aguas debajo de la presa, para incrementar el “desnivel” para generación eléctrica, desviando agua de una sección del río conocido como el tramo de desvío.

Es probable que los proyectos que usan desviaciones, tienen pequeñas presas en el río para crear la desviación, o pueden usar otros tipos de estructuras dentro de la corriente para desviar el agua. La Figura A-18 muestra un proyecto típico de desviación hidroeléctrica. Usualmente el agua es desviada hacia un canal que viaja a un gradiente más bajo hasta que llega a un punto adonde el agua puede llegar a una compuerta con gradiente más alto. En este punto hay una aducción que dirige el agua hacia la compuerta. El agua que fluye a través de la compuerta crea el necesario desnivel para hacer girar las turbinas.

El trecho de río entre la entrada y el desagüe se conoce como el tramo de desvío. Aquellos proyectos que usan las presas para efectos de desviación, tienen el potencial de desviar toda el agua del río, dejando seco el tramo de desvío ya sea todo el tiempo o parte del tiempo.

Figura A- 18: Proyecto de desviación hidroeléctrica



Fuente: Banco Mundial. Módulo de Kit de Herramientas sobre Tecnología de Energía Renovable, página 3.
http://siteresources.worldbank.org/INTRENERGYTK/Resources/REToolkit_Technologies.pdf

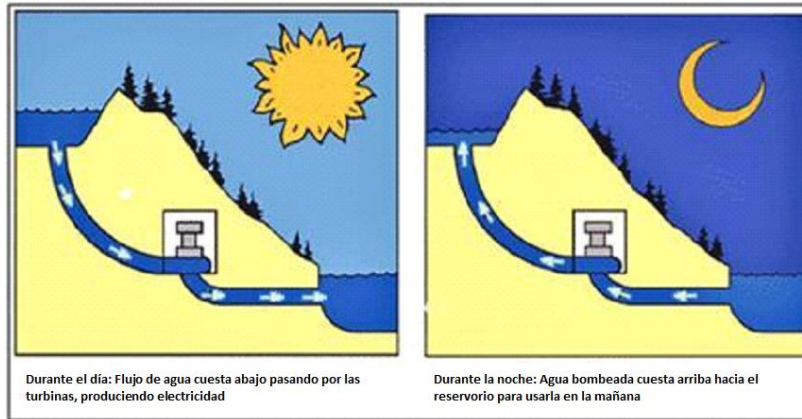
La mayoría de los proyectos micro-hidroeléctricos son proyectos de desviación y de estación de fuerza sin alimentación. Sin embargo, algunos proyectos podrán tener pequeños embalses de almacenamiento. Otros proyectos podrán usar turbinas dentro de la corriente, y no requieren de presas o de desviación. Sin embargo, estos sistemas son para proyectos muy pequeños y por lo general no son usados para proveer energía eléctrica a la rejilla.

2.3.1.2. Central Hidroeléctrica Reversible

En una planta hidroeléctrica convencional, el agua pasa de la entrada hacia la turbina y sale por el desagüe una sola vez. En una planta hidroeléctrica reversible, el agua puede pasar a través de la turbina una serie de veces. Esto se logra usando dos reservorios; un reservorio de más arriba y un reservorio de más abajo. Durante los períodos de mayor demanda (durante el día cuando están funcionando las oficinas y los aires acondicionados), el agua fluye mediante gravedad desde el reservorio de más arriba a

través de la turbina hacia el reservorio de más abajo. Durante este período, se permite que caiga el nivel del reservorio de más arriba. Durante los períodos de baja demanda (cuando las personas están dormidas), el agua que se encuentra en el reservorio de más abajo es bombeada nuevamente al reservorio de más arriba mediante una turbina reversibles. En la Figura A-19 podemos ver este proceso.

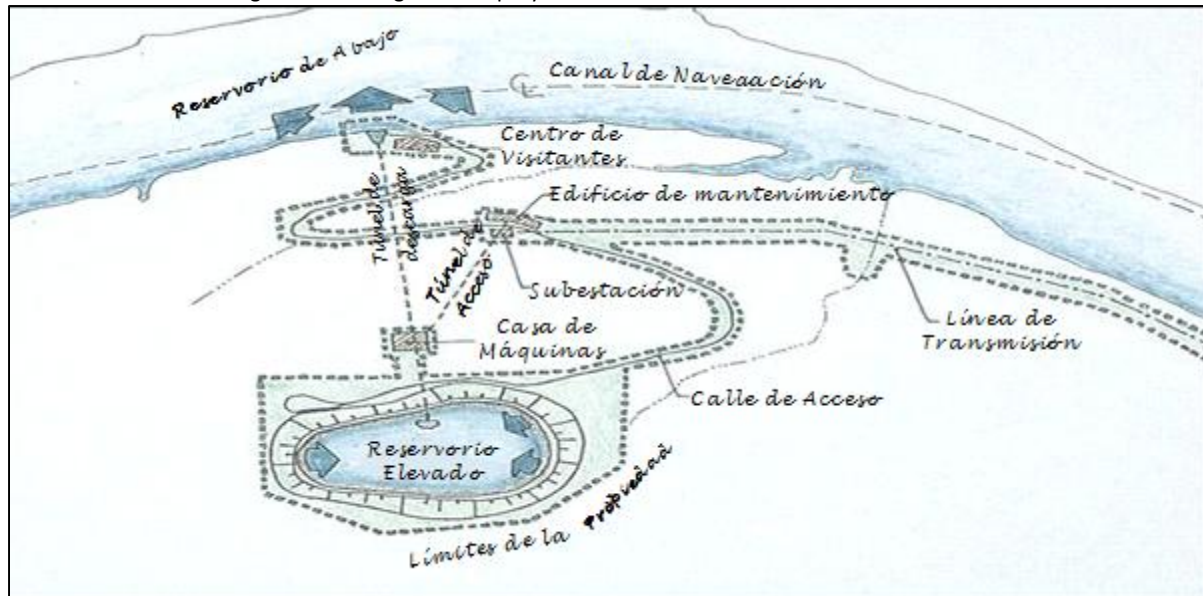
Figura A- 19: Operación de las instalaciones de almacenamiento reversible



<http://ga.water.usgs.gov/edu/hyhowworks.html>

La energía que se usa para bombear el agua es energía en exceso proveniente de los períodos de baja demanda. Básicamente, el reservorio de más arriba está siendo usado como que fuera una batería que se recarga durante los períodos de baja demanda y esto se hace a través de bombear agua hacia el reservorio. El reservorio de más arriba ya recargado tendrá más agua dentro del mismo y estará listo para generar electricidad durante los períodos de mayor consumo. Los reservorios de almacenamiento reversible pueden ser bastante pequeños, o pueden estar ubicados para aprovechar la existencia de lagos o reservorios (FiguraA-20), por lo que los costos de construcción son en general más bajos en comparación con las instalaciones hidroeléctricas convencionales.

Figura A- 20: Diagrama del proyecto hidroeléctrico de almacenamiento reversible



2.3.2. Energía Hidrocinética

Se define la energía hidrocinética como proyectos que generan energía eléctrica de ondas o directamente del flujo de agua que existen en las corrientes marinas, mareas o vías navegables interiores sin el uso de una presa. La energía hidrocinética es un desarrollo más nuevo y se calcula que 30% o más de las necesidades globales de energía eléctrica que tienen las naciones podría ser generada usando energía hidrocinética, usando sus acceso al área costera.

Existen cuatro tipos de dispositivos para la energía undimotriz: Estructuras flotantes que absorben energía, atenuadores, terminadores rebasables y dispositivos de energía undimotriz (ver Figura A-21). Los dispositivos de energía de corriente y mareomotriz consisten de un rotor y generador, similar a las turbinas eólicas (Figura A-22). Los dos tipos son axiales, y que por lo general tienen un flujo horizontal y cruzado (ya sea vertical u horizontal).

2.3.2.1. Estructuras Flotantes que Absorben Energía

Los absorbedores de punto son estructuras flotantes compuestas de un componente (generalmente una boya) que se mueve hacia arriba y hacia abajo con la acción de la ola y tienen otro componente que se encuentra fijado en el lecho marino o también puede estar relativamente fijo mediante un amortiguador sumergido. Ambos componentes se mueven independientemente haciendo una acción de pistón, la cual se convierte en energía a través de convertidores electromecánicos o hidráulicos. En la actualidad, los absorbedores de punto no están siendo usados en ninguna parte como una fuente principal de energía, sin embargo algunas versiones experimentales han comprobado que producen energía.

2.3.2.2. Atenuadores

Los atenuadores son estructuras flotantes largas de multi-segmentos orientadas de manera paralela a la dirección de cómo se desplazan las ondas. El movimiento de las ondas mueve los segmentos independientemente haciendo que éstos se doblen en las uniones adonde conectan los segmentos. Esta acción de flexionamiento se convierte en energía a través de bombas hidráulicas u otros tipos de convertidores. Aquellos conectados a las bombas hidráulicas presurizan el fluido hidráulico, el cual es usado para impulsar un generador. La primera sala de ondas (*wind farm*) comercial que usó los atenuadores Pelamis, costa afuera de Portugal (Aguçadoura). Sin embargo, mientras tanto ha cerrado sus instalaciones, inicialmente por motivos técnicos y luego por motivos económicos.

2.3.2.3. Terminadores Rebasables

Los terminadores rebasables flotan sobre o cerca de la superficie marina, perpendicular a la dirección del desplazamiento de la onda y ubicada cerca de la costa adonde rompen las ondas. Tienen reservorios que se llenan cuando las ondas rebasan la estructura. Después de que se rebasan las estructuras el agua en el reservorio están más arriba que el nivel de mar que lo rodea. Luego se libera el agua a través de una apertura controlada en el reservorio y la gravedad hace que caiga hacia la superficie del mar. La energía del agua que cae se usa para encender turbinas eléctricas de baja presión. En la actualidad no se han propuesto el uso de terminadores rebasables para los Estados Unidos; sin embargo, se han hecho demostraciones de proyectos y prototipos en el Reino Unido, Dinamarca y Portugal.

2.3.2.4. Columna oscilante de agua

Los terminadores de las columnas oscilantes de agua (OWC) se construyen en tierra, perpendiculares a la dirección del desplazamiento de la onda. Cuando las ondas rompen en tierra, el agua entra a través de una apertura subterránea hacia una cámara con aire atrapado en la parte de arriba. La acción de la onda

hace que la columna de agua capturada se mueva hacia arriba y hacia abajo como un pistón, forzando el aire a través de una apertura conectada con una turbina eólica. Un prototipo de OWC de 500-kW de tamaño natural que fue diseñada y construida por Energetech actualmente está siendo probado mar afuera en Port Kembla en Australia. También se han hecho demostraciones de esta tecnología en el Reino Unido y en Portugal y actualmente al menos dos proyectos están siendo desarrollados en los Estados Unidos.

Figura A- 21: Dispositivos de energía undimotriz

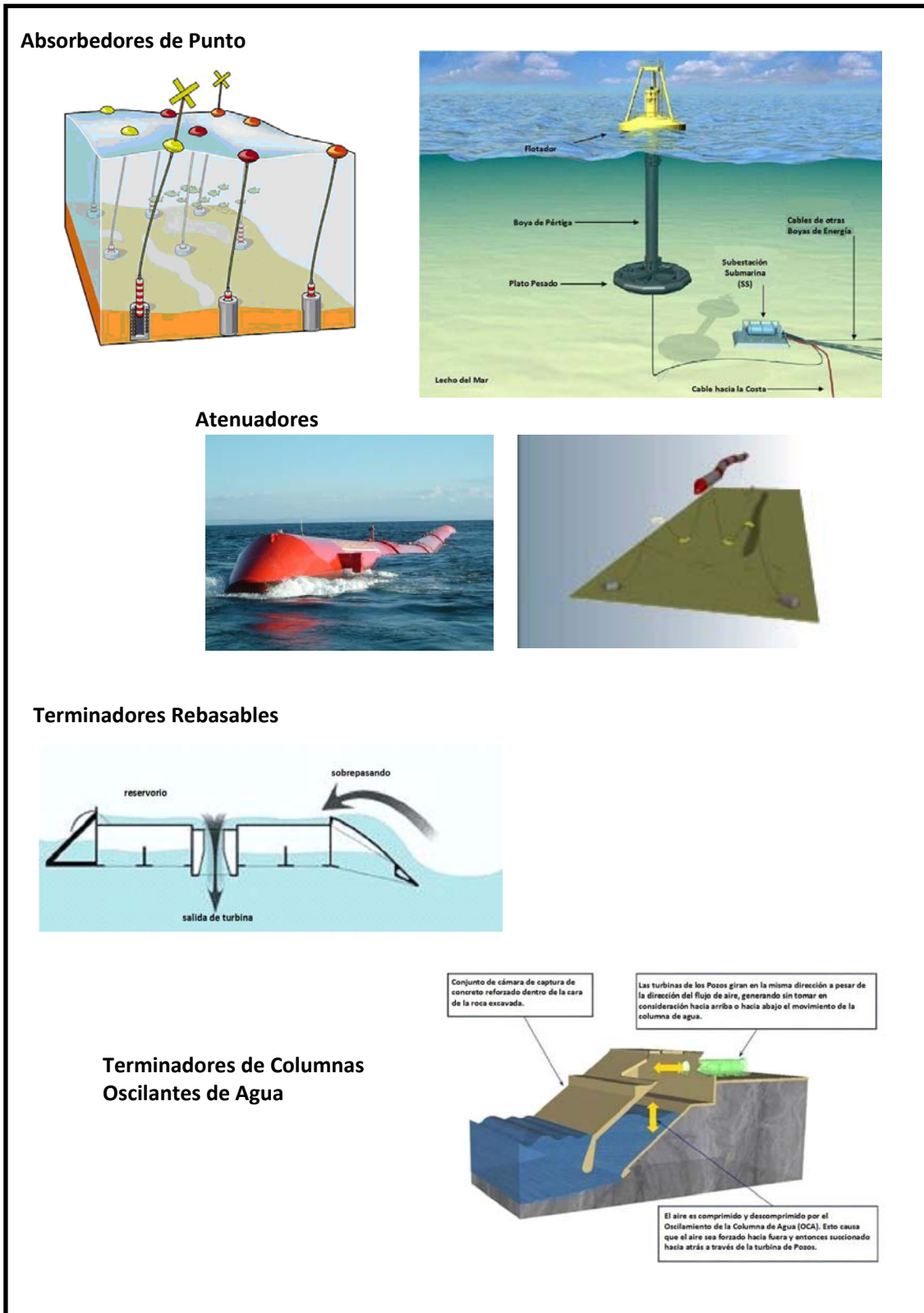
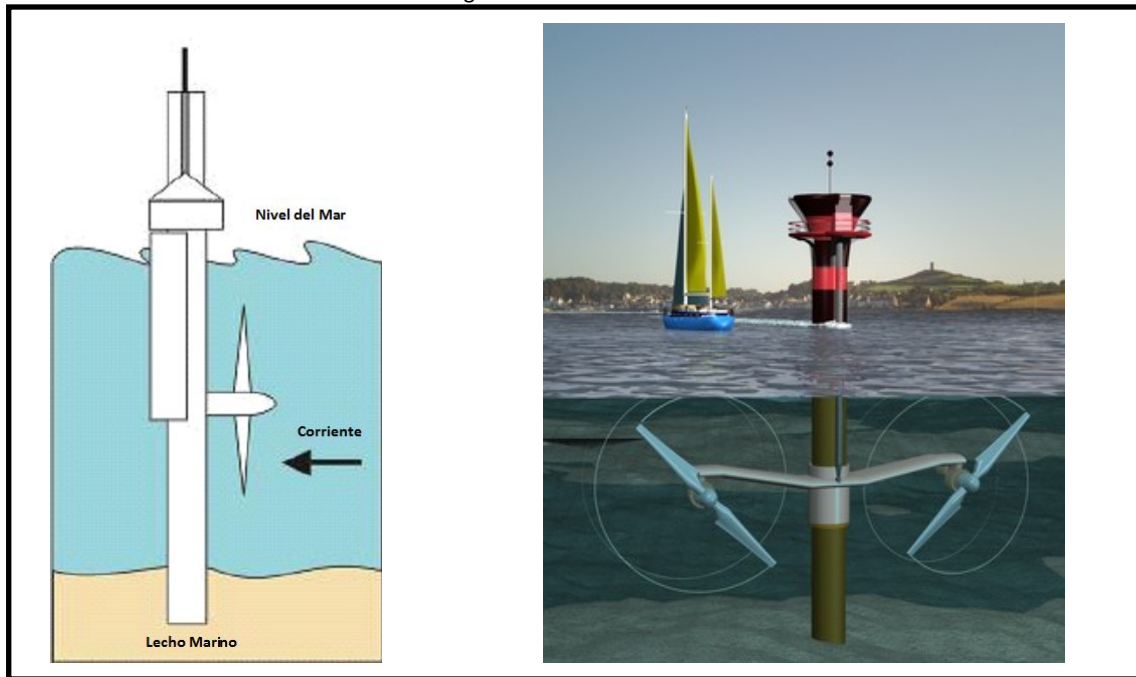


Figura A- 22: Turbinas Mareomotoras



2.4. Energía Solar

La energía solar puede proveer energía eléctrica para la distribución de servicios públicos, en tamaños que oscilan entre 10's de megavatios hasta 1,000 megavatios. watts. Las plantas de energía solar pueden ser plantas independientes o híbridas, adonde se combinan las fuentes solares y de otro tipo. La energía se puede usar para generar electricidad, ya sea directa o a través del uso de celdas fotovoltaicas, o calentando un fluido o un gas que luego impulsa una turbina de vapor o un motor térmico Stirling o Brayton.

La energía solar está dividida en dos tipos genéricos: energía solar y fotovoltaica concentrada (PV) (Figura A-23). Las siguientes sub-secciones presentan información básica de cada una de estas tecnologías.

Figura A- 23: Tecnologías de energía solar y sus requerimientos ambientales

SISTEMAS CENTRALES DE ENERGÍA SOLAR

Central Solar

- Filas de espejos parabólicos cada una con un tubo absorbedor
- Planta de energía térmica
- Requerimiento de terreno – 2 hectáreas/MW
- Agua – 7,400 to 16,000 m³/yr/MW



Torre de Energía

- Torre central (300-450 pies altura)/campo de espejos
- Planta energía térmica
- Requerimiento terreno – 3.6 hectáreas/MW
- Agua – 7,400 a 16,000 m³/yr/MW



FOTOVOLTAICO/FOTOVOLTAICO CONCENTRADO

- Paneles de celdas solares
- No tiene planta térmica
- Requerimiento terreno – 4 hectáreas/MW
- Agua – 62 m³/yr/MW



Sistema Lineal Fresnel

- Filas de espejos largos y angostos cerca del suelo enfocados en un tubo absorbedor
- Planta energía térmica
- Requerimiento terreno – 2 hectáreas /MW
- Agua– 7,400 to 16,000 m³/yr/MW



Plato Parabólico

- Espejo en forma de plato/motor de explosión caliente
- Motor Sterling o Brayton, sin planta térmica
- Requerimiento terreno – 3.6 hectáreas/MW
- Agua– 62 m³/yr/MW



2.4.1. Central Térmica Solar – Turbinas de Vapor

Las tecnologías de Central Térmica Solar (CSP siglas en inglés) usan espejos para concentrar o enfocar la energía de la luz solar y convertirla en calor para alcanzar suficientes temperaturas fluidas para producir energía eléctrica de manera eficiente. Mayores eficiencias reducen el tamaño del colector de la planta y el total del uso de la tierra por unidad de energía generada, reduciendo los impactos ambientales de una planta de energía así como también reduciendo sus gastos.

Existen dos tipos principales de plantas CSP que usan el calor del sol para producir vapor y hacer girar las turbinas de vapor; aquellas que usan concentradores solares o los vectores lineales Fresnel, y aquellos que usan torres de energía y los que usan platos parabólicos. Se han descrito estos sistemas en las siguientes sub-secciones. En ambos sistemas, el reenvío de fluido súper calentado (usualmente algún tipo de aceite) se usa para generar vapor para impulsar una turbina, similar al que se usa en otras plantas de energía que usan turbinas de vapor. Como tal, la planta solar térmica tendrá todos los componentes descritos dentro de la sub-sección 2.1 Turbinas de Vapor.

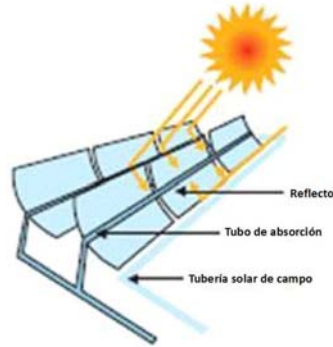
Todos los concentradores solares, plantas lineales Fresnel y torres de energía eléctrica generan calor para convertir agua en vapor, pero muchas plantas también almacena el calor en exceso para uso posterior. Con la tecnología actual, resulta más barato almacenar calor que además es más eficiente que almacenar electricidad. El sistema de almacenamiento puede verse en el componente de “Almacenamiento Térmico” en la Figura A-25. Este diseño hace circular un fluido de transferencia de calor a través de vectores parabólicos y a un intercambiador térmico para el sistema de agua/vapor, cambiando el agua en vapor que luego impulsa una turbina de vapor. Cuando el sol es lo suficientemente fuerte como para proveer más energía de la necesaria para el intercambiador directo de calor, pasa una parte del fluido de transferencia de calor a través de un intercambiador para el sistema de sal líquida, que calienta la sal líquida del tanque frío y la almacena en el tanque caliente. Cuando la energía solar es insuficiente para proveer la energía necesaria para transformar el agua en vapor, la sal líquida caliente puede bombearse a través del intercambiador de calor, intensificando la temperatura del fluido de transferencia. El sistema de almacenamiento puede continuar calentando el fluido aún después de que el sol baja y de esta manera la planta CSP puede producir energía eléctrica día y noche.

Debido a que ambos tipos de sistemas producen vapor para turbinas de vapor, también pueden ser cruzadas con una fuente de calor externa, como por ejemplo combustibles fósiles, biomasa y calderas de biocombustibles. De esta manera, cuando la luz del sol y el almacenamiento de calor sean insuficientes, la planta puede operarse con la caldera, y de esta manera mejora la confiabilidad del sistema.

2.4.1.1. Sistemas Parabólicos y Sistema Lineal Fresnel

Con un sistema parabólico, se concentra la energía solar usando reflectores de forma de bandeja, parabólicamente curvos (Figura A-24) en una tubería receptora que corre a lo largo de la línea principal de la superficie curva, adonde se encuentra la transferencia de fluido de calor. Un sistema Fresnel es parecido a un sistema parabólico en el sentido que los espejos enfocan la energía solar sobre una tubería adonde se encuentra el fluido de transferencia de calor. Sin embargo, los espejos son tiras largas y angostas que se encuentran ubicadas cerca del piso. El sistema parabólico y las plantas lineales Fresnel consisten de una enorme gama (dos hectáreas por MW) de estos reflectores amarrados a un sistema de energía de turbina de vapor.

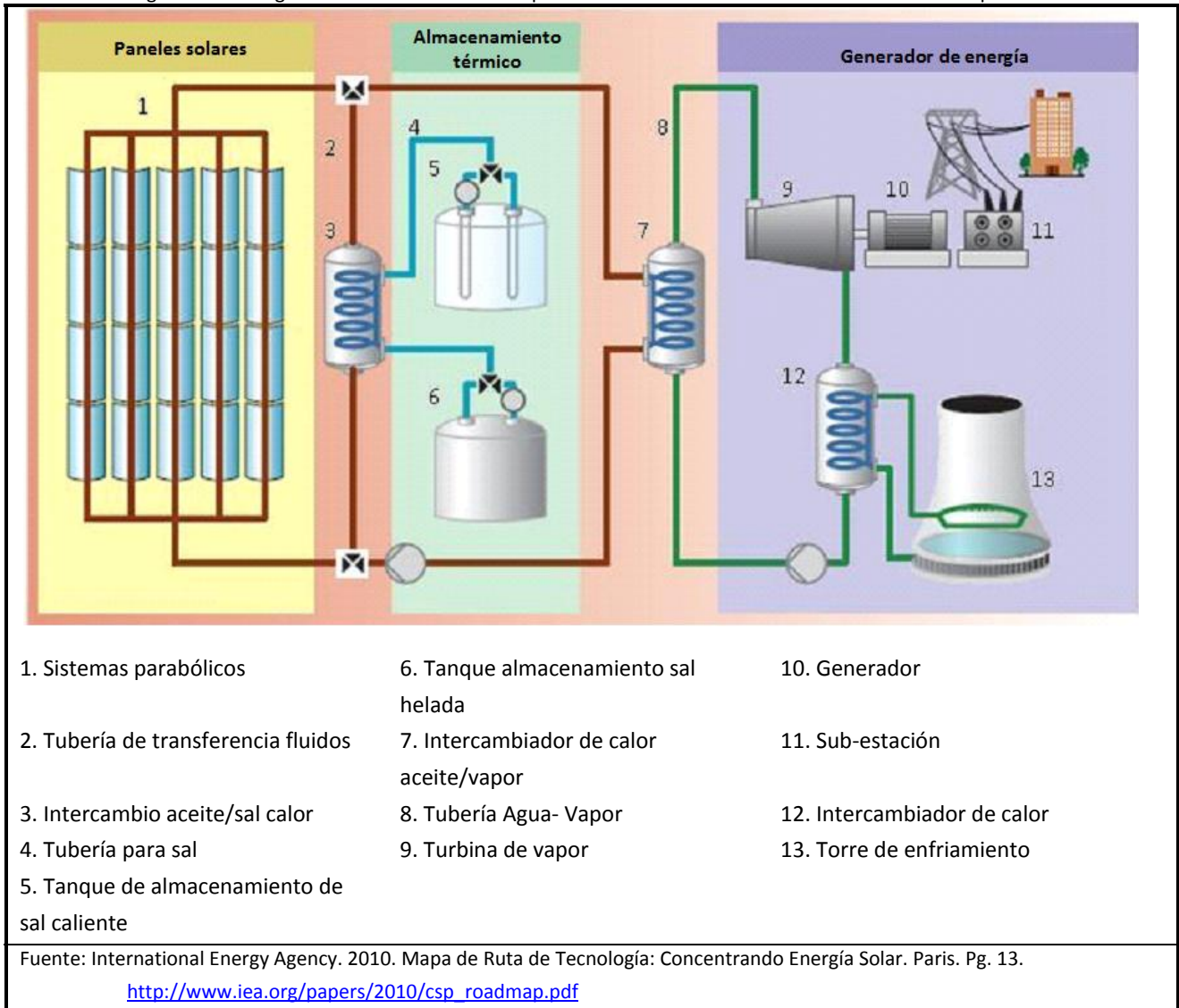
Figure A- 24: Diagrama de un sistema parabólico solar



Fuente: IEA 2010. pg. 11.

La Figura A-25 muestra un diagrama de una planta solar con sistema parabólico. Muestra cómo los vectores del sistema parabólico calientan el fluido de transferencia, el cual a su vez pasa a través de un intercambiador de calor para generar vapor del "Bloque de Potencia". El componente del "Bloque de Potencia" en el diagrama tiene los mismos componentes como cualquier otra planta de energía de turbina de vapor. Este diagrama también incluye un sistema de almacenamiento de calor, como se planteó anteriormente. Una planta que use vectores lineales Fresnel en lugar de usar vectores de sistema parabólica tendría el mismo diagrama, y lo único que sería diferente sería el tipo de vector.

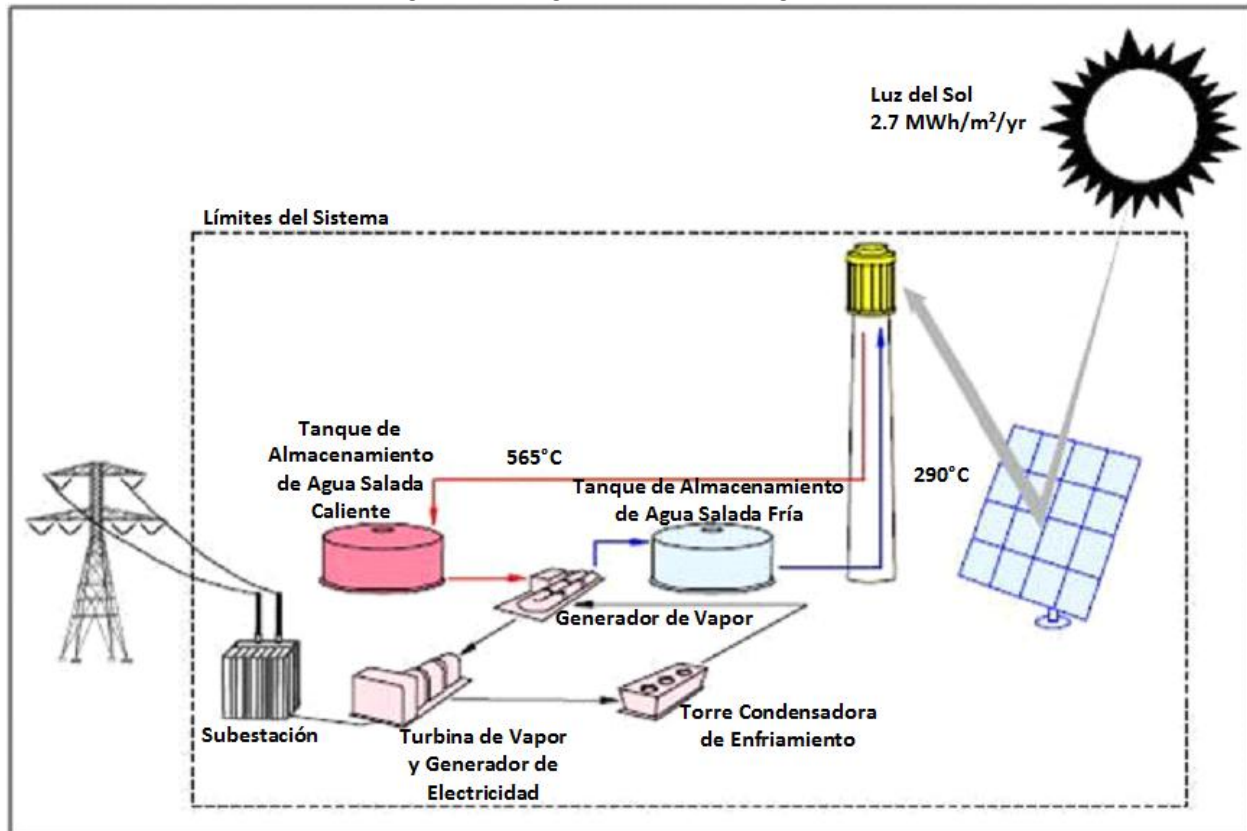
Figura A- 25: Diagrama de concentrador solar parabólico con unidad de almacenamiento de sal líquida



2.4.1.2. Torres de Energía

Las torres de energía usan una gama de espejos que rastrean el sol (heliostatos) para enfocar la luz del sol sobre un receptor colocado en la punta de una torre, en el centro del vector, que contiene fluido de transferencia de calor. La Figura A-26 muestra un diagrama típico de las instalaciones de generación de una torre de energía. Aunque el diagrama solamente muestra un vector, esto solamente es para mostrar cómo un vector concentra y refleja la luz del sol hacia el receptor. Una planta de torre de energía actual tendría muchos vectores rodeando la torre, como se puede ver en la foto en la Figura A-23. Los vectores requieren un área de 3.6 hectáreas por MW. Aunque la figura no ha sido montada en el mismo formato como en la Figura A-25, tiene los mismos componentes y operaría de la misma manera como un sistema de cilindro parabólico con capacidad de almacenamiento de calor.

Figura A- 26: Diagrama de torre de energía solar



De: http://www.solarpaces.org/CSP_Technology/docs/solar_tower.pdf

2.4.2. Concentrando la Energía Solar– Plato-Motores Parabólicos

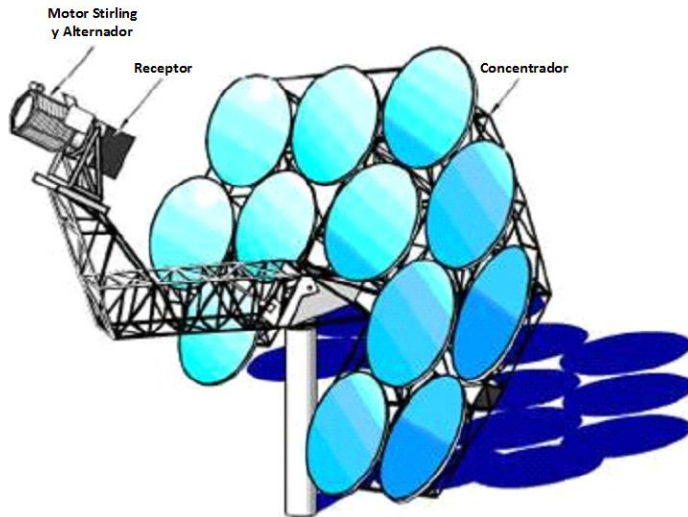
Los sistemas de plato parabólicos CSP usan disposición de espejo (también llamados concentradores) para reflejar y concentrar la energía solar sobre un receptor que transfiere la energía a un gas o líquido presurizado que a su vez impulsa un motor que hace girar un generador o alternador (Figura A-27). Muchas veces a estos sistemas se les conoce como sistemas solares plato-motor. Una planta de energía solar de plato tendrá varios de estos plato-motores. La energía eléctrica se genera en cada uno de los motores por lo que el fluido o el gas no necesita ser transportado por tubería a través de las instalaciones. La energía eléctrica es transportada hacia la sub-estación colectora a través de cableado eléctrico. Para que los vectores sean efectivos, cada uno deberá de rastrear el sol en dos ejes, para que la energía reflejada siempre esté concentrada sobre el receptor.

Los motores que por lo general salen favorecidos son los motores Stirling y Brayton. El motor Stirling es un motor de pistón de combustión interna que tiene un líquido presurizado inerte, el cual podría ser helio o hidrógeno. Requiere de un sistema de enfriamiento, que generalmente es un radiador. La energía lineal de los pistones se convierte en energía rotatoria para impulsar un generador. El motor Brayton es una turbina de gas. Descarga la mayoría del calor residual en el escape. Ambos tipos de motores pueden ser operados usando otras fuentes de calor externo, como el combustible fósil para que puedan funcionar aún cuando la radiación solar es demasiado baja o cuando no existe.

Los sistemas de colector solar requieren más o menos el mismo área como los sistemas de torre de energía, 3.6 hectáreas por MW. Usan muchísimo menos agua que otros sistemas CSP porque no tienen

que condensar el vapor que sale de las turbinas. El uso de agua en estas instalaciones se usa principalmente para lavar las superficies de espejos.

Figura A- 27: Diagramación de sistema de energía de plato-motores parabólicos/espejos de membrana distendida



De: http://www.solarpaces.org/CSP_Technology/docs/solar_dish.pdf

2.4.3. Fotovoltáico Solar

Una célula solar es un dispositivo que convierte la luz solar en corriente eléctrica. La célula está construida de materiales semi-conductores similares a los que se usan en chips de computadoras. Cuando estas células son expuestas al sol, dichos materiales absorben fotones y liberan electrones. Los electrones liberados se pueden capturar y se pueden convertir en energía eléctrica. Existen catorce tipos de células fotovoltaicas que compiten, incluyendo el silicón mono-cristalino, el silicón poli-cristalino y las células amorfas. Es demasiado temprano para saber cuál tecnología será dominante.

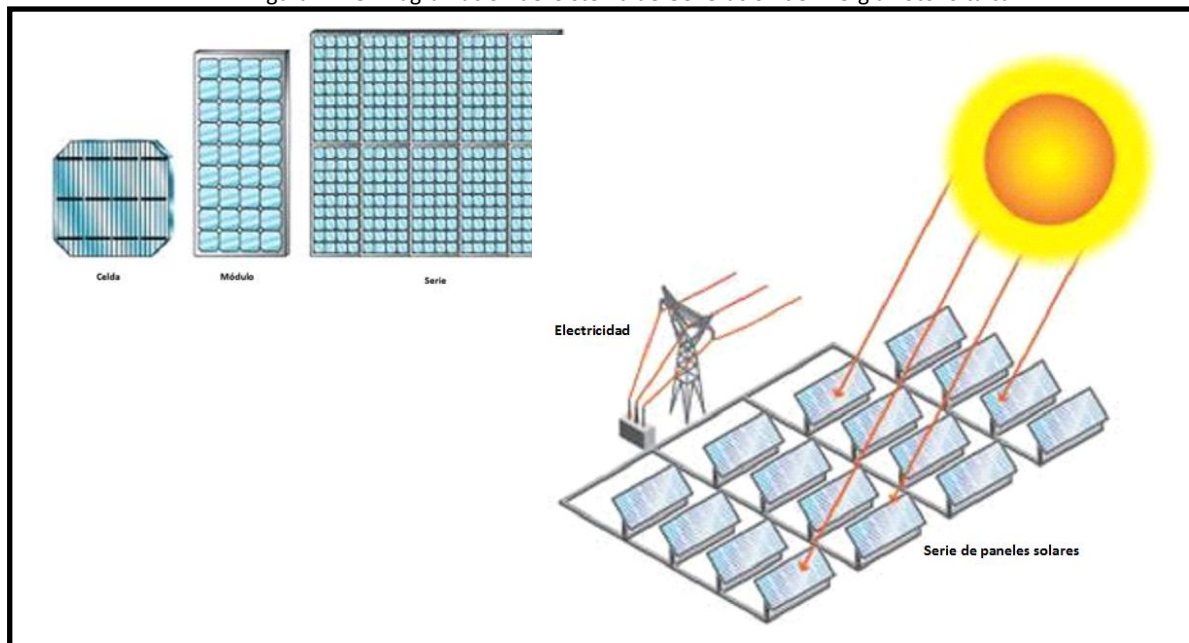
En general, cada célula solar es muy chiquita y capaz de generar unos pocos vatios de electricidad. Típicamente están combinados en módulos de aproximadamente 40 células y los módulos están ensamblados en vectores fotovoltaicos (PV) de hasta varios metros en un lado. Una planta generadora de PV tendrá cientos de estos vectores conectados juntos y montados a un ángulo fijo viendo hacia el sur, o montados sobre dispositivos de rastreo que siguen el movimiento del sol (Figura A-28) Un vector de un solo eje rastrea el sol de este a oeste durante el día y puede proveer 30%-40% más energía que un vector fijo.

La energía que colectan los vectores es corriente directa, por lo que tiene que transformarse en corriente alterna antes de poder ser enviada a la rejilla. Se logra la conversión mediante el uso de onduladores. La energía resultante luego es ajustada al voltaje y frecuencia necesaria usando transformadores, interruptores y circuitos de control.

Los sistemas de Centrales Térmicas Solares (CPV) son un método relativamente nuevo de generación de electricidad proveniente del sol. Los sistemas CPV usan lentes y espejos para enfocar una mayor cantidad de energía solar sobre células solares altamente eficientes. Esto incrementa la eficiencia de las células de gran manera. Los sistemas CPV deben rastrear el sol para mantener la luz enfocada sobre las células PV, las cuales generalmente requieren de dispositivos de rastreo altamente sofisticados.

Los sistemas CPV necesitan 4 hectáreas de terreno por MW, siendo el requerimiento de tierra más grande de cualquiera de los sistemas de energía solar. Igual como con los sistemas solar-plato, los únicos requerimientos de agua en estas instalaciones son para limpiar los vectores.

Figura A- 28: Diagramación del Sistema de Generación de Energía Fotovoltaica



Fuente: Departamento de Energía de los EE.UU., http://solareis.anl.gov/documents/docs/NREL_PV_2.pdf y <http://solareis.anl.gov/guide/solar/pv/index.cfm>

2.5. Energía Eólica

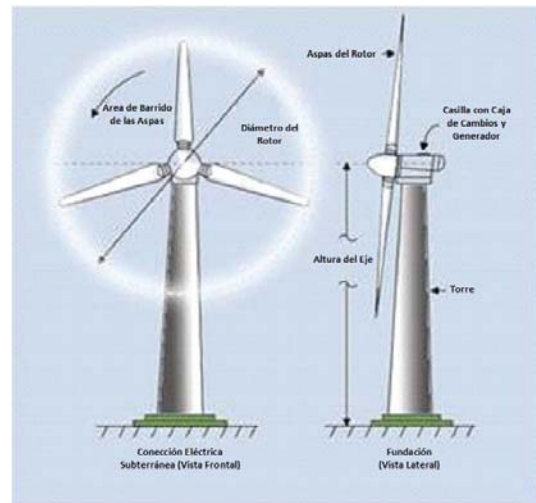
La energía eólica convierte el movimiento de aire – viento – en energía eléctrica casi de la misma manera cómo la energía hidráulica convierte el agua en movimiento en electricidad. El aire fluye a través de las aspas de la turbina eólica, convirtiendo el movimiento de flujo en energía rotativa. Se usa esa energía para hacer girar un árbol que conduce del centro del rotor hacia un generador. El generador convierte esa energía rotativa en electricidad.

Existen dos tipos generales de turbinas eólicas, de eje horizontal y de eje vertical. Los aerogeneradores (HAWT siglas en inglés), que son el tipo de turbinas más comúnmente usadas, están compuestas de aspas situadas perpendicularmente a la dirección del flujo del viento y en general son como una hélice muy grande de avión de dos o tres aspas. (Figura A-29).

Todas las turbinas eólicas que se producen comercialmente son HAWTs. Los HAWTs necesitan alinearse constantemente con el viento (ya sea hacia el viento o con el viento, dependiendo del diseño de la turbina), usando un mecanismo para el ajuste de la guiñada. Los HAWTs usan una torre para elevar los componentes de la turbina a una elevación óptima para la velocidad del viento (y de esta manera las aspas pueden despejar el camino) y usar muy poco espacio en el suelo, ya que la mayoría de todos los componentes están a 80 metros en el aire. La torre requiere una base fundamental. Los HAWTs generalmente son descritos refiriéndose a su altura central y al diámetro del rotor (Figura A-29).

Las turbinas eólicas actuales de nivel industrial tienen 100 metros o más en el centro y por lo general tienen capacidades desde 100 kilovatios hasta 5 megavatios. Las turbinas eólicas más grandes están agrupadas en molinos de corriente eólica.

Figura A- 29: Turbina de Viento con Eje Horizontal



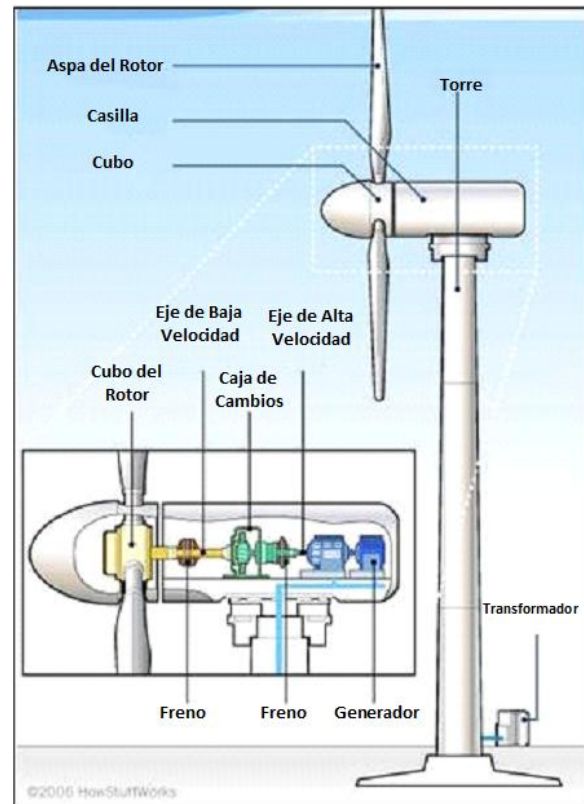
Fuente:

http://ec.europa.eu/research/energy/nn/nn_rt/nn_rt_wind/images/wind_en_1370.gif

HAWT más grandes tienen varios componentes, como se puede ver en la Figura A-30:

- Aspas que captura la energía eólica y la envía al centro. La mayoría de las turbinas comerciales HAWT tienen dos o tres aspas.
- Núcleo del Rotor, adonde se convierte la energía de las aspas en energía rotativa y se pasa al eje de baja velocidad.
- Góndola, la carcasa que guarda:
 - Eje de Baja Velocidad que transfiere energía rotativa hacia la caja de cambios.
 - Caja de cambios que incrementa del eje de baja velocidad de aproximadamente 15 a 60 rpm hasta aproximadamente 1000 a 1800 rpm, la velocidad rotativa requerida por la mayoría de generadores para producir energía eléctrica.
 - Eje de Alta Velocidad que impulsa el generador.
 - Generador que genera electricidad usando electro-magnetismo.
 - Frenos que paran la rotación de un eje en caso de una sobrecarga de energía o fallas del sistema.
- Mecanismo de Orientación y Motor (no lo muestra la figura) se encuentra ubicado en la parte superior de la torre y debajo de la góndola para mover el rotor y que pueda alinearse con la dirección del viento. Son controlados por un controlador que se encuentra conectado con una veleta para tener un sentido de la dirección del viento. En algunos diseños, el motor de orientación y los controles están localizados adentro de la góndola.
- Torre que le da soporte al rotor y a la góndola y eleva todo el montaje a una elevación más alta adonde las aspas pueden estar libres del piso. Las torres están hechas de acero tubular (verlo en la figura), de concreto o de acero de celosía.
- Línea de Alto Voltaje (adentro de la torre) que lleva la energía desde el generador hasta el transformador.
- Transformador que incrementa el voltaje que viene del generador (desde 500 hasta 1,000 voltios) hasta niveles de distribución (miles de voltios), para que pueda ser enviado a través de cables hasta el punto de recolección adonde se recolecta la energía proveniente de todas las turbinas.

Figura A- 30: Componentes horizontales de los ejes de la turbina de viento



Fuente: <http://science.howstuffworks.com/environmental/green-science/wind-power2.htm>

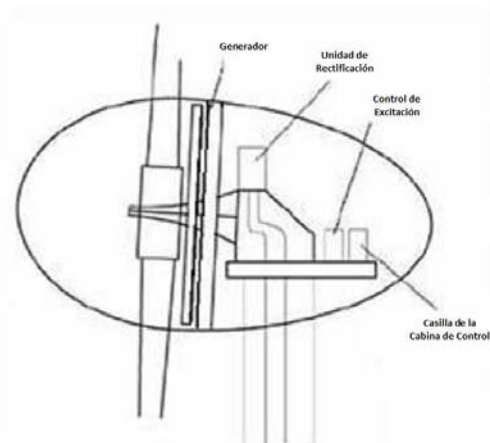
Además de estos componentes, la mayoría de las turbinas eólicas tienen un anemómetro para medir la velocidad del viento el cual está conectado a un controlador que se encuentra dentro de la góndola y que inicia la máquina a velocidades de viento de aproximadamente 8 a 16 millas por hora (mph) y apaga

la máquina cuando está aproximadamente a 55 mph. Las turbinas no operan a velocidades de viento mayores de 55 mph porque los vientos demasiado altos podrían dañarlas. El controlador también monitorea el desempeño de otros componentes del sistema y apaga la turbina en caso de que algo no esté funcionando adecuadamente.

Existe otro tipo de HAWT que está obteniendo más popularidad en cuanto a la generación de energía eléctrica, la turbina eólica de transmisión directa o la sin engranajes. Este diseño consiste de dos vectores circulares de imanes rodeados de cables conductores montados paralelamente entre sí y las aspas del rotor que se encuentra dentro de la góndola (Figura 31) Una se encuentra adherido al eje del rotor. El otro se mantiene en una posición fija. El acto de hacer girar el vector que se encuentra adherido al generador, sobre el vector fijo genera energía eléctrica usando el principio de electro-magnetismo. Estos tipos de turbinas tienen menos partes móviles y generan menos vibración y ruido. Sin embargo, producen corriente directa

por lo que requieren del uso de convertidores para producir la corriente eléctrica necesaria para producción comercial. Inicialmente, las turbinas de transmisión directa eran unidades de pequeña capacidad, pero algunas de las grandes compañías que producen las turbinas eólicas están invirtiendo en el desarrollo de las mismas y están produciendo grandes turbinas de transmisión directa a nivel comercial.

Figura A- 31: Turbina eólica de transmisión directa

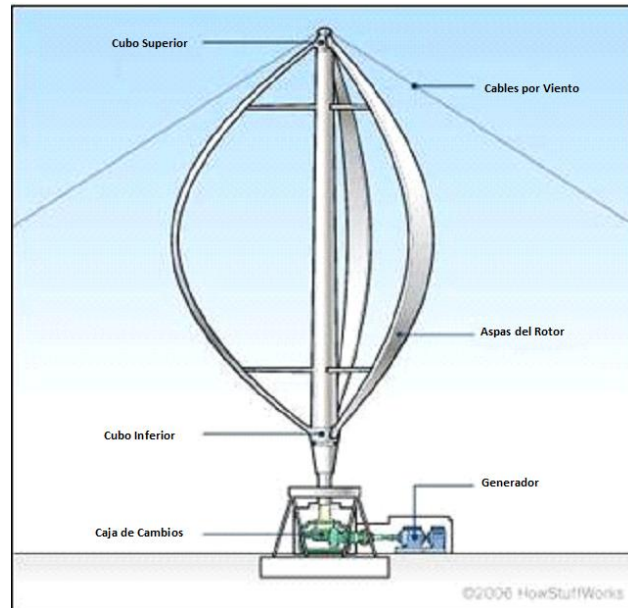


Fuente:

http://www.eolectric.com/assets/honeywood/images/techno_pic1_big.jpg

Las turbinas eólicas de eje vertical (VAWTs siglas en inglés) no son muy comunes. La única que actualmente está siendo producida comercialmente es la turbina Darrieus que parece como un batidor de huevo (Figura A-32). En un VAWT, el eje va montado sobre un eje vertical, perpendicular al suelo. Debido a su diseño, los VAWTs siempre están alineados con el viento, por lo que no se requiere de mecanismo para ajustar la dirección del viento, no puede arrancar por sí solo y necesita un impulso de su sistema eléctrico para arrancar. En lugar de una torre, por lo general usa cables de retención como soporte, por lo que la elevación del rotor es más baja. Una elevación más baja significa viento más lento debido a la interferencia con el suelo, lo cual reduce la velocidad del viento; por lo tanto, los VAWTs en general son menos eficientes que los HAWTs. Todo el equipo se encuentra a nivel de piso, lo que mejora la accesibilidad para efectos de mantenimiento y de reparaciones, sin embargo también significa que cada turbina tiene una huella más grande que un HAWT. Sin embargo, los sistemas VAWT están comenzando a tener mayor popularidad debido a que su instalación y el servicio de las mismas es más fácil tiene un perfil visual y de sonido más bajo, menor impacto sobre las poblaciones de aves y murciélagos y la capacidad de disponer sobre las huellas existentes en las granjas HAWT por lo tanto, genera energía adicional a un costo incremental menor por cada MW adicional que se instale.

Figura A- 32: Turbina eólica con eje horizontal



Fuente: <http://science.howstuffworks.com/environmental/green-science/wind-power2.htm>

Debido a las cambiantes condiciones meteorológicas, y la variabilidad de la velocidad del viento, ésta es una fuente inconsistente de energía, así que la energía eólica requiere almacenamiento o sistemas de generación de emergencia; si esto fuera insuficiente, el proyecto tendrá que incluir la generación de energía de emergencia proveniente de energía hidráulica, combustibles fósiles o de otras fuentes.

2.6. Energía Geotérmica

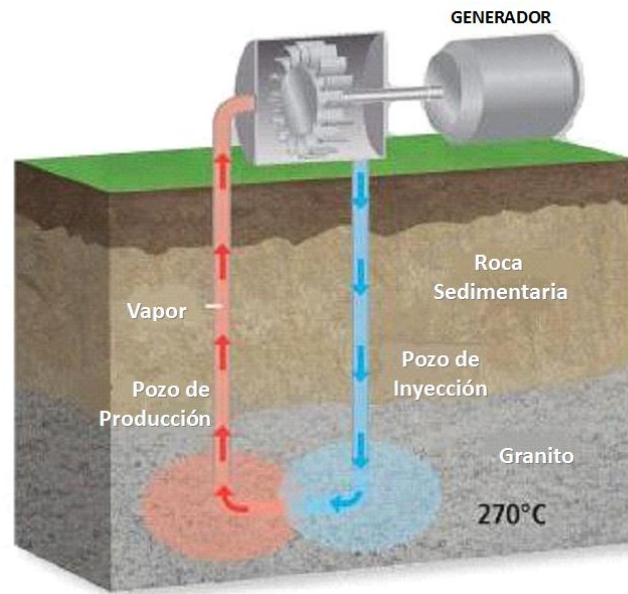
Las plantas de energía geotérmica usan sistemas de turbinas de vapor, que proveen el calor para producir el vapor. Como tal, tienen todos los componentes descritos en la sub-sección 2.1 de Turbinas de Vapor. Las plantas de energía geotérmica son sistemas de turbinas de vapor con calor geotérmico, proporcionando el calor para producir vapor. Como tal, tienen todos los componentes descritos dentro de la sub-sección 2.1 Turbinas de Vapor. Existen tres tipos de plantas de energía geotérmica: vapor seco, chorro instantáneo y ciclo binario. Las plantas de energía geotérmica de vapor canalizan el vapor directamente desde pozos subterráneos hacia la planta de energía adonde es dirigido hacia una turbina/generador de vapor (Figura 32). Estos sistemas requieren fuentes de vapor subterráneo, que no son comunes.

Las plantas de energía de vapor a chorro son las más comunes. Usan reservorios geotérmicos de agua con temperaturas arriba de los 182°C, que fluyen a través de pozos bajo su propia presión. En la medida en que fluye hacia arriba, la presión disminuye y una parte del agua caliente hierve y se convierte en vapor. El vapor es luego separado del agua y usado para accionar una turbina/generador de vapor.

Tanto las plantas de vapor seco/instantáneo son sistemas de ciclos abiertos; esto quiere decir que el agua geotérmica y el vapor no están totalmente contenidos y puede despedir gas en las emisiones de aire.

Las plantas de energía de ciclo binario operan con agua a temperaturas más bajas desde aproximadamente 107° hasta 182°C. Estas plantas usan el calor que proviene del agua caliente para hervir un líquido presurizado, que usualmente es un compuesto orgánico con un punto de hervor bajo. El líquido presurizado se pone a presión dentro de un intercambiador de calor y usado para girar una turbina/generador o un motor/generador Sterling. Después, el agua es inyectada nuevamente a la tierra para ser recalentada (Figura A-33). El agua y el líquido presurizado se mantienen separados durante todo el proceso por lo que casi no hay emisiones de aire o pueden ser pocas. Por este motivo, estas plantas se conocen como sistemas de ciclo cerrado.

Figura A- 33: Planta de energía geotérmica de vapor



Fuente:

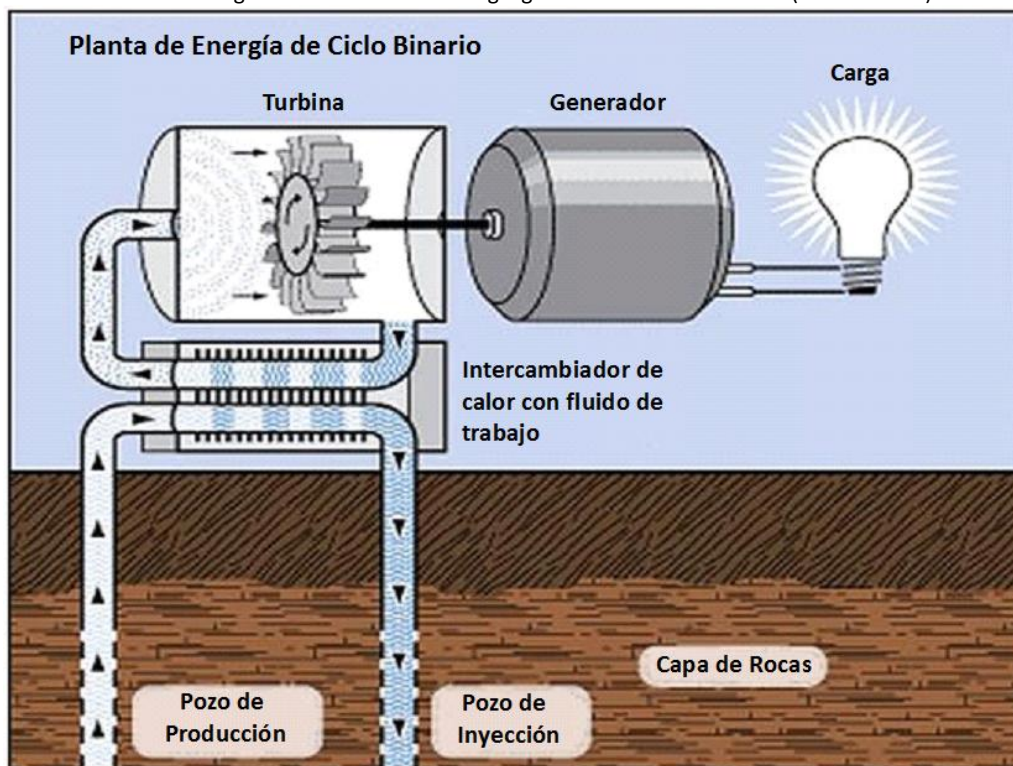
http://content3.jason.org/common/uploads/gateduploads/oip_curriculum/images/oip_m4_mb8_1.jpg

2.7. Sub-estación de Transmisión

Hasta este punto, la electricidad se ha producido pero tiene que pasar a través una etapa adicional antes de que esté lista para ser transmitida a alguna otra parte para luego ser usada. La energía eléctrica que sale de los generadores o células fotovoltaicas necesita ser preparada para su transmisión. Esto se hace en la sub-estación de transmisión. Esta sub-estación reúne la energía generada por diferentes puntos en la planta (diferentes generadores o vectores de células fotovoltaicas) y usa transformadores grandes para incrementar el voltaje a 155,000 a 765,000 voltios (dependiendo del diseño de la línea de transmisión y de la distancia que tiene que viajar la energía) para poder reducir las pérdidas de línea durante la transmisión. La subestación de transmisión también tiene interruptores y circuitos que controlan la electricidad y permiten que llegue la energía a líneas específicas para que se pueda encender y apagar según sea necesario para efectos de mantenimiento y reparaciones. Si la electricidad generada es corriente directa, como por ejemplo de las células fotovoltaicas y viento de accionamiento directo, la sub-estación también tiene convertidores o invertidores para convertir la corriente a corriente alterna.

Hasta hace poco, las plantas eléctricas geotérmicas eran construidas exclusivamente sobre los bordes de las placas tectónicas adonde se encuentran disponibles los recursos geotérmicos de altas temperaturas cerca de la superficie. El desarrollo de las plantas de energía de ciclo binario y las mejoras en las tecnologías de perforación y extracción podrían hacer posible mejores sistemas geotérmicos sobre un mayor geográfico.

Figura A- 34: Planta de energía geotérmica de ciclo binario (ciclo-cerrado)



Fuente:

http://www.eriding.net/media/photos/environment/power/geothermal/090407_rfoster_mp_env_power_geothermal_binaryplant.jpg

3 TRANSMISION DE ENERGIA ELECTRICA

La transmisión de energía eléctrica es la transferencia masiva de energía eléctrica entre el punto de generación y múltiples sub-estaciones cerca de un área poblada o un centro de distribución. La transmisión de energía eléctrica permite la conexión de fuentes de energía distantes a los consumidores en centros de población. La transmisión de electricidad puede ser vías líneas del tendido eléctrico o subterráneas, sin embargo, la mayoría de la transmisión es realizada a través del tendido eléctrico aéreo porque son menos costosas de construir y más fáciles de mantener. Las líneas subterráneas por lo general están restringidas a las áreas urbanas.

Una red de transmisión de energía se conoce como una “rejilla”. Se proveen múltiples líneas redundantes entre puntos de la rejilla para que exista una serie de rutas de cualquier planta de energía a cualquier centro de distribución. En cualquier momento, la ruta específica de la electricidad en la rejilla está basada sobre la economía de la ruta de transmisión y el costo de la energía.

Las plantas de energía producen electricidad de corriente alterna trifásica (AC) que es impulsada por los transformadores para transmisión a alto voltaje. Es por esto que de cada planta de energía salen tres líneas y la transmisión se hace con tres líneas, cada una de ellas para las tres fases de energía que está siendo producida. Cada grupo de tres líneas se conoce como circuito. La corriente directa de alto voltaje a veces es transmitida a través de transmisiones de larga distancia o por algún cable submarino, o para conectar dos diferentes redes AC. Por lo general, la electricidad es transmitida a alto voltaje (110 KV o más) para reducir la energía que se ha perdido durante la transmisión.

3.1. Derechos de Vías

Cada línea de transmisión tiene derechos de vías, que son las áreas de tierra sobre las cuales, o bajo las cuales corre la línea de transmisión. El dueño de la línea de transmisión no es dueño de las tierras, pero tiene acuerdos con los terratenientes que pueden restringir los usos de la tierra y acceso a las estructuras de transmisión. Las líneas del tendido eléctrico por lo general tienen el derecho de vía con anchos de 25 o más metros. El ancho depende del ancho de las torres. A veces un derecho de vía puede llevar más que un conjunto de torres, y en ese caso el derecho de vía tiene que ser más ancho. En algunos casos, se pueden agregar circuitos nuevos a las torres ya existentes para que el derecho de vía se mantenga igual. Líneas subterráneas necesitan una franja circundante más angosta de aproximadamente 1 a 10 metros.

Los derechos de vía tienen que ser manejados para asegurar que las estructuras de transmisión no estén comprometidas. Además, los derechos de vía para el tendido eléctrico aéreo tienen que recibir mantenimiento para asegurar que tanto la vegetación como las actividades no infringen sobre las líneas.

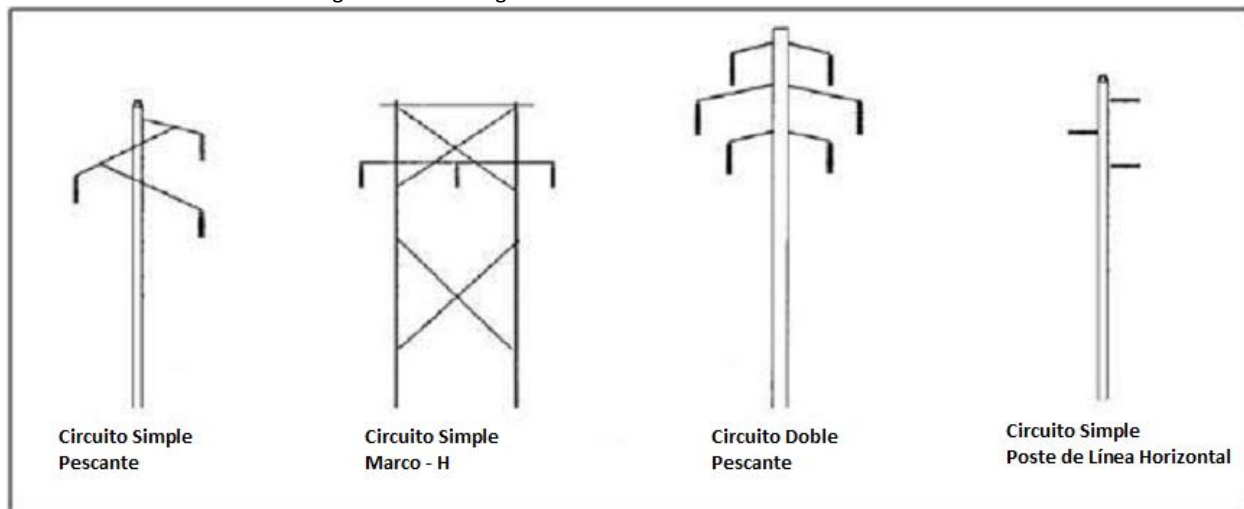
3.2. Líneas de Transmisión Aéreas

Las líneas de transmisión aéreas están hechas de conductores no aislados de metal base. El material conductor casi siempre es una aleación de aluminio, hecha en diferentes cables y posiblemente reforzado con cables de acero. Los conductores por lo general tienen de 2 a 3 centímetros de diámetro. Materiales y formas conductoras mejoradas son usadas con regularidad para permitir una mayor capacidad y modernizar los circuitos de transmisión. Debido a que las líneas no están aisladas, se tiene que observar un espacio libre mínimo para mantener la seguridad tanto en términos de acceso como desde el suelo hasta el espacio aéreo.

La energía se conduce en circuitos, adonde cada circuito está hecho de tres líneas, una para cada fase de electricidad que está siendo transmitida. Usualmente existe una cuarta línea además de estas tres líneas principales, y ésta es una línea con un diámetro más pequeño que corre los conductores de energía y se conoce como línea de protección. La línea de protección no transmite energía y está diseñada para proteger a los conductores cuando hay un golpe de rayo. A veces, las torres podrán llevar dos circuitos (seis líneas de energía) y en tal caso ese sistema se llama doble circuito.

Las líneas están suspendidas sobre torres. Las torres de transmisión pueden oscilar entre 20 a 45 metros de altura. Las líneas pueden colgar de, o corren sobre las torres sobre aisladores para evitar que la energía eléctrica de entrar en contacto con las torres. Las torres de transmisión pueden ser construidas de madera o metal y pueden tener diferentes formas. Algunas configuraciones típicas de torres de transmisión se encuentran en la Figura A-34.

Figura A- 35: Configuraciones distintas de torres de transmisión



Fuente: Comisión de Servicios Públicos de Wisconsin, sin fecha Figura 4.

La separación entre torres depende de su altura, de sus límites de capacidad de carga y del espacio libre mínimo de tierra requerida en los puntos bajos en la línea. Las estructuras de un solo poste pueden requerir bases de concreto en áreas adonde la tierra es muy mojada o muy suelta. Podrán requerirse cables de sujeción u otras estructuras de soporte si la ruta de transmisión tiene que tomar un cambio de dirección.

3.3. Líneas de Transmisión Subterráneas

Aunque más costosas y por lo tanto se usan menos, enterrar los cables bajo tierra podría asistir en la transmisión de energía a lo largo de:

- Areas urbanas densamente pobladas
- Areas adonde no hay disponibilidad de terrenos o el consentimiento de planificación es difícil
- Ríos y otros obstáculos naturales
- Tierras que tienen un patrimonio natural o ambiental sobresaliente
- Areas de desarrollo de infraestructura significativo o prestigioso
- Areas que tienen gran riesgo de sufrir daños a causa de condiciones climáticas severas (principalmente viento)

- Areas con preocupaciones con respecto a los campos electromagnéticos (EMF siglas en inglés). (Todas las corriente eléctrica generan EMF, pero la protección provista por la tierra que rodea los cables subterráneos restringe su rango y su potencia).

La mayoría de los cables subterráneos de alto voltaje para la transmisión de energía que se están vendiendo en el mercado están aislados con una funda de polietileno de uniones que se conectan (XLPE). Algunos cables podrán tener un revestimiento de plomo o aluminio en conjunto con el aislamiento con XLPE para permitir que las fibras ópticas estén perfectamente dentro del cable.

En lugar de torres, los cables subterráneos tienen cámaras de inspección periódicas que permite el acceso a los cables o por lo menos a algunas partes de los cables. Además de que los costos de instalación son más altos, también los costos de mantenimiento y operativos de las líneas subterráneas son más caros. Mientras que la búsqueda y reparación de rompimientos en los cables del tendido eléctrico puede lograrse en horas, las reparaciones subterráneas pueden tomar días o hasta semanas y por este motivo se corren las líneas redundantes. Las operaciones son más difíciles debido a que la alta energía reactiva de los cables subterráneos produce grandes corrientes de carga y por ese motivo hace que el control del voltaje sea más difícil.

3.4. Sub-Estación de Distribución

La energía eléctrica deberá ser bajada de los altos voltajes con los que dejó la planta de energía, en el otro lado del sistema, antes de que la energía es distribuida a los consumidores. El lugar adonde se le bajan los altos voltajes a la energía se conoce como la sub-estación de distribución. Típicamente, una sub-estación de generación hace varias cosas:

- Reduce el voltaje usando transformadores que bajan los voltajes de transmisión (en decenas o cientos de miles de rango de voltaje) hasta llegar a los voltajes de distribución (típicamente menos de 10,000 voltios).
- Estabiliza el voltaje que entra en las líneas de distribución, mediante reguladores de voltaje, para evitar condiciones de sobre y bajo voltaje.
- Tiene una “barra” que puede dividir la distribución de energía en múltiples direcciones.
- Muchas veces tiene interruptores de carga e interruptores para que se pueda desconectar la sub-estación de la rejilla de transmisión o cuando fuera necesario se pueden desconectar las líneas separadas de distribución de la sub-estación.

[Esta página está en blanco intencionalmente.]

APENDICE B GENERALIDADES SOBRE LAS ACTIVIDADES DE ENERGIA EN LOS PAISES CAFTA-DR

1 GENERALIDADES A NIVEL REGIONAL

Inicialmente todos los servicios públicos de generación de energía y compañías de transmisión del área del CAFTA-DR son de propiedad del estado. Sin embargo, en las últimas décadas, ha habido participación de productores independientes de energía e inversionistas del sector privado en la generación y transmisión de energía por lo que solamente en Costa Rica es que la generación y transmisión de energía eléctrica es de propiedad del estado. Aunque quedan muchas multi-nacionales en América Latina con intereses en unas pocas compañías, en la actualidad es claro que existen seis compañías que tienen mucha presencia. Estas son AES de los Estados Unidos; AEI, un fondo con su base en las Islas Caymán que tiene los activos de la anterior Enron; las tres compañías españolas: Endesa, Iberdrola, y Union Fenosa; y Suez (Hall 2007).

1.1. Datos para el Uso de Combustible y Energía para CAFTA-DR

La Tabla B-1 muestra indicadores de generación de energía para los países CAFTA-DR. La Tabla B-2 muestra datos sobre la producción y consumo de energía eléctrica en cada uno de los países CAFTA-DR. La producción se ha desagregado por tipo de generación. El consumo es desagregado por sector.

Como puede verse en la Tabla B-1, existe una clara relación entre el consumo de energía per cápita y el PIB per cápita en los países CAFTA-DR. Los países que tienen el producto interno bruto (PIB) per cápita más elevado es (Costa Rica, República Dominicana y El Salvador, respectivamente) y también tienen el consumo de energía más alto per cápita (Costa Rica, República Dominicana y El Salvador, respectivamente). Costa Rica, que es el país con el PIB per cápita más alto tiene un nivel de consumo de energía per cápita 4.6 veces mayor que el de Nicaragua, el país con el PIB per cápita más bajo. El PIB per cápita está fuertemente y positivamente correlacionado con el acceso. Noventa y nueve por ciento de la población de Costa Rica tiene acceso a electricidad, mientras que en Honduras solo 70 por ciento y en Nicaragua 72 por ciento. Sin embargo, todos los países han hecho mejoras en el acceso de energía en los últimos diez años.

Sin embargo, la relación del consumo de energía per cápita con las emisiones de CO₂ per cápita no es muy fuerte. Esto se debe a que la fuente de energía es un factor tan importante como la cantidad de energía que se consume. Costa Rica tiene emisiones de CO₂ per cápita más bajas que en la República Dominicana aún cuando consume 1.34 veces más energía per cápita, porque 90 por ciento de su energía eléctrica es generada a través de energía hidroeléctrica y geotérmica, mientras que 89 por ciento de la energía eléctrica en República Dominicana es generada de la combustión de combustibles fósiles (Tabla B-2).

Tabla B- 1: Indicadores de la generación de energía

Indicador	Costa Rica	República Dominicana	El Salvador	Guatemala	Honduras	Nicaragua
Población (millones)	4.53	9.84	6.13	13.68	7.24	5.68
PIB (Mil millones 2000 USD)	23.52	36.07	16.42	26.09	10.50	5.13
PIB Per Cápita (2000 USD)	5,192	3,666	2,679	1,907	1,450	903
Acceso a Electricidad (% de Pob)	99.1	95.9	86.4	80.5	70.3	72.1
Consumo de Electricidad (GWh)	8,408	13,113	5,710	7,175	5,168	2,282
Consumo de Electricidad per Cápita kWh/persona)	1,863	1,393	953	543	715	402
Emisiones CO ₂ (Mt of CO ₂)*	6.58	19.56	5.82	10.61	7.80	4.14
Emisiones CO ₂ Per Cápita (t CO ₂ /persona)	1.45	1.99	0.95	0.78	1.08	0.73

Notas:
*Emisiones de CO₂ provenientes de la combustión de combustible únicamente. Las emisiones se calculan usando los balances de energía de la Agencia Internacional de Energía y las Guías IPCC Revisadas de 1996.
Fuentes: International Energy Agency: http://www.iea.org/country/index_nmc.asp para todo menos acceso
http://www.worldenergyoutlook.org/database_electricity/electricity_access_database.htm para acceso

Los otros tres países obtienen como resulta 62 por ciento o más de su energía eléctrica de la combustión de combustibles fósiles. El petróleo es el combustible fósil más comúnmente usado en la región en la generación de energía eléctrica. Guatemala y la República Dominicana también tienen plantas de energía a carbón. La República Dominicana es el único país en la región que genera energía eléctrica usando gas natural.

Todos los países de CAFTA-DR son importadores de combustibles fósiles. Ninguno de los países tiene reservas comprobadas de carbón o de gas natural y aunque Guatemala tiene pequeñas reservas comprobadas de petróleo, en el 2008 solamente bombeó 23 por ciento de la cantidad de petróleo que consumió (para todos los usos).

Hasta el 2009, Costa Rica era el único país en la región que usaba energía eólica para producir energía eléctrica comercial; sin embargo, en el 2009 comenzó operaciones una nueva planta de energía eólica en Nicaragua. Existe el potencial de expandir el uso de viento en la región. La cordillera montañosa central que va desde Costa Rica a través de Nicaragua y fronteras de Honduras/El Salvador hasta la parte sur-este de Guatemala, tiene el potencial de desarrollo eólico. La energía eólica costera también es atractiva por el lado de la costa Atlántica y en menor escala en la costa del Pacífico de Centro América. El Laboratorio Nacional de Energía Renovable (Elliot 2001) ha estudiado ampliamente el potencial de energía eólica en República Dominicana, y se concluyó que aproximadamente tres por ciento del territorio de República Dominicana (área costera y elevaciones) tienen un potencial entre bueno a excelente para energía eólica y que podría producir más de 24 gigawatt horas (GWh) de electricidad o 50 por ciento más que el monto total de producción en el 2008.

Los principales consumidores de energía eléctrica en todos los países de CAFTA-DR son los hogares, la industria y el área comercial y los servicios públicos. La distribución entre estos grupos sin embargo, varía entre los países. En la República Dominicana, El Salvador y Guatemala, aproximadamente 40 por ciento de todo el consumo es de parte de la industria, mientras que en otros países, la industria únicamente usa entre 23 a 28 por ciento del consumo. El consumo de energía eléctrico residencial más grande es en Costa Rica y en Honduras, que responder por aproximadamente 40 por ciento del consumo

en cada país, mientras que el otro consumo residencial oscila entre 32 a 34 por ciento en otros países. La República Dominicana presente el menor consumo en el área comercial y servicios públicos (15%) y los otros países oscilan entre 27 a 35 por ciento. Únicamente tres países muestran consumo en la agricultura y área forestal y en todos los tres casos es la categoría más pequeña de consumidores (Costa Rica 4%, República Dominicana 11%, y Nicaragua 3%).

Tabla B- 2: Producción y consumo de energía eléctrica en los países CAFTA-DR en el 2008

	Electricidad (Gigawatt horas – GWh)					
	Costa Rica	República Dominicana	El Salvador	Guatemala	Honduras	Nicaragua
Producción de:						
Carbón	0	2,133	0	1,131	0	0
Petróleo	677	9,528	2,298	2,322	4,049	2,167
Gas	0	1,996	0	0	0	0
Biomasa	82	29	105	1,552	197	338
Desechos	0	0	0	0	0	0
Nuclear	0	0	0	0	0	0
Hydro	7,387	1,728	2,038	3,712	2,291	534
Geotérmica	1,131	0	1,519	0	0	322
Solar PV	0	0	0	0	0	0
Solar Térmica	0	0	0	0	0	0
Eólico	198	0	0	0	0	0
Mareomotriz	0	0	0	0	0	0
Otras fuentes	0	0	0	0	0	0
Producción Total	9,475	15,414	5,960	8,717	6,537	3,361
Importaciones	96	0	83	5	0	28
Exportaciones	-166	0	-89	-76	-12	0
Suministro Doméstico	9,405	15,414	5,954	8,646	6,525	3,389
Pérdidas*	997	2,301	244	1,471	1,357	1,107
Consumo Final	8,408	13,113	5,710	7,175	5,168	2,282
Industria %	23	41	39	39	27	28
Transporte%	0	0	0	0	0	0
Residencial %	40	33	32	34	41	32
Comercial y Servicios Públicos %	33	15	30	27	32	35
Agricultura / Forestal %	4	11	0	0	0	3
Pesca %	0	0	0	0	0	0
Otros no especificados %	0	0	0	0	0	0
Notas:						
*Las pérdidas de transmisión así como las pérdidas/uso en las plantas generadoras.						
Fuente: Agencia Internacional de Energía http://www.iea.org/country/index_nmc.asp						

1.2. Transmisión de Energía

Actualmente existen pocas interconexiones de transmisión eléctrica en Centro América y las que existen muchas veces son antiguas y no confiables. En el 2008, las pérdidas por distribución en Centro América oscilaron entre el 2 por ciento en El Salvador hasta 23 por ciento en Nicaragua, con un promedio de 13 por ciento. La República Dominicana presentó una pérdida de distribución en el mismo año de 13 por ciento. Para todos los países, las mejoras en los sistemas de transmisión y distribución en los últimos 10 años ha resultado en disminuciones en las pérdidas de distribución.

EL Sistema de Interconexión Eléctrica para América Central (SIEPAC) propuesto, es un proyecto para una rejilla unificada de transmisión de energía eléctrica uniendo a todos los países de Centro América, el cual, cuando comience operaciones, reducirá aún más las pérdidas por distribución y mejorará la eficiencia del uso de energía eléctrica en Centro América. El proyecto implica la construcción de casi 1,800 kilómetros (km) de líneas de transmisión conectando a 37 millones de consumidores en Panamá (150 km), Costa Rica (490 km), Honduras (270 km), Nicaragua (310 km), El Salvador (290 km), y Guatemala (280 km). Se estimó que en el 2003, SIEPAC costaba aproximadamente US\$320 millones de dólares y estaba programada para terminar su construcción en el 2006. Más de 90 por ciento de los derechos de vía para la línea fueron adquiridos para el mes de mayo del 2007. La construcción de las primeras torres únicamente inició en el 2007. Actualmente, se calcula que el proyecto será completado para finales del 2011 a un costo de casi \$500 millones de dólares.

El financiamiento para el proyecto procede principalmente del Banco Interamericano de Desarrollo por un monto de US\$240 millones de dólares en préstamos en condiciones ordinarias y préstamos blandos para los seis países de Centro América y de parte del Banco Centroamericano de Integración Económica con \$80 millones de dólares en préstamos. También participó el gobierno español en el financiamiento, así como las seis naciones de Centro América, la compañía de energía multinacional española, Endesa y la firma colombiana ISA.

SIEPAC sería de propiedad de la Propietaria de la Red, una entidad de operaciones regionales creada en 1999 registrada en Panamá y abarcando las compañías de servicios públicos y las compañías de transmisión de los seis países participantes (75 por ciento) y capital privado (25 por ciento). En algunos países los servicios integrados son accionistas - ENEE de Honduras, ICE y CNFL de Costa Rica – mientras que otras acciones son de propiedad de compañías de transmisión - INDE de Guatemala, ETESA de Panamá, y ENTE de Nicaragua. En el caso de El Salvador la empresa de servicios públicos CEL y la compañía de transmisión ETESAL poseen acciones conjuntas. Los accionistas privados son Endesa de España e ISA de Colombia. Actualmente el proyecto está siendo manejado por una unidad que se encuentra dentro del Consejo de Electrificación de América Central.

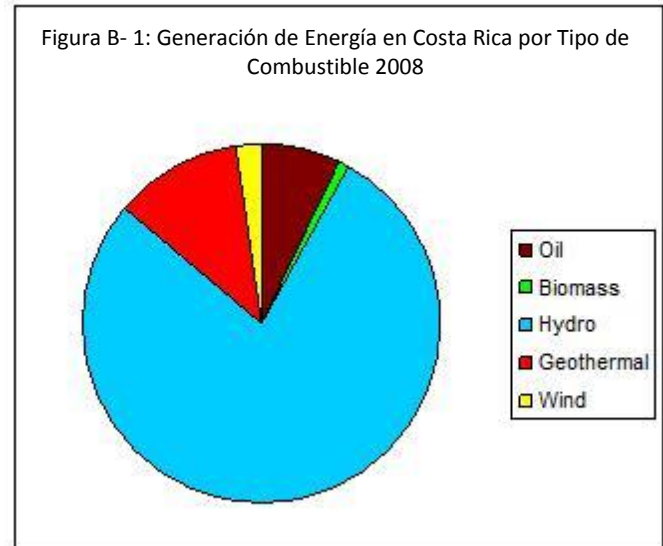
2 GENERALIDADES DE LOS PAÍSES DE CAFTA-DR

2.1. Costa Rica

Costa Rica depende de la energía hidroeléctrica más que cualquier otro país de la región de CAFTA-DR adonde la energía hidroeléctrica provee 68 por ciento del total de la generación de energía en el país (Figura B-1). La energía geotérmica es la segunda fuente más grande de energía eléctrica, proporcionando 12 por ciento. El restante 20 por ciento es suministrado por petróleo (7%), eólico (2%) y biomasa (1%). Costa Rica es el único país de la región CAFTA-DR que usa energía eólica para generar energía eléctrica.

Como se puede ver en la Tabla B-3, la energía hidroeléctrica y la energía geotérmica han sido las fuentes principales de generación de energía eléctrica desde por lo menos 1999.

La red eléctrica manejada por el estado, Instituto Costarricense de Electricidad controla más o menos 80 por ciento de la capacidad instalada de generación de electricidad. Veintisiete compañías privadas poseen aproximadamente 13 por ciento del total de capacidad instalada y el restante siete por ciento es manejado por cooperativas para la electrificación rural. Cuatro cooperativas, (Coopelesca, Coope Alfaro Ruiz, Coope Guanacaste y Coope Santos) operan en las regiones rurales de Costa Rica, y todas ellas son organizaciones sin fines de lucro.



Fuente de datos: Table B-2

Tabla B- 3: Tendencias de la energía en Costa Rica 1998-2008

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Productos de Petróleo (1,000 Barriles/Día)										
Consumo Total	35.75	36.28	37.59	39.66	41.92	41.56	40.61	42.00	44.00	48.00
Consumo de Fuel Oil	19.58	16.53	17.66	16.84	19.28	18.67	18.38	23.06	25.36	NA
Reservas Comprobadas (Mil Millones de Barriles)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Gas Natural (Mil Millones Pies Cúbicos)										
Consumo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Reservas Comprobadas (Mil Millones de Barriles)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Carbón (Millón de Toneladas Cortas)										
Producción	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Consumo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	1.3
Generación Neta de Electricidad (GWh)	6,073	6,782	6,813	7,343	7,352	8,056	8,124	8,522	8,861	9,290
Térmica Convencional	125	56	94	115	125	180	278	501	679	636
Hidroeléctrica	5,084	5,617	5,597	5,871	5,864	6,421	6,502	6,535	6,701	7,313
Geotérmica	764	927	937	1,065	874	937	1,091	1,154	1,177	1,075
Eólica	96	166	170	242	219	243	194	260	229	188
Solar, Mareas y Ondas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Biomasa	4	16	15	50	270	275	60	71	75	78
Consumo Neto* (GWh)	5,472	5,834	6,064	6,185	6,649	6,937	7,310	7,746	8,117	8,247
Importaciones	1	22	130	35	100	202	81	149	203	96
Exportaciones	128	497	379	478	273	440	70	60	40	166
Pérdidas Distribución Electricidad	474	473	500	715	530	881	825	865	908	973
Emisiones de Dióxido de Carbono (Millones de Toneladas Métricas de CO ₂) Consumo de Combustibles Fósiles	5.14	5.01	5.22	5.39	5.95	5.72	5.65	6.64	7.22	7.14
Notas: NA = Información no disponible * Generación neta + importaciones de electricidad – exportaciones de electricidad – pérdidas en distribución de electricidad. Fuente: U.S. Energy Information Agency http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/IEDIndex3.cfm										

Las autoridades gubernamentales en políticas sobre energía están en el Ministerio de Medio Ambiente y Energía (MINA). MINA lidera el Consejo Sub-sectorial de Energía, que está compuesto por las instituciones más importantes y empresas manejadas por el estado en el sector de energía, incluyendo el Ministerio de Ciencia y Tecnología, el Ministerio de Planificación y Política Económica, las autoridades regulatorias ARESEP, la compañía nacional de petróleo RECOPE y la empresa de servicios eléctricos nacionales ICE. La autoridad regulatoria independiente ARESEP se creó en 1996 y es responsable por determinar las tarifas de transporte y precios de la electricidad.

2.2. República Dominicana

La República Dominicana depende en gran parte de las plantas de energía térmica alimentado con combustibles fósiles importados para la generación de energía eléctrica (Figura B-2). Sesenta y dos por ciento de su electricidad es generada de aceite ardiente, 14 por ciento de carbón y 13 por ciento de gas natural. Únicamente 11 por ciento es generado por las plantas hidroeléctricas y menos de 1 por ciento es generado por la quema de biomasa.



Fuente de datos: Tabla B-2

Aunque la cantidad de electricidad generada ha incrementado 70 por ciento en los últimos 10 años, la contribución de fuentes hidroeléctricas se ha mantenido relativamente constante, adonde el crecimiento está lográndose a través del desarrollo de capacidades térmicas convencionales adicionales, que dependen de combustibles fósiles importados (Tabla B-4).

Tabla B- 4: Tendencias de la Energía en República Dominicana 1998-2008

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Productos de Petróleo (1,000 Barriles/Día)										
Consumo Total	99.24	110.06	113.95	116.15	115.28	114.07	115.41	116.73	118.72	120.00
Consumo de Fuel Oil	52.78	66.23	67.80	75.97	64.37	59.72	58.93	60.16	61.96	NA
Reservas Comprobadas (Mil millones de barriles)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Gas Natural (Mil Millones Pies Cúbicos)										
Consumo	0.0	0.0	0.0	0.0	10.6	4.6	8.8	8.8	0.0	17.0
Reservas Comprobadas (Mil Millones de Barriles)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Carbón (Millones de Toneladas Cortas)										
Producción	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Consumo	0.3	0.1	0.2	0.3	1.2	0.9	0.5	0.9	0.8	1.0
Generación Neta de Electricidad (GWh)	8,562	8,064	9,717	10,863	12,740	13,014	12,221	13,389	14,036	14,577
Térmica Convencional	7,439	7,274	9,130	9,957	11,509	11,381	10,316	11,619	12,267	12,838
Hidroeléctrica	1,088	754	551	869	1,188	1,566	1,877	1,742	1,733	1,711
Geotérmica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Eólica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Solar, Mareas y Ondas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Biomasa	35	36	36	37	43	67	28	28	36	28
Consumo Neto * (GWh)	6,459	5,784	8,480	9,482	11,415	11,658	11,419	11,823	12,720	12,866
Importaciones	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Exportaciones	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Pérdidas Distribución de Energía	2,103	2,280	1,237	1,381	1,325	1,356	802	1,566	1,316	1,711
Emisiones de Dióxido de Carbono (Millones de Toneladas Métricas de CO ₂)	14.36	15.80	16.59	17.14	19.54	18.12	17.44	18.43	19.16	19.40
Consumo de Combustibles Fósiles										
Notes:										
NA = Información no disponible										
* Generación neta + importaciones de electricidad – exportaciones de electricidad – pérdidas por distribución de electricidad.										
Fuente: U.S. Energy Information Agency http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/IEDIndex3.cfm										

La Comisión Nacional de la Energía, (CNE) es la agencia gubernamental responsable por las políticas energéticas en la República Dominicana. La Superintendencia de Electricidad, (SIE) es el ente regulador mientras que el Organismo Coordinador,(OC) es responsable de coordinar el despacho de la electricidad.

La Corporación Dominicana de Empresas Eléctricas Estatales – (CDEEE) es una sociedad de inversiones que reúne a todas las compañías de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica de propiedad de o parcialmente de propiedad del gobierno, así como también reúne programas de electricidad gubernamental. El CDEEE consiste de:

- Empresa de Generación Hidroeléctrica Dominicana (EGEHID)
- Empresa de Transmisión Eléctrica Dominicana (ETED)
- Unidad de Electrificación Rural y Suburbana (UERS)
- Programa de Reducción de Apagones (PRA)
- 50 por ciento de la Compañía Distribución del Norte, EdeNorte
- 50 por ciento de la Compañía de Distribución del Sur, EdeSur
- 50 por ciento de la Compañía de Distribución del Este, EdeEste

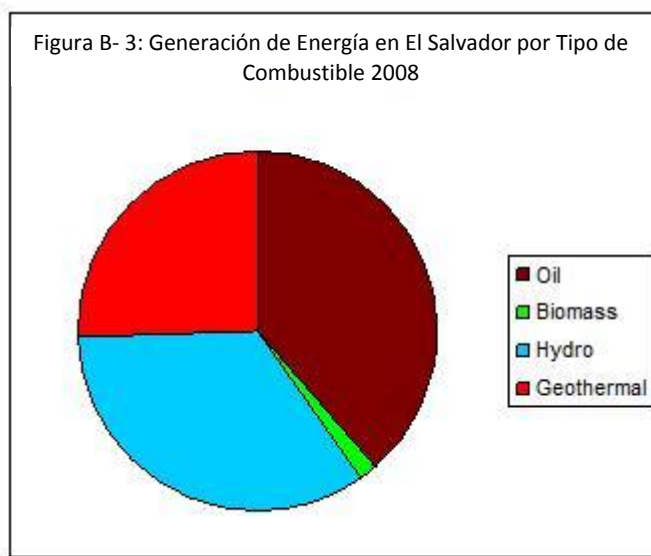
EdeNorte y EdeSur son de propiedad del gobierno, el restante 50 por ciento de las acciones están en manos del Fondo Patrimonial de las Empresas (FONPER) del gobierno. EdeEste es una compañía pública-privada.

Ochenta y seis por ciento de la capacidad de generación es de propiedad privada y 14 por ciento es de propiedad pública. Todas las instalaciones hidroeléctricas son de propiedad pública y todas las demás plantas son de propiedad de once compañías privadas. El sistema de transmisión es de propiedad de ETED, una empresa de propiedad del gobierno. Consiste de 940 km de líneas de circuito de una sola línea de 138 kV, que irradian desde Santo Domingo hacia el norte, este, y oeste. Existen tres compañías de distribución de propiedad del gobierno (EdeNorte y EdeSur) y otra que es una empresa pública privada 50/50 (EdeEste).

2.3. El Salvador

La energía eléctrica en El Salvador se genera principalmente mediante tres fuentes: plantas térmicas convencionales alimentadas con petróleo (39%), energía hidroeléctrica (34%) y energía geotérmica (25%) (Figura B-3). La biomasa provee únicamente dos por ciento del total de la energía eléctrica generada.

En 1999 la energía hidroeléctrica generada era 48 por ciento del total de la energía eléctrica (Tabla B-5). Desde entonces, la generación de energía ha crecido en 56 por ciento, adonde la mayoría del crecimiento ha ocurrido en el desarrollo de energía geotérmica, que casi ha triplicado su contribución al total de la generación desde



Fuente de Datos: Tabla B-2

1999, haciendo de El Salvador el mayor productor de energía eléctrica geotérmica generada en la región CAFTA-DR. La Estrategia Nacional de Energía del 2007 determinó que la capacidad geotérmica potencial en El Salvador es de aproximadamente 450MW, o un poco más del doble de la capacidad actual.

La generación hidroeléctrica es casi totalmente de propiedad de y operada por una compañía pública, la Comisión Hidroeléctrica del Río Lempa (CEL). Todas las demás formas de generación de energía eléctrica se encuentran en manos privadas. En el 2006, había 11 compañías privadas que estaban generando electricidad en El Salvador, en 18 diferentes instalaciones.

Una empresa de propiedad del gobierno, Empresa Transmisora de El Salvador, es la responsable del mantenimiento y expansión del sistema de transmisión. La distribución es controlada por cinco empresas privadas. La participación del mercado para cada una de ellas en el 2006 fue de:

- CAESS: 44 por ciento
- Delsur: 25 por ciento
- CLESA: 18 por ciento
- Empresa Eléctrica de Oriente (EEO): 10 por ciento
- Distribuidora Eléctrica de Oriente (Deusem): 2 por ciento

CAESS, CLESA, EEO y Deusem son controladas por AES Corporation.

El gobierno de El Salvador está haciendo planes para, y regula la generación y transmisión de energía eléctrica a través de tres entidades gubernamentales. La Dirección de Energía Eléctrica que es la unidad administrativa dentro de Ministerio del Economía responsable de la elaboración, de propuestas, de coordinación y de ejecutar políticas, programas, proyectos y otras acciones en el sector de energía eléctrica. La Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones está a cargo de regular el mercado energético, las compañías de distribución y los precios al consumidor. En el 2006, el Presidente creó el Consejo Nacional de Energía para analizar la situación de la energía y las propuestas gubernamentales, recomendar nuevas acciones y estrategias y promover el uso de energía renovable y uso eficiente de la energía.

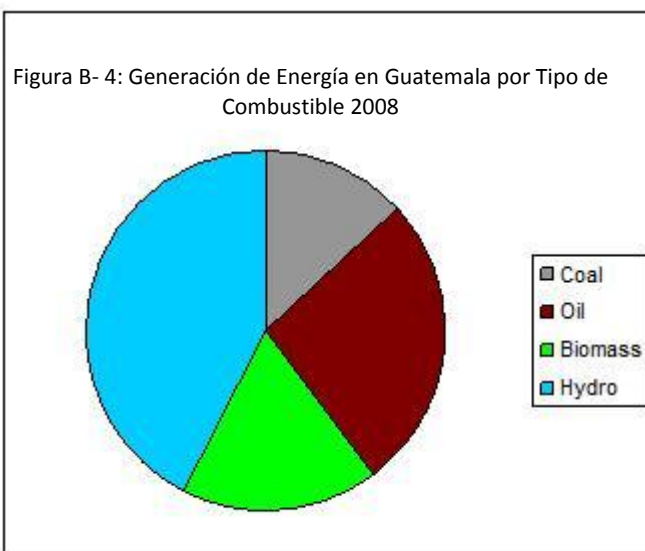
Tabla B- 5: Tendencias de la energía en El Salvador 1998-2008

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Productos de Petróleo (1,000 Barriles/Día)										
Consumo Total	38.31	38.06	39.41	39.01	42.36	41.93	43.36	43.80	44.20	42.00
Consumo de Fuel Oil	21.94	21.88	22.80	23.89	23.95	22.94	23.88	23.57	24.38	NA
Reservas Comprobadas (Mil millones de barriles)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Gas Natural (Mil millones de Pies Cúbicos)										
Consumo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Reservas Comprobadas (Mil Millones de Barriles)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Carbón (Millones de Toneladas Cortas)										
Producción	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Consumo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Generación Neta de Electricidad (GWh)	3,659	3,687	3,742	3,923	4,196	4,262	4,586	5,370	5,560	5,721
Convencional Térmica	1,319	1,757	1,653	1,830	1,747	1,904	1,909	2,313	2,438	2,160
Hidroeléctrica	1,749	1,163	1,152	1,128	1,451	1,374	1,652	1,942	1,722	2,018
Geotérmica	568	747	918	943	975	960	998	1,083	1,313	1,443
Eólica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Solar, Mareas y Onda	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Biomasa	23	20	19	22	23	24	26	32	87	100
Consumo Neto* (GWh)	3,411	3,972	3,888	3,769	3,960	4,069	4,255	4,648	5,200	5,608
Importaciones	460	900	700	430	433	466	322	11	38	83
Exportaciones	208	112	44	51	103	84	38	9	7	89
Pérdidas Distribución Electricidad	500	503	510	533	566	575	615	724	391	107
Emisiones de Dióxido de Carbono (Millones de Toneladas Métricas de CO ₂)	5.48	5.51	5.70	5.77	6.08	6.02	6.21	6.23	6.32	5.93
Consumo de Combustibles Fósiles										

Notas:
NA = Información no disponible
* Generación neta + importaciones de electricidad – exportaciones de electricidad – pérdidas distribución de electricidad.
Fuente: U.S. Energy Information Agency <http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/IEDIndex3.cfm>

2.4. Guatemala

Las plantas de energía eléctrica térmica alimentada por combustibles fósiles y energía hidroeléctrica proveen la mayoría de la energía eléctrica de Guatemala (Figura B-4). La energía hidroeléctrica genera 42 por ciento de la energía total, petróleo el 27 por ciento y carbón 13 por ciento. Aunque Guatemala es el único país del CAFTA-DR que tiene reservas de petróleo comprobadas (Tabla B-6), la cantidad de reservas no son significativas comparadas con la cantidad de productos de petróleo consumidos en el país, por lo que todo el carbón que se usa para la generación de energía y casi todo el petróleo es importado.



Fuente de Datos: Tabla B-2

La primera planta de energía a carbón de Centro América la Estación de Energía San José de 120-MW abrió en Guatemala en diciembre de 1999. Los propietarios incluyen Tecu Power Services, Coastal Power

Company y la Compañía de Centroamérica. La planta inició operaciones a principios del 2000, quemando carbón suramericano de bajo contenido de sulfuro. Está ubicada aproximadamente a 75 millas al sur de la Ciudad de Guatemala.

La combustión de biomasa proporcionó 18 por ciento del total de energía eléctrica en Guatemala para el 2008, la contribución usando biomasa más alta de todos los países de CAFTA-DR. La cantidad de energía eléctrica generada por biomasa creció en 70 por ciento durante el período de cuatro años entre el 2004 y el 2008.

Tabla B- 6: Tendencias de la Energía en Guatemala 1998-2008

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Productos de Petróleo (1,000 Barriles/Día)										
Consumo Total	59.16	59.29	65.90	64.56	64.98	67.57	70.29	71.40	72.00	68.00
Consumo de Fuel Oil	34.52	32.01	36.33	35.69	37.52	38.82	40.05	39.11	42.74	NA
Reservas Comprobadas (Mil Millones de Barriles)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.1	0.1
Gas Natural (Mil Millones de Pies Cúbicos)										
Consumo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Reservas Comprobadas (Mil Millones de Barriles)	109.0	109.0	109.0	109.0	109.0	109.0	109.0	109.0	NA	NA
Carbón (Millones de Toneladas Cortas)										
Producción	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Consumo	0.0	0.2	0.2	0.4	0.4	0.5	0.4	0.5	0.7	0.7
Generación Neta de Electricidad (GWh)	4,988	5,808	5,608	5,910	6,328	6,763	7,299	7,643	8,425	8,395
Convencional Térmica	2,120	2,740	2,897	3,423	3,043	3,483	3,220	2,894	3,531	3,246
Hidroeléctrica	2,061	2,263	1,906	1,682	2,480	2,453	3,228	3,795	3,590	3,675
Geotérmica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Eólica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Solar, Mareas, Ondas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Biomasa	807	805	805	805	805	827	851	954	1,304	1,474
Consumo Neto * (GWh)	3,974	3,610	4,020	4,151	5,674	6,076	6,379	6,615	7,116	7,108
Importaciones	245	123	95	55	31	41	23	8	8	5
Exportaciones	465	827	336	440	428	464	339	90	132	76
Pérdidas Distribución Electricidad	794	1,494	1,347	1,374	257	264	604	946	1,186	1,216
Emisiones de Dióxido de Carbono (Millones de Toneladas Métricas de CO ₂)										
Consumo de Combustibles Fósiles	8.69	9.06	10.01	10.27	10.25	10.85	11.54	11.22	12.31	11.56

Notas:

NA = Información no disponible

* Generación neta + importaciones de electricidad – exportaciones de electricidad – pérdidas de distribución de electricidad.

Fuente: U.S. Energy Information Agency <http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/IEDIndex3.cfm>

2.5. Honduras

Las plantas de energía térmicas de petróleo generaron 62 por ciento del total de la energía eléctrica de Honduras en el 2008, adonde la energía hidroeléctrica proporcionó 35 por ciento y la combustión de biomasa proporcionando únicamente 2 por ciento (Figura B-5). La energía generada por hidroelectricidad se ha mantenido relativamente constante desde 1999, por lo que del casi 100 por ciento de incremento en la generación de energía en los últimos 10 años, se ha logrado cumplir mediante la expansión de la energía térmica de petróleo. (Tabla B-7).

La Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) es la empresa nacional de servicios públicos de Honduras. Es la dueña de casi toda la capacidad de generación hidroeléctrica en el país y de aproximadamente ocho por ciento de la capacidad térmica. ENNE posee y opera seis plantas hidroeléctricas³:

- Francisco Morazán (también llamada El Cajón) 300 MW de capacidad
- Río Lindo 80 MW de capacidad
- Nacaome 30 MW de capacidad
- Cañaveral 29 MW de capacidad
- El Nispero 22.5 MW de capacidad
- El Coyolar 1.6 MW de capacidad
- Santa María del Real 1.3 MW de capacidad

Tiene 124.6 MW de capacidad adicional en 6 plantas pequeñas de combustibles fósiles que oscilan en tamaño de 5 a 30 MW. Además de producir energía, compra electricidad, vende electricidad a clientes y es la única responsable de su transmisión y distribución (excepto en algunas instancias de pequeños sistemas aislados).

Figura B- 5: Tendencias de la Energía en Honduras por Tipo de Combustible 2008



Fuente de Datos: Tabla B-2

³ Estos valores de las capacidades y los valores que se encuentran en los siguientes párrafos provienen de ENNE (2011).

Tabla B- 7: Tendencias de energía en Honduras 1998-2008

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Productos de Petróleo (1,000 Barriles/Día)										
Consumo Total	30.63	28.11	33.00	36.34	36.54	41.85	44.09	46.10	47.50	48.00
Consumo de Fuel Oil	20.74	18.07	22.67	27.57	26.16	31.68	33.04	33.45	36.27	NA
Reservas Comprobadas (Mil Millones de Barriles)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Gas Natural (Mil Millones de Pies Cúbicos)										
Consumo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Reservas Comprobadas (Mil Millones de Barriles)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Carbón (Millones de Toneladas Cortas)										
Producción	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Consumo	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3
Generación Neta de Electricidad (GWh)	3,097	3,546	3,747	3,926	4,351	4,638	5,318	5,728	6,069	6,261
Convencional Térmica	987	1,308	1,853	2,317	2,593	3,199	3,480	3,544	3,717	3,806
Hidroeléctrica	2,109	2,237	1,885	1,595	1,724	1,387	1,701	2,049	2,192	2,268
Geotérmica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Eólica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Solar, Mareas y Ondas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Biomasa	1	1	9	14	34	52	137	135	160	187
Consumo Neto* (GWh)	2,514	3,139	3,210	3,411	3,654	3,925	4,014	4,208	4,714	4,903
Importaciones	150	315	310	400	331	408	58	19	12	0.0
Exportaciones	6	5	0.0	0.0	0.0	15	2	11	0.0	12
Pérdidas Distribución Electricidad	727	717	847	915	1,028	1,107	1,360	1,528	1,366	1,346
Emisiones Dióxido de Carbono (Millones de Toneladas Métricas de CO ₂) Consumo de Combustibles Fósiles	4.86	4.58	5.31	5.96	6.00	7.01	7.27	7.82	8.63	8.21
Notas:										
NA = Información no disponible										
* Generación Neta + importaciones de electricidad – exportaciones de electricidad – pérdidas por distribución de electricidad.										
Fuente: U.S. Energy Information Agency http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/IEDIndex3.cfm										

Los acuerdos firmados entre ENEE y plantas de energía que operan los Productores de Energía, establece que ahora son responsables de la generación de energía en Honduras. Cinco grandes compañías generan la mayoría de esta electricidad:

- LUFUSSA 39.5 MW de capacidad, turbina de gas; 347.4 MW de capacidad, diesel
- ENERSA con 276.1 MW de capacidad, diesel
- ELCOSA 80 MW de capacidad, diesel
- EMCE 55 MW de capacidad, diesel

Existen cinco compañías adicionales que tienen un total de capacidad térmica de combustible fósil por 69.9 MW en instalaciones que oscilan en tamaño de 8 a 21.8 MW de capacidad. También existen 13 plantas pequeñas privadas y operando de energía hidroeléctrica que oscilan en tamaño entre 0.5 hasta 12.8 MW de capacidad con una capacidad total de 62 MW y 11 plantas térmicas pequeñas privadas operadas con biomasa que oscilan en tamaño desde 0.5 a 25.8 MW con una capacidad total de of 91.4 MW.

La Ley de Electricidad de 1994 asignó la función de formulación de políticas de energía eléctrica a un Gabinete de Energía Eléctrica liderado por el Presidente de la República, y la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA) como secretario y coordinador. Se creó una agencia reguladora, la Comisión Nacional de Energía (CNE), y entre otras funciones tiene:

- Supervisar los acuerdos de ventas de energía a ser firmados por las compañías de distribución;
- Aprobar las normas relacionadas con la calidad, confiabilidad y seguridad de los servicios;
- Monitorear y aplicar las leyes y las normas;
- Aprobar tarifas y proponer costos Marginales Promedio de Corto Plazo;
- Aprobar programas para la expansión del sistema;
- Enviar para aprobación al Ministerio del Medio Ambiente, los acuerdos de compra y venta de energía que ENEE tiene el objetivo de firmar.

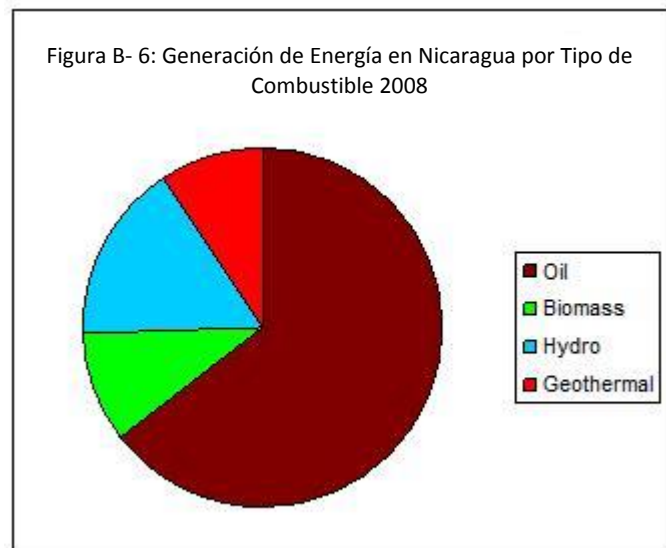
El Gabinete de Energía se ha reunido menos de una vez al año desde que fue creado. El CNE ha jugado un papel insignificante debido a la falta de apoyo político y de recursos. Como resultado de ello, se ha convertido en la principal entidad gubernamental con respecto a la formulación de políticas y regulaciones, así como ser la entidad regulada. ENEE es regida por una Junta Directiva que está conformada por el Ministro de Recursos Naturales y Medio Ambiente, quien también es el presidente de la Junta; el Ministro de Obras Públicas, Transporte y Vivienda; el Ministro de Hacienda; el Ministro de Industria y Comercio; el Ministro de Cooperación Extranjera; y un representante del Consejo Hondureño para la Empresa Privada (COHEP). La Junta nombra a un Gerente General quien actúa como Secretario pero no tiene derecho a voto.

2.6. Nicaragua

Nicaragua, igual que la República Dominicana y Honduras, depende bastante de las plantas térmicas de petróleo para generar electricidad (Figura B-6). En el 2008, el petróleo produjo 64 por ciento del total de la energía eléctrica. Todo el petróleo es importado (Tabla B-8). El oro 36 por ciento es generado a través de energía hidroeléctrica (16%), geotérmica y la combustión de biomasa (10% cada una).

Igual que en el resto de la región, la generación de electricidad ha crecido significativamente en Nicaragua en los últimos 10 años (65%). La mayor parte de este incremento ha sido cubierto al expandir la dependencia de las plantas térmicas de petróleo; sin embargo, el 2008 vio un

incremento tanto en energía hidroeléctrica como geotérmica que permitió una disminución de la dependencia en el petróleo para la generación de energía eléctrica.



Fuente de Datos: Tabla B-2

Nicaragua es el país de la región CAFTA-DR que tiene el nivel más bajo de generación de electricidad. Es más dependiente en petróleo importado para la generación de electricidad que los demás países de Centro América que suministró 64 por ciento de su energía eléctrica en el 2008. Esto ha llevado a que tengan alguna escasez cuando los precios del petróleo suben, como fue el caso en el 2006.

A finales de los 90, el sector energético de Nicaragua experimentó una profunda reestructuración, con la nueva Ley de Electricidad (Abril 1998 – Ley No. 272) que permitió la privatización de las actividades de generación y distribución anteriormente controladas por la Empresa Nicaragüense de Electricidad de

propiedad del estado. Como resultado, en Nicaragua operan dos empresas de propiedad del estado y 12 compañías privadas y éstas operan 23 plantas generadoras de energía eléctrica (Tabla B-8). Las empresas de propiedad del gobierno mantuvieron control de las grandes instalaciones hidroeléctricas y de dos plantas de energía térmica, adonde ninguna de las compañías privadas estaban interesadas en adquirir. Una compañía, Dissur-Disnorte, de propiedad de la Unión Fenosa Española, controla 95 por ciento de la distribución. Sin embargo, la transmisión es de propiedad de, y manejada por la compañía de propiedad del estado, Empresa Nacional de Transmisión Eléctrica.

Tabla B- 8: Capacidad de generación por tipo y compañía para el 2009

Tipo	Nombre de la Compañía	Número de Plantas	Capacidad Instalada (MW)
Público		4	226.8
Térmica	Eléctrica Central S.A. (GECSA)	1	57.4
Turbina de Gas	GECSA	1	65.0
Hidroeléctrica	Hidroeléctrica S.A. (HIDROGESA)	2	104.4
Privada		19	742.3
Convencional Térmica	ALBANISA	7	175.6
	Generadora Eléctrica de Occidente S.A. (GEOSA)	1	106.0
	Empresa Energética Corinto (EEC)	1	74.0
	Corporación Eléctrica Nicaragüense, S.A. (CENSA)	1	63.9
	Tipitapa Power	1	52.2
	Generadora San Rafael	1	6.4
Turbina de Gas	GEOSA	1	14.0
Hidroeléctrica	Atder-BL	1	0.9
Térmica de Biomasa	Monte Rosa, SA	1	62.5
	Nicaragua Sugar Estates Limited (NSEL)	1	59.3
Geotérmica	Ormat Momotombo Power Company	1	77.5
	Polaris Energy Nicaragua, S.A. (PENSA)	1	10.0
Eólica	Consortio Eólica, S.A. (AMAYO)	1	40.0
TOTAL		23	969.1

Fuente: Sitio web del Instituto Nicaragüense de Energía
http://www.ine.gob.ni/DGE/estadisticas/serieHistorica/Capacidad_Instalada_2009.pdf

Los proyectos de biomasa en Nicaragua usan productos derivados de la caña de azúcar para alimentar las plantas térmicas. La planta NSEL comenzó operaciones en 1998 y quemó bagazo, la materia fibrosa que queda después de que los tallos de la caña de azúcar y del sorgo han sido comprimidos para extraer su jugo. La planta de Monte Rosa comenzó operaciones en, y quema biogás hecho de vinaza, que son los residuos no reciclables que quedan después de la destilación de la caña de azúcar fermentada.

Nicaragua vio la operación de su primera planta de generación de energía eólica en el 2009, Consortio Eólica, S.A. que tiene la capacidad de generar a 40 MW.

Tres agencias gubernamentales están involucradas en la planificación de, y regulación de la generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica. El Ministerio de Energía y Minas está a cargo de la formulación de políticas y estrategias para el sector energético. El Instituto Nicaragüense de Energía es la agencia reguladora, otorgando concesiones para la transmisión y distribución y por la aprobación de

las tarifas. El Centro Nacional de Despacho de Carga, que es una división de ENTREL, está a cargo de regular la transmisión y distribución de la electricidad.

Tabla B- 9: Tendencias de la energía en Nicaragua 1998-2008

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Productos de Petróleo (1,000 Barriles/Día)										
Consumo Total	23.96	24.02	25.58	25.42	25.64	27.17	28.60	27.40	27.80	28.00
Consumo de Fuel Oil	17.29	17.29	18.34	17.14	16.33	17.49	18.24	19.20	19.11	NA
Reservas Comprobadas (Mil Millones de Barriles)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Gas Natural (Mil Millones de Pies Cúbicos)										
Consumo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Reservas Comprobadas (Mil Millones de Barriles)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Carbón (Millones de Toneladas Cortas)										
Producción	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Consumo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Generación Neta de Electricidad (GWh)	2,076	2,156	2,341	2,646	2,562	2,673	2,946	3,023	3,286	3,419
Convencional Térmica	1,538	1,754	1,905	2,098	1,913	1,996	2,107	2,293	2,393	2,263
Hidroeléctrica	389	208	195	300	294	318	427	300	301	529
Geotérmica	97	127	196	200	257	242	258	295	231	306
Eólica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Solar, Mareas y Ondas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Biomasa	52	67	45	48	98	117	155	135	362	321
Consumo Neto* (GWh)	1,577	1,585	1,613	1,880	1,759	1,985	2,342	2,424	2,570	2,646
Importaciones	80	114	17	16	12	23	25	53	64	28
Exportaciones	22	1	0.0	7	21	22	8	0.0	0.0	0.0
Pérdidas Distribución Electricidad	557	684	745	775	794	689	621	652	780	801
Emisiones de Dióxido de Carbono (Millones de Toneladas Métricas de CO₂)	3.74	3.70	3.94	4.05	4.11	4.42	4.60	4.76	4.71	4.50
Consumo de Combustibles Fósiles										
Notas:										
NA = Información no disponible										
* Generación neta + importaciones de electricidad – exportaciones de electricidad – pérdidas por distribución de electricidad.										
Source: U.S. Energy Information Agency http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/IEDIndex3.cfm										

APENDICE C REQUERIMIENTOS Y NORMAS APLICABLES DENTRO DE LOS PAISES CAFTA-DR, OTROS PAISES Y ORGANIZACIONES INTERNACIONALES

Este Apéndice resume una serie de cotas de referencia cuantitativas con respecto a los requerimientos ambientales específicos para nuevos proyectos energéticos que van más allá del requerimiento para desarrollar un EIA y mitigar y evitar impactos ambientales adversos. Este Apéndice no intenta captar las prácticas de las normas no-cuantitativas. Las normas de referencia que se encuentran dentro de este Apéndice, también incluyen las normas de desempeño específicas de sector y la calidad del ambiente de los países del CAFTA-DR, incluyendo a los Estados Unidos y otros gobiernos extranjeros y organizaciones internacionales. Los revisores y preparadores de las EIA de los países CAFTA-DR podrían usar esta información en ausencia de tales normas o para evaluar la validez y para evaluar el significado de los impactos dentro de los EIA. Es importante recalcar que también existen “tratados y acuerdos internacionales” según se encuentran dentro del Apéndice B, y las violaciones a los mismos podrían ser motivo para ser llevados a juicio bajo las leyes internacionales.

El Apéndice sigue el siguiente orden:

- Introducción a las leyes, normas y requerimientos ambientales
- Normas Ambientales para la Calidad del Agua y del Aire
- Generalidades de las Normas de Desempeño para los Proyectos de Energía
- Descargas de Agua/Límites de Efluentes Aplicables al Sector Energético
- Límites de las Emisiones de Aire Aplicables al Sector Energético
- Tratados y acuerdos internacionales ratificados/firmados
- Referencias en el Sitio web

La Sección A provee una introducción general del papel de los enfoques reguladores ambientales para reducir o prevenir la polución ya sea directa o indirectamente. La Sección B resume las normas ambientales para el agua dulce, agua potable y calidad del aire para los países de CAFTA-DR, incluyendo a los Estados Unidos, y al Grupo del International Finance Corporation/ Banco Mundial. Las Secciones C proveen un resumen de las normas de desempeño aplicables a los proyectos relacionados con la producción de energía, la Sección D resume las descargas de agua/límites de efluentes, la Sección E resume los límites de las emisiones de aire, la Sección F resume los tratados y acuerdos internacionales ratificados o firmados por los países del CAFTA-DR y la Sección G provee enlaces a sitios web importantes y relevantes. En la medida posible, los pies de página proveen las advertencias necesarias, sin embargo se recomienda que de usarse esta información, el revisor o el preparador deberán de confirmar si está actualizada la información y apropiarse para las circunstancias.

1 INTRODUCCION A LAS LEYES, NORMAS Y REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

Existen muchos enfoques para manejar los problemas de tipo ambiental (ver la Figura C-1). Algunos enfoques son puramente voluntarios – en otras palabras fomentan y ayudan al cambio pero no lo requieren. Otros enfoques son regulatorios – en otras palabras requieren de cambio o de expectativas de desempeño específicas. En el centro de los enfoques reguladores se encuentra requerimientos ambientales – prácticas y procedimientos específicos requeridos por ley para reducir o prevenir la contaminación directa o indirectamente. La Figura C-2 detalla algunos ejemplos de los tipos de requerimientos y normas típicamente usadas para el manejo ambiental, incluyendo:

- Normas Ambientales
- Normas de Desempeño (Emisiones y Efluentes)
- Normas de Tecnología
- Normas de Prácticas
- Requerimientos de Información
- Prohibiciones de Productos o Usos

Mientras que los enfoques totalmente reguladores (mando y control) tienen los requerimientos más extensos de todas las opciones administrativas, la mayoría de las otras opciones incluyendo los incentivos económicos del mercado, etiquetado y enfoques basados en responsabilidades introducen algún tipo de requerimientos.

Los requerimientos pueden ser generales o específicos a las instalaciones/actividades. Los requerimientos generales son más frecuentemente implementados en la forma de (1) leyes, (2) regulaciones, o (3) permisos o licencias generales que aplican a una clase específica de instalaciones. Usualmente, los requerimientos específicos para las instalaciones son implementados en la forma de permisos o licencias, o en el caso de la evaluación de impacto ambiental, pueden ser compromisos legalmente vinculantes si están a) dentro de la evaluación de impacto ambiental en sí, b) dentro de un plan de manejo ambiental o plan de monitoreo/mitigación separado, o c) incluido dentro de un contrato aparte.

El Apéndice C establece parámetros únicamente en límites cualitativos y en un formato altamente resumido como un punto de referencia útil. Para obtener antecedentes adicionales sobre los requerimientos aplicables ver el sitio web International Network for Environmental Compliance and Enforcement: www.inece.org y específicamente la biblioteca de recursos www.inece.org/library/principles.html. La última sección presenta otras referencias para más detalles que estén detrás de los límites resumidos en el Apéndice.

Figura C- 1: ENFOQUES HACIA EL MANEJO AMBIENTAL

ENFOQUES VOLUNTARIOS

Los enfoques voluntarios promueven o asisten pero no requieren de cambio. Los enfoques voluntarios incluyen educación pública, asistencia técnica y la promoción de liderazgo ambiental por industria y organizaciones no-gubernamentales. Los enfoques voluntarios también pueden incluir algún tipo de manejo de recursos naturales (ej., lagos, áreas naturales, aguas freáticas) para mantener la calidad ambiental.

ENFOQUES REGULADORES (MANDO Y CONTROL)

En los enfoques de mando y control, el gobierno dicta los cambios deseados a través de requerimientos detallados y luego promueve y aplica el cumplimiento de esos requerimientos. La Tabla 3-2 describe los tipos de requerimientos típicamente usados en los enfoques de mando y control.

ENFOQUES DE INCENTIVOS ECONOMICOS DE MERCADO

Los enfoques de incentivos económicos de mercado usan las fuerzas del mercado para alcanzar los cambios deseados de comportamiento. Estos enfoques pueden ser independientes de, o construir sobre, y complementar los enfoques de mando y control. Por ejemplo, al introducir las fuerzas del mercado dentro del enfoque de mando y control, se puede promover una mayor prevención de la polución y más soluciones económicas a los problemas. Los enfoques de incentivos económicos de mercado incluyen lo siguiente:

- Sistema de cuotas que imponen impuestos sobre las emisiones, efluentes y otras descargas ambientales.
- Permisos comercializables que permite a las compañías comercializar los derechos de emisión permitidos, con otras compañías.
- Enfoques compensatorios. Estos enfoques permiten que una instalación proponga varios enfoques para cumplir con una meta ambiental. Por ejemplo una instalación podrá tener permiso para emitir mayores cantidades de una sustancia desde una de sus operaciones, si dicha instalación compensa este incremento reduciendo emisiones en otra de sus operaciones.
- Subastas. En este enfoque, el gobierno subasta derechos limitados para producir o emitir ciertos contaminantes ambientales.
- Etiquetado ambiental/divulgación pública. En este enfoque, se requiere que los fabricantes etiqueten sus productos para que los consumidores estén conscientes del impacto ambiental de los productos. Los consumidores pueden escoger qué productos comprar, basados en el desempeño ambiental de los productos.

ENFOQUES BASADOS EN RIESGO

Los enfoques basados en riesgos al manejo ambiental son relativamente nuevos. Estos enfoques establecen prioridades para los cambios, basados en el potencial de reducir los riesgos que se le imponen a la salud pública y/o al medio ambiente.

PREVENCION DE LA CONTAMINACION

La meta de los enfoques de prevención de contaminación es evitar la contaminación mediante la reducción o eliminación de la contaminación en la fuente. Los cambios que se necesitan hacer para evitar la contaminación pueden ser requeridos por ejemplo, como parte del enfoque de mando y control o promovido como acciones voluntarias.

RESPONSABILIDAD

Algunos enfoques de manejo ambiental están basados sobre las leyes que responsabiliza a los individuos o a las empresas por los resultados de ciertas acciones que les causen a otros individuos o empresas o a su propiedad. Los sistemas de responsabilidad no tienen requerimientos explícitos. Sin embargo, los requerimientos implícitos se desarrollan muchas veces como casos que son llevados ante la corte y se establecen patrones acerca de cuáles son las actividades que justifican qué consecuencias. Los sistemas de responsabilidad, para ser efectivos, generalmente necesitan algún tipo de aplicación de la ley de parte del gobierno, de las organizaciones no-gubernamentales o individuos, para recolectar evidencia y desarrollar los casos legales. Algunos ejemplos de sistema de manejo ambiental con responsabilidad incluyen leyes por perjuicio, leyes que requieren compensación para las víctimas de daños ambientales y leyes que requieren la corrección de problemas ambientales que son causados por la inadecuada disposición de los desechos peligrosos. Los sistemas de responsabilidad reducen o evitan la contaminación únicamente hasta el punto que los individuos o las instalaciones tengan temor de las consecuencias de las acciones legales en su contra.

Source: Cheryl Wasserman, et. al, "Principles of Environmental Enforcement" (February 19, 1992).

Figura C- 2: EJEMPLOS DE REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

Normas Ambientales

Las normas ambientales (también conocidas como normas de calidad media) son metas para la calidad del ambiente ambiental (ej., agua, aire). Las normas ambientales usualmente están escritas en unidades de concentración (ej., el nivel de dióxido de nitrógeno en el aire no puede exceder 0.053 partes por millón). En los EE.UU. las normas ambientales se usan como metas de calidad ambiental y para planificar el nivel de emisiones provenientes de fuentes individuales que pueden ser acomodadas a la vez cumplen con la meta de toda el área. Las normas ambientales también pueden ser un tipo de detonantes, como por ejemplo cuando se excede la norma, se incrementan las gestiones de monitoreo y aplicación. La aplicación de las normas ambientales usualmente requiere que se relacione una medición ambiental con las emisiones o actividades de unas instalaciones específicas. Esto puede ser algo difícil.

Normas de Desempeño (Emisiones y Efluentes)

Estas normas son ampliamente usadas para requerimientos de regulaciones, permisos y de monitoreo. Las normas de desempeño limitan la cantidad o el porcentaje de un químico en particular o descargas que puedan ser emitidas al medio ambiente por una instalación en particular, durante un período de tiempo específico. Las normas de desempeño proveen la flexibilidad porque permiten que las fuentes escojan qué tecnologías usarán para cumplir con las normas. Muchas veces dichas normas están basadas en los resultados que se pueden lograr usando la mejor tecnología de control disponible. Algunos requerimientos introducen una flexibilidad adicional al permitir que una fuente que tiene múltiples emisiones pueda variar sus emisiones de cada pila, siempre que la suma total de emisiones no exceda el total permitido. El cumplimiento con las normas de emisiones se mide a través de muestreo y monitoreo. Dependiendo del tipo de instrumentos requeridos, el cumplimiento puede ser difícil y/o caro de monitorear.

Normas de Tecnología

Estas normas requieren que la comunidad regulada use un tipo de tecnología en particular (ej., la “mejor tecnología disponible”) para controlar y/o monitorear las emisiones. Las normas de tecnología son especialmente apropiadas cuando se sabe que el equipo funciona bien bajo el rango de condiciones generalmente experimentadas por fuentes en la comunidad. Es relativamente fácil para los inspectores determinar si las fuentes están cumpliendo con las normas de tecnología: el equipo aprobado deberá estar en su lugar y deberá estar operando adecuadamente. Sin embargo, puede ser difícil asegurar que el equipo esté operando correctamente durante un largo período de tiempo. Las normas de tecnología pueden inhibir la innovación tecnológica y la prevención de la contaminación.

Normas de Prácticas

Estas normas requieren o prohíben ciertas actividades de trabajo que tienen impactos ambientales significativos. Por ejemplo, una norma podría prohibir llevar líquidos peligrosos en cubetas descubiertas. Igual que las normas de tecnología, es fácil para los funcionarios del programa inspeccionar si hay cumplimiento en contra de las fuentes de incumplimiento, pero es difícil asegurar que existe cumplimiento constante.

Requerimientos de Información

Estos requerimientos son diferentes de las normas descritas anteriormente, en el hecho que requiere de una fuente de contaminación potencial (ej., un fabricante de pesticidas o instalaciones que están involucradas en la generación, transporte, almacenamiento, tratamiento y disposición de desechos peligrosos) para desarrollar y enviar información al gobierno. Probablemente se requiera que las fuentes generadoras de contaminantes monitoreen, reporten y mantenga registros acerca del nivel de contaminantes generados y si excede o no las normas de desempeño. Muchas veces los requerimientos de información son usados cuando la fuente potencial de contaminación es un producto como por ejemplo un químico o pesticida nuevo, en lugar de un desecho. Por ejemplo, se podrá requerir que un fabricante pruebe y haga un reporte sobre el potencial que tiene un producto de causar daño si éste es liberado al medio ambiente.

2 NORMAS PARA LA CALIDAD DEL AGUA Y DEL AIRE

Esta sub-sección presenta las normas de calidad para el aire ambiental y agua para los Estados Unidos, para varios otros países y para la Organización Mundial para la Salud (OMS):

- Guías y Normas para la Calidad de Agua Freática (Tabla C-1)
- Guías y Normas para la Calidad del Agua Potable (Tabla C-2)
- Guías y Normas para la Calidad del Aire Ambiental (Tabla C-3)

Tabla C- 1: Guías y Normas para la Calidad del Agua Freática

Contaminante	Estados Unidos		Unión Europea	
	Criterios Nacionales Recomendados para la Calidad del Agua ⁴		Valor Promedio Anual (Aguas Superficiales Internas) (µg/l)	Concentración Máxima Permissible (Aguas Superficiales Internas) (µg/l)
	Concentración Máxima (CMC) (µg/l)	Concentración Continua (CCC) (µg/l)		
Alacloro			0.3	0.7
Antraceno			0.1	0.4
Arsénico	340	150		
Atrazina			0.6	2.0
Bencina			10	50
Benzopireno			0.05	0.1
Brominado diphenylether			0.0005	N/A
Cadmio	2	0.25	≤ 0.08 (Class 1) ⁵ 0.08 (Class 2) 0.09 (Class 3) 0.15 (Class 4) 0.25 (Class 5)	≤ 0.45 (Class 1) 0.45 (Class 2) 0.09 (Class 3) 0.15 (Class 4) 0.25 (Class 5)
C 10-13 Cloralkanes			0.4	1.4
Clordan	2.4	0.0043		
Clorfenvinfos			0.1	0.3
Cloruro	860,000	230,000		
Cromo (III)	570	74		
Cromo (VI)	16	11		
Clorpyrifos (Clorpyrifos-etil)			0.03	0.1
Cianuro	22	5.2		
Total DDT			0.025	N/A
Para-para-DDT			0.01	N/A
1,2-Dicloroetano			10	N/A
Diclorometano			20	N/A
Dieldrin	0.24	0.056	∑=0.01 ⁶	N/A

⁴ En los Estados Unidos, el gobierno federal establece criterios para establecer las normas de la calidad del agua, pero es decisión de cada uno de los estados establecer las normas requeridas basadas en las categorías de uso. Por lo tanto, los criterios no son realmente requerimientos.

⁵ Para el cadmio y sus compuestos, los valores EQS varían dependiendo de la dureza del agua, según se especifica en cinco categorías de clases: (Clase 1: < 40 mg CaCO₃/l, Clase 2: 40 to < 50 mg CaCO₃/l, Clase 3: 50 to < 100 mg CaCO₃/l, Clase 4: 100 to < 200 mg CaCO₃/l y Clase 5: ≥ 200 mg CaCO₃/l).

⁶ Suma para los pesticidas ciclopentadiene que incluye: Aldrin, Dieldrin, Endrin, Isodrin

Contaminante	Estados Unidos		Unión Europea	
	Criterios Nacionales Recomendados para la Calidad del Agua ⁴		Valor Promedio Anual (Aguas Superficiales Internas) (µg/l)	Concentración Máxima Permisible (Aguas Superficiales Internas) (µg/l)
	Concentración Máxima (CMC) (µg/l)	Concentración Continua (CCC) (µg/l)		
Di(2-ethylexyl)-phthalate (DEPH)			1.3	N/A
Diuron			0.2	1.8
alpha-Endosulfan	0.22	0.056	0.005	0.01
beta-Endosulfan	0.22	0.056	0.005	0.01
Endrin	0.086	0.036	Σ=0.01 ⁷	N/A
Fluoranteno			20	N/A
Heptachlor	0.52	0.0038		
Heptaclor Epoxido	0.52	0.0038		
Hexacloro-benzene			0.01	0.05
Hexacloro-butadien			0.1	0.6
Hexacloro-ciclohexano			0.02	0.04
Isoproturon			0.3	1.0
Plomo	65	2.5	7.2	N/A
Mercurio	1.4	0.77	0.05	0.07
Naftalina			2.4	N/A
Nickel	470	52	20	N/A
Nonylphenol (4-Nonylphenol)			0.3	2.0
Octylphenol			0.1	N/A
Pentachloro-benzene			0.007	N/A
Pentaclorofenol	19	15	0.4	1.0
Polyclorinado Biphenyls (PCBs)		0.014		
Selenio		5		
Simazine			1.0	4.0
Plata	3.2			
Sulfato			129.75 mg/l	4,200 mg/l
Tetracloroetileno			10.0	N/A
Tricloroetileno			10	N/A
Toxafeno	0.73	0.0002		
Compuestos Tributyltin			0.0002	0.0015
Tricloro-benceno			0.4	N/A
Tricloro-metano			2.5	N/A
Trifluralin			0.03	N/A
Zinc	120	120		

Fuentes: US: <http://www.epa.gov/waterscience/criteria/wgctable/index.html#cmc>
EU: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:348:0084:0097:EN:PDF>

⁷ Suma para los pesticidas ciclopentadieno que incluye: Aldrin, Dieldrin, Endrin, Isodrin

Tabla C- 2: Guías y Normas de la Calidad del Agua Potable

Contaminantes	Estados Unidos		Canadá	Comunidad Europea	República Checa	Organización Mundial de la Salud
	Meta de Nivel Máximo de Contaminante	Nivel Máximo de Contaminante	Concentración Máxima Aceptable	Valor Paramétrico	Valor Paramétrico	Valor de la Guía
Acrilamida				0.1 µg/l	0.1 µg/l	
Amoníaco				0.50 mg/l	0.50 mg/l	
Aluminio			0.1/0.2 mg/l (100-200 µg/l)	200 µg/l	200 µg/l	
Antimonio	0.006 mg/l (6 µg/l)	0.006 mg/l	0.006 (6 µg/l)	5.0 µg/l	5.0 µg/l	
Arsénico	0	0.01 mg/l	0.1 mg/l (10 µg/l)	10 µg/l	10 µg/l	10 µg/l
Asbestos	7 million fibers/liter	7 million fibers/liter				
Bario	3 mg/l (2000 µg/l)	2 mg/l (2000 µg/l)	1 mg/l (1000 µg/l)			
Bencina			0.005 mg/l (5 µg/l)	1.0 µg/l	1.0 µg/l	
Benzo(a)pireno			0.00001 mg/l (0.01 µg/l)	0.010 µg/l	0.010 µg/l	
Beryllium	0.004 mg/l (4 µg/l)	0.004 mg/l (4 µg/l)				
Boro			5 mg/l (5000 µg/l)	1.0 mg/l	1.0 mg/l	
Bromato	0	0.010 mg/l (10 µg/l)	0.01 mg/l 0.02 (10 µg/l)	10 µg/l	10 µg/l	
Bromodiclora- metano (BDCM)			0.016 mg/l (16 µg/l)	100 µg/l ⁸		0.06 mg/l (60 µg/l)
Cadmio	0.005 mg/l (5 µg/l)	0.005 mg/l (5 µg/l)	0.005 mg/l (5 µg/l)	5.0 µg/l	5.0 µg/l	
Clorato			1 mg/l (1000 µg/l)			
Cloruro				250 mg/l	100 mg/l	
Clostridium perfringens				0 number/ 100 ml	0 number/ 100 ml	
Conductividad				2 500 µS cm- 1 at 20 C	2 500 µS cm- 1 at 20 C	
Clorito	0.8 mg/l (800 µg/l)	1.0 mg/l (1000 µg/l)	1 mg/l (1000 µg/l)		200 µg/l	
Cromio (total)	0.1 mg/l 0.2 (100 µg/l)	0.1 mg/l (100 µg/l)	0.05 mg/l (50 µg/l)	50 µg/l	50 µg/l	0.05 mg/l (50 µg/l)
Cobre	1.3 mg/l	1.3 mg/l		2.0 mg/l	1,0 mg/l	2.0 mg/l
Cianuro (como cianuro libre)	0.2 mg/l (200 µg/l)	0.2 mg/l (200 µg/l)	0.2 mg/l (200 µg/l)	50 µg/l	50 µg/l	
Toxinas			0.0015 mg/l		1 µg/l	

⁸ La suma de concentraciones de compuestos específicos: cloroformos, bromoformos, , dibromoclorometano, bromodiclora-

Contaminantes	Estados Unidos		Canadá	Comunidad Europea	República Checa	Organización Mundial de la Salud
	Meta de Nivel Máximo de Contaminante	Nivel Máximo de Contaminante	Concentración Máxima Aceptable	Valor Paramétrico	Valor Paramétrico	Valor de la Guía
Cyanobacterial -- microcystin-LR			(1.5 µg/l)			
1,2-dicloroetano				3.0 µg/l	3.0 µg/l	
Epichlorohydrin				0.10 µg/l	0.10 µg/l	
Fluoruro	4 mg/l	4 mg/l	1.5 mg/l	1.5 mg/l	1.5 mg/l	1.5 mg/l
Hierro				200 µg/l	200 µg/l	
Plomo	0	0.015 mg/l (15 µg/l)	0.01 mg/l (10 µg/l)	10 µg/l	10 µg/l	
Manganeso				50 µg/l	50 µg/l	
Mercurio (inorgánico)	0.03 mg/l 0.04 (2 µg/l)	0.002 mg/l (2 µg/l)	0.01 mg/l (1 µg/l)	1.0 µg/l	1.0 µg/l	
Nickel				20 µg/l	20 µg/l	0.07 mg/l (70 µg/l)
Nitrato (medido como Nitrógeno)	10 mg/l	10 mg/l	45 mg/l	50 mg/l	50 mg/l	50 mg/l
Nitrito (medido como Nitrógeno)	1 mg/l	1 mg/l	3.2 mg/l	0.50 mg/l	0.50 mg/l	0.2 mg/l
Nickel				20 µg/l	20 µg/l	0.07 mg/l (70 µg/l)
Nitrato				50 mg/l	50 mg/l	
Nitrito				0.50 mg/l	0.50 mg/l	
Pesticidas				0.10 µg/l	0.10 µg/l	
Total Pesticidas -				0.50 µg/l	0.50 µg/l	
Polycíclico aromático hidrocarburos				0.10 µg/l	0.10 µg/l	
Selenio	0.05 mg/l (50 µg/l)	0.05 mg/l (50 µg/l)	0.01 mg/l (10 µg/l)	10 µg/l	10 µg/l	0.01 mg/l (10 µg/l)
Sulfato				250 mg/l	250 mg/l	
Sodio				200 mg/l	200 mg/l	
Tetracloroethene y Tricloroethene				10 µg/l	10 µg/l	0.07 mg/l (70 µg/l)
Talio	0.0005 mg/l (0.5 µg/l)	0.002 mg/l (2 µg/l)				
Trihalomethanes (total)	N/A	0.080 mg/l (80 µg/l)		100 µg/l	100 µg/l	
Cloruro de Vinilo				0.50 µg/l	0.50 µg/l	
pH			6.5-8.5	6.5-9.5	6.5-9.5	

Fuentes: US Drinking Water Standards: <http://www.epa.gov/ogwdw000/contaminants/index.html>
WHO Guidelines for Drinking-Water Quality p.186, http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/fulltext.pdf

Tabla C- 3: Guías y Normas de la Calidad del Aire Ambiente

Pollutant	World Health Organization (WHO) Ambient Air Quality Guidelines		United States National Ambient Air Quality Standards				European Commission Air Quality Standards			Canada National Ambient Air Quality Objectives & Guidelines			
	Averaging Period	Guideline/Value (µg/m ³)	Primary Standards		Secondary Standards		Averaging Period	Concentration	Permitted Exceedances Per Year	Averaging Time	Maximum Desirable Level	Maximum Acceptable Level	Maximum Tolerable Level
			Averaging Period	Level	Averaging Period	Level							
Sulfur Dioxide (SO ₂)	24 hour	125 (interim target 1) 50 (interim target 2) 20 (guideline)	24 hour	0.14 ppm	3 hour	0.5 ppm	1 hour	350 µg/m ³	24	1 hour	172 ppb	334 ppb	N/A
	10 minute	500 (guideline)	1 year	0.030 ppm			24 hour	125 µg/m ³	3	24 hour	57 ppb	115 ppb	305 ppb
Nitrogen Dioxide (NO ₂)	1 year	40 (guideline)	1 year	50 ppb (100 µg/m ³)	1 year	0.053 ppm (100 µg/m ³)	1 year	200 µg/m ³	N/A	1 year	32 ppb	53 ppb	N/A
	1 hour	200 (guideline)	1 hour	100 ppb	N/A	N/A	1 hour	40 µg/m ³	18	24 hour	N/A	105 ppb	150 ppb
Total Suspended Particulate (TSP)							1 year	N/A	120 µg/m ³	400 µg/m ³			
							24 hour	60 µg/m ³	70 µg/m ³	N/A			
Particulate Matter (PM ₁₀)	1 year	70 (interim target 1) 50 (interim target 2) 30 (interim target 3) 20 (guideline)	24 hour	150 µg/m ³	24 hour	150 µg/m ³	24 hour	50 µg/m ³	35				
	24 hour	150 (interim target 1) 100 (interim target 2) 75 (interim target 3) 50 (guideline)					1 year	40 µg/m ³	N/A				
Particulate Matter (PM _{2.5})	1 year	35 (interim target 1) 25 (interim target 2) 15 (interim target 3) 10 (guideline)	1 year	15.0 µg/m ³	1 year	15.0 µg/m ³	1 year	25 µg/m ³	N/A				
	24 hour	75 (interim target 1) 50 (interim target 2) 37.5 (interim target 3) 25 (guideline)	24 hour	35 µg/m ³	24 hour	35 µg/m ³							
Ozone	8 hour	160 (interim target 1) 100 (guideline)	1 hour**	0.12 ppm (235 µg/m ³)	1 hour**	0.12 ppm (235 µg/m ³)	8 hour	120 µg/m ³	25 days averaged over 3 years	1 year	N/A	15 ppb	N/A
			8 hour	0.075 ppm	8 hour	0.075 ppm				24 hour	15 ppb	25 ppb	N/A
										1 hour	51 ppb	82 ppb	153 ppb
Lead (Pb)	N/A	N/A	3 month	0.15 µg/m ³	3 month	0.15 µg/m ³	1 year	0.5 µg/m ³	N/A				
Carbon Monoxide (CO)	N/A	N/A	1 hour	35 ppm (90 mg/m ³)			8 hour	10 mg/m ³	N/A	1 hour	13 ppm	31 ppm	N/A
			8 hour	9 ppm (10 mg/m ³)						8 hour	5 ppm	13 ppm	17 ppm
Benzene							1 year	5 µg/m ³	N/A				
Arsenic (As)							1 year	6 ng/m ³	N/A				
Cadmium (Cd)							1 year	5 ng/m ³	N/A				
Hexachlorobenzene (HCB)							1 year	20 ng/m ³	N/A				
Polycyclic Aromatic Hydrocarbons							1 year	1 ng/m ³ (expressed as a concentration of benzo(a)pyrene)	N/A				

* Target value is to be achieved by 2010

** The 1 hour U.S. Ozone standard was invoked beginning June 15, 2005, and is to be replaced by the 8 hour standard

Fuentes:

Normas de la Comisión Europea sobre Calidad del Aire: <http://ec.europa.eu/environment/air/quality/standards.htm>

Objetivos Canadienses de Calidad Nacional del Aire Ambiente: <http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/air/out-ext/reg-eng.php>

OMS (citado en las Guías Generales Ambientales, de Salud y Seguridad del International Finance Corporation):

[http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/AttachmentsByTitle/gui_EHSGuidelines2007_GeneralEHS/\\$FILE/Final+-+General+EHS+Guidelines.pdf](http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/AttachmentsByTitle/gui_EHSGuidelines2007_GeneralEHS/$FILE/Final+-+General+EHS+Guidelines.pdf)

Normas Nacionales de EE.UU. de la Calidad del Aire Ambiente: <http://epa.gov/air/criteria.htm>

3 NORMAS DE DESEMPEÑO PARA LOS PROYECTOS DE ENERGIA

Las normas de desempeño ambiental cuantitativas pueden ser aplicables a todos o algunos de los principales tipos de proyectos, que han sido designado para generar electricidad: combustibles fósiles, energía hidroeléctrica y energía renovable no-hidroeléctrica. Sin embargo, los límites de emisiones de aire, las descargas de agua y límites de los efluentes y normas de desechos desarrolladas por países y organizaciones internacionales tienden a enfocarse en las plantas de energía eléctrica de vapor de combustibles fósiles debido a que tienen el potencial más significativo e impactos generalizables a través de la contaminación de los recursos hídricos y eólicos.

Descarga de agua o límites de efluentes:

- Las descargas de agua/límites de efluentes se resumen para las instalaciones generadoras de vapor alimentado por combustibles fósiles.
- Las presas hidroeléctricas pueden estar sujetas a límites de efluentes los cuales son calculados para un sitio específico tomando en cuenta los cambios en el flujo del agua y la necesidad de controlar los sólidos suspendidos para una vía fluvial en particular.
- Las normas del tratamiento de aguas residuales y límites de efluentes también aplican a las aguas residuales generadas por empleados que viven y/o trabajan en el lugar.
- No se han establecido los límites específicos de descargas de agua para otras fuentes de energía renovable ya se considera que son insignificantes.

Límites de la emisión de aire:

- Los límites de emisión están disponibles y resumidos por un rango de tamaños y tipos de plantas generadoras de energía alimentadas por combustibles fósiles incluyendo, siempre que estén disponibles, aquellas alimentadas ya sea entera o parcialmente con biocombustibles renovables.
- Los impactos ambientales de instalaciones específicas de energía hidráulica y otras fuentes de energía renovable se deberían de considerar en un caso por caso. La falta de límites de emisiones para estos otros tipos de producción de energía no significa que no existen impactos sobre la calidad del aire. Por ejemplo, aunque una vez construida una presa hidroeléctrica, en general no significaría que es una fuente significativa de contaminación del aire, la construcción y transporte en tales instalaciones podría resultar en la descarga de contaminantes en el aire. Por ejemplo, la construcción de presas para suministrar la energía hidráulica puede resultar en la formación de lagos, que sumergen la vegetación que crece a las orillas de los ríos. La descomposición de esta vegetación podría resultar en la descarga de metano, un gas de invernadero.

Desechos:

- No existe una base amplia de normas nacionales y/o internacionales de desempeño que hayan sido provistas para la mayoría de desechos de generación eléctrica, con la excepción de cenizas volantes o de carbón.
- En general, las normas de desempeño cuantitativo de los desechos de cenizas volantes, desechos de cenizas de no-combustibles, los desechos de escoria de caldera (un material negro, duro, vidrioso ya angular) y desechos de control de emisión del gas de proceso no están disponibles en la actualidad.

Tabla C- 4: Impactos ambientales provenientes de fuentes de energía renovable

Fuentes de Energía Renovable	Impactos Ambientales		
	Aire	Agua	Generación de Desechos
Solar	Insignificante (no se quema combustibles).	Tecnologías solares no descarga agua mientras crean electricidad	Tecnologías solares-térmicas que no producen ninguna cantidad sustancial de desechos sólidos mientras crean electricidad. La producción de láminas fotovoltaicas crean cantidades bien pequeñas de materiales peligrosos.
Geotérmica	Insignificante (no se quema combustibles).	Posiblemente puede causar contaminación del agua subterránea cuando se estén perforando pozos y extrayendo agua caliente o vapor. Re-inyectar el agua nuevamente a la tierra evita que los minerales que están bajo tierra se introduzcan en las aguas superficiales.	Las tecnologías geotérmicas no producen una cantidad sustancial de desechos sólidos cuando generan electricidad.
Biomasa	Las plantas de energía de biomasa emiten óxidos de nitrógeno y una pequeña cantidad de dióxido de sulfuro así como dióxido de carbono aunque en cantidades más pequeñas que la quema del carbón.	Las plantas de energía de biomasa tienen acumulación de contaminantes en el agua usada en el sistema de calderas y de enfriamiento. El agua que es usada para enfriamiento también puede tener una mayor temperatura al momento de la descarga. Generalmente se requieren permisos.	La quema de la biomasa genera cenizas, aunque la ceniza de la biomasa generalmente tiene una concentración más baja de elementos peligrosos.
Eólico	Insignificante (no se quema combustibles)	Las turbinas eólicas no descargan agua mientras generan electricidad.	Las tecnologías eólicas no producen ninguna cantidad sustancial de desechos sólidos.
Fuente: Sitio web USEPA, Energía renovable no-hidroeléctrica http://www.epa.gov/cleanenergy/energy-and-you/affect/non-hydro.html			

4 NORMAS DE LAS DESCARGAS DE AGUA/EFLUENTES

Tabla C- 5: Descarga de Agua/límites de efluentes aplicables a plantas eléctricas de vapor

Contaminante	Costa Rica	República Dominicana	El Salvador	Guatemala	Nicaragua	Estados Unidos	Banco Mundial /IFC	Canadá
	Límites de Efluentes para Actividades de Minería	Límites de Efluentes para la Minería de Metales	Descargas Máximas Permitidas para Extensiones de Agua		Límites Propuestos de Efluentes para la Minería y Acabado de Metales	Para Instalaciones de Generación de Energía Eléctrica a Vapor AI	Valores Máximos de Efluentes	Límites de Efluentes para la Minería de Metales
Aluminio	5 mg/l		5 mg/l		2 mg/l			
Arsénico	0.1 mg/l	0.1 mg/l	0.1 mg/l			0.5 - 1.0 mg/l	0.5 mg/l	0.5 - 1 mg/l
Bario	5 mg/l		5 mg/l					
Boro	3 mg/l		1.5 mg/l					
Cadmio	0.1 mg/l	0.1 mg/l	0.1 mg/l		0.1 mg/l	0.05 - 0.1 mg/l	0.1 mg/l	
Carbamatos (total)	0.1 mg/l							
Demanda Química de Oxígeno-DQO		150 mg/l					150 mg/l	
Cloro (residual)	1 mg/l							
Cromo-(total)	1.5 mg/l		1 mg/l		1 mg/l		0.5 mg/l	
Cromo (hexavalente)		0.1 mg/l	0.1 mg/l		0.5 mg/l		0.1 mg/l	
Color (pureza)	15%		None					
Cobre	0.5 mg/l	0.5 mg/l	1 mg/l		0.5 mg/l	0.15 - 0.30 mg/l	0.5 mg/l	0.3 - 0.6 mg/l
Cianuro (total)	1 mg/l	1.0 mg/l	.5 mg/l		1 mg/l		1 mg/l	1 - 2 mg/l
Cianuro (libre)	0.1 mg/l	0.1 mg/l					0.1 mg/l	
Cianuro (libre pero fuera de área de mezcla)	0.005 mg/l							
Cianuro (ácido débil disociable)	0.5 mg/l	0.5 mg/l					0.5 mg/l	
Fluoruro	10 mg/l		5 mg/l					
Hidrocarburos	10 mg/l							
Hierro		3.5 mg/l	10 mg/l (total)			1.0 - 2.0 mg/l	1.0 mg/l	
Plomo	0.5 mg/l	0.2 mg/l	0.4 mg/l		0.5 mg/l	0.3 - 0.6 mg/l	0.5 mg/l	0.2 - 0.4 mg/l
Mercurio	0.01 mg/l	0.01 mg/l	0.01 mg/l			0.001 - 0.002 mg/l	0.005 mg/l	
Nickel	1 mg/l	0.5 mg/l	0.2 mg/l		1 mg/l		0.5 mg/l	0.5 - 1.0 mg/l
Nitrógeno	50 mg/l		50 mg/l					

Contaminante	Costa Rica Límites de Efluentes para Actividades de Minería	República Dominicana Límites de Efluentes para la Minería de Metales	El Salvador Descargas Máximas Permitidas para Extensiones de Agua	Guatemala	Nicaragua Límites Propuestos de Efluentes para la Minería y Acabado de Metales	Estados Unidos Para Instalaciones de Generación de Energía Eléctrica a Vapor AI	Banco Mundial /IFC Valores Máximos de Efluentes	Canadá Límites de Efluentes para la Minería de Metales
(total)								
Aceite y Grasa		10 mg/l				20 mg/l 15 mg/l	10 mg/l	
Compuestos Organofosforados (total)	0.1 mg/l		0.1 mg/l					
Compuestos Organoclorados (total)	0.05 mg/l		0.05 mg/l			0.2 mg/l	0,2 mg/l	
Radio 226								0.37 - 1.11 Bq/l
Selenio	0.05 mg/l		0.05 mg/l					
Sólidos sedimentables					1 ml/l	0.2 ml/l		
Plata	1 mg/l		0.2 mg/l					
Sulfitos	1 mg/l		?? 1000??					
Sulfuros	25 mg/l							
Estaño	2 mg/l							
Metales Total		10.0 mg/l					10 mg/l	
Sólidos Suspendidos Totales (SST)		50 mg/l			50 mg/l	100 mg/l 30 mg/l	50 mg/l	15 - 30 mg/l
Zinc	5 mg/l	2.0 mg/l	5 mg/l		1 mg/l	1.0 mg/l	1.0 mg/l	0.5 - 1 mg/l
Temperatura			20-35°C		40 °C			
pH		6.0-9.0	5.5-9.0		6.0-9.0	6.0 - 9.0	6.0-9.0	

4.1. Información Suplementaria

4.1.1. Estados Unidos – Sistema Nacional para la Eliminación de Vertimiento de Contaminantes (NPDES)

Todas las aguas residuales vertidas desde una fuente hacia las aguas navegables de los Estados Unidos requieren de un permiso que es emitido bajo el Sistema Nacional para la Eliminación de Vertimiento de Contaminantes (NPDES) (ver 40 CFR Parte 122). Los permisos del NPDES establecen los límites de los efluentes y las normas pre-tratamiento para las instalaciones específicas. Las normas a nivel del sector para la categoría de fuente de punto en la generación de energía de vapor se encuentran en la sección 40 CFR Parte 423 y se encuentran resumidas en las Tablas C-6 y C-7.

Tabla C- 6: Generalidades de los límites de efluentes NPDES para las instalaciones de generación de energía eléctrica de vapor

Tipos de Corrientes de Desperdicios	Mejores Tecnologías Disponibles (MTD) Guías de las Limitaciones de los Efluentes
-------------------------------------	---

Tipos de Corrientes de Desperdicios	Mejores Tecnologías Disponibles (MTD) Guías de las Limitaciones de los Efluentes
Todas las descargas	pH, aceite y grasa
Agua de acarreo de las cenizas de fondo y fuentes de desechos de bajo volumen	Sólidos Suspendidos Totales (SST), aceite y grasa
Desechos de limpieza químicas de metales de calderas	Sólidos Suspendidos Totales (SST), aceite y grasa, hierro y cobre
Desechos de limpieza no-química de metales	Reservado (aplican los límites de aguas residuales de bajo volumen)
Agua de acarreo de cenizas volantes (incluyendo ceniza economizadora)	No se permite descarga (basado en la disponibilidad de métodos secos de disposición y en el potencial para re-utilizar el agua de acarreo de cenizas volantes)
Agua de enfriamiento de un solo paso	Residuo total de cloro (RTC), o cloro libremente disponible (CLD), dependiendo de la capacidad de generación de las instalaciones
Purga de la Torre de Enfriamiento	Cloro libremente disponible (CLD), cromo, zinc, otros 126 contaminantes prioritarios adonde se encuentran en los químicos usados para mantenimiento de torre de enfriamiento
Escorrentía de pila de carbón	Sólidos Suspendidos Totales (SST)
Fuente: Sector Notebook Project: Generación de Energía Eléctrica de Combustibles Fósiles, p.111-112 (Septiembre 1997) http://www.epa.gov/compliance/resources/publications/assistance/sectors/notebooks	

Tabla C- 7: Limitaciones de efluentes NSPES para las instalaciones de generación de energía eléctrica de vapor

Tipo de Corrientes de Desperdicios	Contaminantes o Propiedad Contaminante	Limitaciones de Efluentes NSPES	
		1-day Máximo	Promedio máximo de valores diarios durante 30 días consecutivos
Fuentes de Desechos de Bajo Volumen	Sólidos Suspendidos Totales (SST)	100.0 mg/l	30.0 mg/l
	Aceite y grasa	20.0 mg/l	15.0 mg/l
Desechos de Limpiador Químico de Metales	SST	100.0 mg/l	30.0 mg/l
	Aceite y Grasa	20.0 mg/l	15.0 mg/l
	Cobre, total	1.0 mg/l	1.0 mg/l
	Hierro, total	1.0 mg/l	1.0 mg/l
Bottom Ash Transport Water	TSS	100.0 mg/l	30.0 mg/l
	Aceite y Grasa	20.0 mg/l	15.0 mg/l
Agua de Enfriamiento de un solo paso (instalaciones generando 25 MW o más)	Residuo Total de Cloro	0.20 mg/l	0.20 mg/l

Tipo de Corrientes de Desperdicios	Contaminantes o Propiedad Contaminante	Limitaciones de Efluentes NSPS	
		1-day Máximo	Promedio máximo de valores diarios durante 30 días consecutivos
Agua de Enfriamiento de un solo paso (instalaciones generando menos de 25 MW)	Cloro Librementemente Disponible	0.5 mg/l	0.2 mg/l
Purga de Torre de Enfriamiento	Cloro Librementemente Disponible	0.5 mg/l	0.2 mg/l
	Cromo, total	0.2 mg/l	0.2 mg/l
	Zinc, total	1.0 mg/l	1.0 mg/l
Escorrentía de Pila de Carbón	SST	50 mg/l	50 mg/l
Fuente: 40 Código de Regulaciones Federales Parte 423 §423.15 (Julio 8, 1983) http://edocket.access.gpo/cfr_2009/julqtr/40cfr423.15.htm			

4.1.2. Descargas de Agua/Límites de Efluentes de Presas Hidroeléctricas

Las plantas de energía hidroeléctrica generan electricidad de agua corriente que pasa a través de las turbinas. Esta agua es descargada nuevamente a los ríos después de que ha pasado a través de las turbinas y el agua no se contamina durante este proceso.

Sin embargo, el uso de presas en la generación de energía hidráulica puede tener otros impactos ambientales con respecto al agua. Por ejemplo, el agua que se encuentra en los lagos creados por las presas hidroeléctricas, pueden ser inhóspitas para los peces a una profundidad mayor debido a que el agua es demasiado helada y pobre de oxígeno para darle soporte a la vida acuática. Esta agua fría y con poco oxígeno puede amenazar la vida de los peces aguas abajo. Además el acto de estancar un río en sí puede tener impactos ambientales de gran rango, a partir de la presencia de inundaciones cuando se abren las compuertas de la presa hasta la interrupción del flujo normal del agua, aguas abajo.

4.2. Límites de Emisión de Aire

Los límites de emisión de aire se encuentran dentro de las Guías de Emisión de la Corporación Internacional Financiera y de la Agencia para la Protección del Medio Ambiente de los EE.UU.

4.2.1. Guías de Emisión del International Finance Corporation (IFC)

Las Guías Ambientales, de Salud y Seguridad (ASS) del International Finance Corporation's (IFC) ofrecen requerimientos generales y requerimientos específicos de sector para proyectos e industrias. Las guías generales de emisiones del IFC aplican a cualquier instalación o proyecto que produzca emisiones de aire durante cualquier período de su ciclo de vida.

Tabla C- 8: Guías IFC de emisiones para plantas pequeñas de combustión (3MWth-50MWth)

Tecnología/Combustible De Combustión	Material compuesto por Partículas (PM)	Dióxido de Sulfuro (SO ₂)	Óxidos de Nitrógeno (NO _x)	Gas Seco, Contenido Exceso O ₂
Gas	N/A	N/A	200 (Encendido por Chispa) 400 (Combustible Dual) 1,600 Encendido de Compresión)	15%
Líquido	50 mg/Nm ³ (o hasta 100 si es justificado por consideraciones específicas del proyecto)	1.5% (o hasta 3.0% si es justificado por consideraciones específicas del proyecto)	1,460 mg/Nm ³ (diámetro tamaño de perforación <400mm) 1,850 mg/Nm ³ (diámetro tamaño de perforación > o =400mm)	15%
Turbina				
Gas Natural =3MWth to < 15MWth	N/A	N/A	42 ppm (Generación eléctrica) 100 ppm (Transmisión mecánica)	15%
Gas Natural =15MWth to < 50MWth	N/A	N/A	25 ppm	15%
Combustibles además de Gas Natural =3MWth to < 15MWth	N/A	0.5 % o menos (si está disponible comercialmente sin costo excesivo de combustible)	96 ppm (Generación eléctrica) 150 ppm (Transmisión mecánica)	15%
Combustibles además de Gas Natural =15MWth a <50MWth	N/A	0.5% o menos (si está disponible comercialmente sin costo excesivo de combustible)	74 ppm	15%
Caldera				
Gas	N/A	N/A	320 mg/Nm ³	3 mg/Nm ³
Líquido	50 mg/Nm ³ o hasta 100 (si es justificado por la evaluación ambiental)	2000 mg/Nm ³	460 mg/Nm ³	3 mg/Nm ³

Tecnología/Combustible De Combustión	Material compuesto por Partículas (PM)	Dióxido de Sulfuro (SO ₂)	Óxidos de Nitrógeno (NO _x)	Gas Seco, Contenido Exceso O ₂
Sólido	50 o hasta 100 (si es justificado por la evaluación ambiental)	2000 mg/Nm ³	650 mg/Nm ³	6 mg/Nm ³

Fuente: Guías Generales EHS del IFC p.7 (Abril 30, 2007)
http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/AttachmentsByTitle/gui_EHSGuidelines2007_General+EHS+Guidelines.pdf

Tabla C- 9: Guías IFC de emisiones para instalaciones de calderas

Tecnología/Combustible de Combustión	Contaminantes (mg/Nm ³)						Gas Seco, Contenido Exceso O ₂ (%)
	Material compuesto por Partículas (PM)		Dióxido de sulfuro (SO ₂)		Óxidos de Nitrógeno (NO _x)		
	Cuenca Atmosférica No-degradado (NDA)	Cuenca Atmosférica Degradado (DA)	NDA	DA	NDA	DA	
Gas Natural	N/A	N/A	N/A	N/A	240	240	3%
Otros Combustibles Gaseosos	50	30	400	400	240	240	3%
Combustibles Líquidos (50 MWh a 600 MWh)	50	30	900-1,500	400	400	200	3%
Combustibles Líquidos (Más de 600 MWh)	50	30	200-850	200	400	200	3%
Combustibles sólidos (50 MWh a 600 MWh)	50	30	900-1,500	400	510	200	6%
Combustibles sólidos (Más de 600 MWh)	50	30	200-850	200	510	200	6%

Fuente:
Guías IFC EHS: PLANTAS DE ENERGIA TERMICA, p. 22.
[http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/AttachmentsByTitle/gui_EHSGuidelines2007_ThermalPower/\\$File/FINAL_Thermal+Power.pdf](http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/AttachmentsByTitle/gui_EHSGuidelines2007_ThermalPower/$File/FINAL_Thermal+Power.pdf)

Tabla C- 10: Guías IFC de emisiones para turbinas de combustión (unidades mayores de 50 MWh)

Tecnología/Combustible de Combustión	Contaminantes (mg/Nm ³)					
	Material compuesto por Partículas (PM)		Dióxido de sulfuro (SO ₂)		Óxidos de Nitrógeno (NO _x)	Gas Seco, Contenido Exceso O ₂ (%)
	Cuenca Atmosférica No-Degradado (NDA)	Cuenca Atmosférica Degradado (DA)	NDA	DA	NDA/DA	
Gas Natural	N/A	N/A	N/A	N/A	51 (25 ppm)	15%
Combustibles además de Gas Natural	50	30	Use of 1% or less S fuel	Use of 0.5% or less S fuel	152 (74 ppm)	15%

Fuente: Guías IFC EHS Guidelines: PLANTAS DE ENERGIA TERMICAS, p. 21
[http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/AttachmentsByTitle/gui_EHSGuidelines2007_ThermalPower/\\$File/FINAL_Thermal+Power.pdf](http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/AttachmentsByTitle/gui_EHSGuidelines2007_ThermalPower/$File/FINAL_Thermal+Power.pdf)

Tabla C- 11: Guías IFC de emisiones para motores recíprocos

Tecnología/ Combustible de Combustión	Contaminantes (mg/Nm ³)						
	Material compuesto por Partículas (PM)		Dióxido de sulfuro (SO ₂)		Oxidos de Nitrógeno (NO _x)		Gas Seco, Contenido Exceso O ₂ (%)
	Cuenca Atmosférica No- Degradado (NDA)	Cuenca Atmosférica Degradado (DA)	NDA	DA	NDA	DA	
Gas Natural	N/A	N/A	N/A	N/A	200-400	200-400	15%
Combustibles Líquidos (Más de 50 MWh y menos de 300MWh)	50	30	1,170 o uso de 2% o menos Comb S	0.5% S	1,460- 2,000	400	15%
Combustibles Líquidos (Más de 300 MWh)	50	30	585 o uso de 1% o menos Comb S	0.2% S	740	400	15%
Biocombustibles / Combustibles Gaseosos además de Gas Natural	50	30	N/A	N/A	30% arriba de límites de Gas Natural/ Comb. líquidos	200- 400	15%

Fuente: Guías IFC EHS: PLANTAS DE ENERGÍA TÉRMICA, p. 20
[http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/AttachmentsByTitle/gui_EHSGuidelines2007_ThermalPower/\\$File/FINAL_Thermal+Power.pdf](http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/AttachmentsByTitle/gui_EHSGuidelines2007_ThermalPower/$File/FINAL_Thermal+Power.pdf)

4.2.2. Estados Unidos – Normas de Desempeño de Nuevas Fuentes (NSPS) aplicables a la Generación de Energía de Combustibles Fósiles

Tablas C-12 a C—23 resumen las Normas de Desempeño de Nuevas Fuentes de la EPA de EE.UU. para las unidades de generación de vapor de combustión de combustibles fósiles. La norma aplicable varía basada en la capacidad de insumos de calor de la unidad, el combustible que se ha usado, y el contaminante en cuestión. Todas las nuevas instalaciones así como las existentes están siendo modificadas o expandidas para cumplir con las Normas de Desempeño de Nuevas Fuentes, que requieren de la mejor tecnología de control disponibles, (BACT) o las tarifas más bajas de emisión posibles (LAER) en áreas adonde las normas de calidad del aire ambiente no se han logrado. Encontrado en 40 CFR Parte 60, las normas establecidas para la industria de generación de energía eléctrica de combustibles fósiles varía por tamaño de instalaciones, tipo y combustible. A continuación se encuentra un resumen breve de estas normas:

Tabla C- 12: Generalidades de las Normas de Desempeño de Fuentes Nuevas (NSPS) para la generación de energía eléctrica de combustible fósil

Emisión	Normas
Dióxido de Sulfuro (SO ₂)	<p>Normas generales para diferentes niveles de ng/J (lb/mm Btu) insumos de calor y % de reducción, dependiendo del tipo de combustible y contenido de sulfuro (ver 40 CFR Sub-partes D, Da, Db, y Dc).</p> <p>Para las turbinas de gas, ningún gas en exceso de 0.015% por volumen (a 15% O₂ por volumen) o con contenidos de sulfuro en exceso de 0.8% por peso, será quemado.</p>
Óxidos de Nitrógeno (NO _x)	Entre 0.2 y 0.8 lb/mm BTU, dependiendo de la categoría de combustión. Para las turbinas de gas, normas NO _x especificadas en la ecuación en 60.332(a)(1) o (2) según indicado en 60.332(b), (c), y (d).
Material compuesto por Partículas (PM)	Entre 0.05 y 0.20 lb/mm BTU, a menos que se utilice un combustible bajo en nitrógeno en cual caso el cumplimiento se basa en los resultados de la prueba de desempeño.
Opacidad	20%
<p>Fuente: Sector Notebook Project: Generación de Energía Eléctrica de Combustible Fósil p.108 (Septiembre 1997). http://www.epa.gov/compliance/resources/publications/assistance/sectors/notebooks</p>	

Las normas de desempeño están divididas en las siguientes categorías de tamaño:

- Unidades generando >73 MW (250 MMBtu/hr)de inyección de calor de combustibles fósiles
- Unidades generando > 29 MW (100 MMBtu/hr) y < 73 MW
- Unidades generando ≥ 2.9 MW (10 MMBtu/hr) y ≤ 29 MW
- Turbinas Estacionarias de Gas

4.2.2.1. Unidades con Inyección de Calor > 73 MW (250 MMBtu/hr)

Para los propietarios y operadores que instalen, calibren, den mantenimiento y operen un sistema de monitoreo continuo de emisiones (SMCE) para medir las emisiones PM, están exentos de la norma e opacidad. (§ 60.42Da(b)). Los niveles de opacidad deberán basarse en un promedio de 6 minutos y no podrán exceder la opacidad máxima excepto por un período de 6 minutos por hora adonde la opacidad máxima es de 27%.

Tabla C- 13: Límites de emisión/requerimientos de reducción de Material Compuesto por Partículas (PM)

Alternativas de Cumplimiento		Unidad de Emisiones PM		Porcentaje de Reducción de Concentración Potencial de Combustión	Opacidad Máxima
		Salida de Energía Bruta	Inyección de Calor		
Alternativa #1	Construcción, Reconstrucción, o Modificación	18 ng/J (0.014 lb/MWh)	6.4 ng/J (p.015 lb/MMBtu)	—	20%
Alternativa #2	Construcción o Reconstrucción	—	13 ng/J (0.03 lb/MMBtu)	99.90%	20%
	Modificación	—	13 ng/J (0.03 lb/MMBtu)	99.80%	20%

Fuente: Código de Regulaciones Federales Título 40 Parte 60 Sección 60.42Da (Ene. 28, 2009)
http://edocket.access.gpo.gov/cfr_2009/julqtr/pdf/40cfr60.42Da.pdf

Tabla C- 14: Límites de Emisión de Dióxido de Sulfuro (SO₂) y Requerimientos de Reducción

Descripción de Instalaciones / Tipo de Combustible	Límite de Emisión SO ₂	Porcentaje de Reducción de Concentración Potencial de Combustión
Carbón Refinado de Solvente Sólido (SRC-1)	520 ng/J (1.20 lb/MMBtu)	85%
100% Antracita		—
Unidad clasificada de recuperación de recursos		
Instalaciones ubicadas en un área no-continental quemando combustible sólido o derivado de sólido	340 ng/J (0.80 lb/MMBtu)	—
Instalaciones ubicadas en un área no-continental quemando combustible líquido o gaseoso		
After Feb. 28, 2005:		
Nueva construcción	180 ng/J (1.4 lb/MWh) Salida de energía bruta	95%
Reconstrucción	180 ng/J (1.4 lb/MWh) Salida de energía bruta OR	95%
Modificación	65 ng/J (0.15 lb/MMBtu) inyección de calor	90%
Después de Feb. 28. 2005, las instalaciones que queman 75% o más basura de carbón (por inyección de calor) para:		
Nuevas Construcciones	180 ng/J (1.4 lb/MWh) Salida de energía bruta	94%
Reconstrucción	180 ng/J (1.4 lb/MWh) Salida de energía bruta OR	94%
Modificación	65 ng/J (0.15 lb/MMBtu) inyección de calor	90%

Descripción de Instalaciones / Tipo de Combustible	Límite de Emisión SO ₂	Porcentaje de Reducción de Concentración Potencial de Combustión
Fuente: Código de Regulaciones Federales Título 40 Parte 60 Sección 60.43Da (Junio 13, 2007) http://edocket.access.gpo.gov/cfr_2009/julqtr/pdf/40cfr60.44Da.pdf		

Cuando se queman diferentes combustibles de manera simultánea, se determina la norma aplicable mediante una priorización, usando las formulas que se encuentran en el Código de Regulaciones Federales Título 40 Parte 60 Sección 60.43Da (junio 13, 2007).

http://edocket.access.gpo.gov/cfr_2009/julqtr/pdf/40cfr60.44Da.pdf

Tabla C- 15: Límites de Emisiones de Óxidos de Nitrógeno (NOX) y Requerimientos de Reducción

Tipo de Combustible		Límite de Emisión para Inyección de Calor		Porcentaje de Reducción de Concentración Potencial de Combustión
		ng/J	lb/MMBtu	
Gaseoso	Derivado del carbón	210	0.5	25%
	Todos los demás	86	0.2	25%
Líquido	Derivado del Carbón	210	0.5	30%
	Petróleo de Esquisto Bituminoso	210	0.5	30%
	Todos los demás	130	0.3	30%
Sólido	Derivado del carbón	210	0.5	65%
	Cualquier combustible que contiene más de 25%, por peso, basura de carbón	Exento	Exento	65%
	Cualquier combustible que contiene más de 25%, por peso,, lignito si el lignito es minado en Dakota del Norte, Dakota del Sur o Montana y es quemado en un horno de bigotera	340	0.8	65%
	Cualquier combustible que contiene más de 25%, por peso, lignito no está sujeto al límite de emisión de inyección de calor de 340 ng/J h	260	0.6	65%
	Carbón sub-bituminoso	210	0.5	
	Carbón Bituminoso	260	0.6	
	Carbón Antracita	260	0.6	
	Todos los demás	260	0.6	
Fuente: Code of Federal Regulations Title 40 Part 60 Section 60.44Da (Junio13, 2007). http://edocket.access.gpo.gov/cfr_2009/julqtr/pdf/40cfr60.44Da.pdf				

Los propietarios u operadores de unidades generadoras de vapor de servicios eléctricos a carbón que queman una mezcla de carbones de diferentes rangos de carbón o una mezcla de carbón y basura de carbón deberá de cumplir con el limite ponderado de emisiones Hg calculado usando la siguiente

ecuación basada en el total de emisiones de Hg de la unidad y el total de Btu, MWh, o MJ contribuido por todos los combustibles quemados durante el período de cumplimiento.

Tabla C- 16: Límites de Emisión de Mercurio (Hg)

Tipo de Combustible/Descripción de las Instalaciones	Límite de Emisiones Hg
Unidades generadoras de vapor de servicios eléctricos a carbón que únicamente queman carbón bituminoso	0.020 lb/GWh (0.0025 ng/J)
Unidades generadoras de vapor de servicios eléctricos a carbón que únicamente queman carbón sub-bituminoso y: Están ubicadas en un área geográfica a nivel de país que recibe más de 25 pulgadas por año de precipitación anual media.	0.066 lb/GWh (0.0083 ng/J)
Están ubicadas en un área geográfica que recibe menos de 25 pulgadas por año de precipitación anual media	0.097 lb/GWh (0.0122 ng/J)
Unidades generadoras de vapor eléctrico a carbón que únicamente queman lignito	0.175 lb/GWh (0.0221 ng/J)
Unidades de generación de vapor eléctrico a carbón que solamente queman basura de carbón	0.016 lb/GWh (0.0020 ng/J)
Fuente: Código de Regulaciones Federales Título 40 Parte 60 Sección 60.45Da (Junio 13, 2007) http://edocket.access.gpo.gov/cfr_2009/julqtr/pdf/40cfr60.45Da.pdf	

4.2.2.2. Unidades con Inyección de Calor > 29 MW (100 MMBtu/hr) y < 73 MW

Unidades que únicamente activan aceite de sulfuro muy bajo, combustible gaseoso, una mezcla de estos combustibles con una tasa de emisión potencial de SO₂ de 140 ng/J (0.23 lb/MMBtu) de inyección de calor o menos están exentos de estos límites de emisión de SO₂. §60.42b(k)(2).

Tabla C- 17: Límites de Emisión de Dióxido de Sulfuro (SO₂)

Descripción de Instalaciones /Tipo de Combustible	Opción (adonde esté disponible)	Límite de Emisión SO ₂	Porcentaje de Reducción de Concentración Potencial de Combustión
Instalaciones quemando carbón, aceite, gas natural, una mezcla de estos combustibles, o una mezcla de estos combustibles con cualquier otro combustible.	Opción #1	87 ng/J (0.20 lb/MMBtu) inyección de calor	—
	Opción #2	520 ng/J (1.2 lb/MMBtu) inyección de calor	92%
Instalaciones ubicadas en áreas no-continentales que queman carbón	—	520 ng/J (1.2 lb/MMBtu) inyección de calor	—
Instalaciones ubicadas en áreas no-continentales que queman petróleo o gas natural	—	215 ng/J (0.50 lb/MMBtu) inyección de calor	—
Fuente: Code of Federal Regulations Title 40 Part 60 Section 60.42b (Ene. 28, 2009). http://edocket.access.gpo.gov/cfr_2009/julqtr/pdf/40cfr60.42b.pdf			

Ningún propietario u operador de una instalación que haya sido afectada y que quema carbón o petróleo, ya sea solo o en combinación con cualquier otro combustible y que usa una tecnología

emergente para el control de las emisiones de SO₂ ocasionará que se descargue cualquier gas que contenga SO₂ a la atmósfera en exceso de 50% de la tasa potencial de emisión de SO₂ (50% reducción) y que contiene SO₂ en exceso del límite de emisión determinado, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$E_s = (K_c H_c + K_d H_d) / (H_c + H_d)$$

Adonde: E_s = límite de emisión SO₂, en ng/J o lb/MMBtu inyección de calor

$$K_c = 260 \text{ ng/J (o 0.60 lb/MMBtu)}$$

$$K_d = 170 \text{ ng/J (o 0.40 lb/MMBtu)}$$

H_c = Inyección de calor de la combustión de carbón, en J (MMBtu)

H_d = Inyección de calor de la combustión de petróleo, en J (MMBtu)

Fuente: Code of Federal Regulations Title 40 Part 60 Section 60.42b (Ene. 28, 2009)

http://edocket.access.gpo.gov/cfr_2009/julqtr/pdf/40cfr60.42b.pdf

Tabla C- 18: Límites de Emisión de Material Compuesto de Partículas (PM)

Descripción de Instalaciones /Tipo de Combustible	Límite de Emisiones PM	Porcentaje de Reducción de Concentración Potencial de Combustión
Instalaciones que queman desechos sólidos de tipo municipal y/o – otro tipo de combustibles si el factor de capacidad anual para los otros combustibles es de 10% o menos	43 ng/J (0.10 lb/MMBtu) inyección de calor	—
Instalaciones que queman carbón, petróleo, madera, una mezcla de estos combustibles, o una mezcla de estos combustibles con cualquier otro combustible ⁴	13 ng/J (0.030 lb/MMBtu) inyección de calor	—
Instalaciones que queman carbón, petróleo, madera, una mezcla de estos combustibles, o una mezcla de estos combustibles con cualquier otro combustible y para lo cual inició la modificación después del 28 de febrero 2005	22 ng/J (0.051 lb/MMBtu) inyección de calor	99.80%
Instalaciones que queman más del 30% e madera (por inyección de calor) anualmente y que tienen una capacidad máxima de inyección de calor de 73 MW (250 MMBtu/h) o menos, para la cual inició la modificación después del 28 de febrero 2005	43 ng/J (0.10 lb/MMBtu) inyección de calor	—
Instalaciones que queman más de 30% de madera (por inyección de calor) anualmente y que tienen una capacidad máxima de inyección de calor mayor de 73 MW (250 MMBtu/h)	37 ng/J (0.085 lb/MMBtu) inyección de calor	—

Fuente: Code of Federal Regulations Title 40 Part 60 Section 60.43b (Ene. 28, 2009).
http://edocket.access.gpo.gov/cfr_2009/julqtr/pdf/40cfr60.43b.pdf

Tabla C- 19: Limite de Emisión de Óxido de Nitrógeno (NOx)

Tipo de Unidad Generadora de Combustible / Vapor		Límites de emisión de Óxido de Nitrógeno (expresado como NO ₂) inyección de calor	
		ng/J	lb/MMBtu
(1) Gas Natural y aceite destilado excepto (4)	(i) Tasa de liberación de calor bajo	43	0.1
	(ii) Tasa de liberación de calor alto	86	0.2
(2) Aceite residual	(i) Tasa de liberación de calor bajo	130	0.3
	(ii) Tasa de liberación de calor alto	170	0.4
(3) Carbón	(i) Fogones de alimentación masiva	210	0.5
	(ii) Fogones esparcidos y combustión en lecho fluido	260	0.6
	(iii) Carbón pulverizado	300	0.7
	(iv) Lignito, excepto (v)	260	0.6
	(v) Lignito minado en Dakota del Norte, Dakota del Sur o Montana y quemado en un horno de bigotera	340	0.8
	(vi) Combustibles sintéticos derivados del carbón	210	0.5
(4) Quemador de ductos usado en un sistema de ciclo combinado	(i) Gas Natural y aceite destilado	86	0.2
	(ii) Aceite residual	170	0.4

Fuente: Code of Federal Regulations Title 40 Part 60 Section 60.44b (Ene. 28, 2009).
http://edocket.access.gpo.gov/cfr_2009/julqtr/pdf/40cfr60.44b.pdf

Ningún propietario u operador de una instalación que ha sido afectada que quema carbón, petróleo o gas natural de manera simultánea con un producto derivado/desechos, ocasionará que descargue cualquier gas que contiene NO_x a la atmósfera, en exceso de la siguiente formula a menos que las instalaciones afectadas tengan un factor de capacidad anual para carbón, petróleo y gas natural de 10% o menos y está sujeta a un requerimiento federal aplicable que limite la operación de las instalaciones afectadas a un factor de capacidad anual de 10% o menos:

$$E_n = [(EL_{go}H_{go}) + (EL_{ro}H_{ro}) + (EL_{hc}H_c)] / (H_{go} + H_{ro} + H_c)$$

Adonde: E_n = NO_x límite de emisión (expresado como NO₂), ng/J (lb/MMBtu)

EL_{go} = Límite de emisión apropiado del párrafo (a)(1) (ver tabla anterior) para la combustión de un gas natural o aceite destilado, ng/J (lb/MMBtu)

H_{go} = Inyección de calor de la combustión de gas natural, aceite destilado y producto derivado / desecho gaseoso, J (MMBtu)

EL_{ro} = Límite de emisión apropiada del párrafo (a)(2) (ver tabla anterior) para la combustión de aceite residual y/o producto derivado y/o desechos, ng/J (lb/MMBtu)

H_{ro} = Inyección de calor de la combustión de aceite residual, J (MMBtu)

EL_c = Límite de emisión apropiado del párrafo (a)(3) (ver tabla anterior) para la combustión de carbón, ng/J (lb/MMBtu)

H_c = Inyección de calor de la combustión de carbón, J (MMBtu)

Fuente: Code of Federal Regulations Title 40 Part 60 Section 60.44b (Jan. 28, 2009).

http://edocket.access.gpo.gov/cfr_2009/julqtr/pdf/40cfr60.44b.pdf

4.2.2.3. Unidades con Inyección de Calor ≥ 2.9 MW (10 MMBtu/hr), ≤ 29 MW (100 MMBtu/hr)

Los propietarios u operadores de las instalaciones afectadas que inician construcción, reconstrucción o modificación después del 28 de febrero de 2005 y que únicamente queman aceite que contiene no más de 0.50 peso de porcentaje de aceite de sulfuro no sujeto a una norma PM bajo §60.43c y que no esté usando una tecnología post-combustión (excepto un depurador húmedo) para reducir PM o las emisiones SO_2 , no están sujetos al límite PM en esta sección. §60.43c(e)(4).

Tabla C- 20: Límites de Emisión de Material Compuesto por Partículas (PM)

Tipo de Combustible / Descripción de las Instalaciones	Límite de Emisiones PM	Porcentaje de Reducción de Concentración Potencial de Combustión
Instalaciones que queman carbón, petróleo, madera, una mezcla de estos combustibles o una mezcla de estos combustibles con otros combustibles y que tienen una capacidad de inyección de calor de 8.7 MW (30 MMBtu/hr) o más	13 ng/J (0.30 lb/MMBtu) Inyección de calor	—
Instalaciones que queman carbón, petróleo, madera, una mezcla de estos combustibles o una mezcla de estos combustibles con otros combustibles y que tienen una capacidad de inyección de calor de 8.7 MW (30 MMBtu/hr) o más y para las cuales inició la modificación después del 28 de febrero 2005	22 ng/J (0.051 lb/MMBtu) Inyección de calor	99.80%
Instalaciones que queman más de 30% madera (por inyección de calor) anualmente y que tienen una capacidad de inyección de calor de 8.7 MW (30 MMBtu/hr) o más y para las cuales inició la modificación después del 28 de febrero 2005	43 ng/J (0.10 lb/MMBtu) Inyección de calor	—
Fuente: Code of Federal Regulations Title 40 Part 60 Section 60.43c (Ene. 28, 2009). http://edocket.access.gpo.gov/cfr_2009/julqtr/pdf/40cfr60.43c.pdf		

Los requerimientos de reducción de porcentaje para el SO_2 no aplican a las siguientes instalaciones afectadas: (1) instalaciones afectadas que tienen una capacidad de inyección de calor de 22 MW (75 MMBtu/hr) o menos; (2) instalaciones afectadas tienen una capacidad anual para carbón de 55% o menos y están sujetas a un requerimiento federal aplicable limitando la operación de las instalaciones afectadas a un factor de capacidad anual para carbón de 55% o menos; (3) instalaciones afectadas ubicadas en áreas no-continenciales; y (4) instalaciones afectadas que queman carbón en un quemador en el ducto como parte de un sistema de ciclo combinado adonde 30% o menos del calor que entra a la unidad generadora de vapor proviene de la combustión de carbón en el quemador en el ducto y 70% o

más del calor que entra en la unidad generadora de vapor proviene de los gases de escape que entran el quemador en el ducto. §60.42c(c)(1)-(4).

Tabla C- 21: Límites de Emisión de Dióxido de Sulfuro (SO₂)

Descripción de las Instalaciones / Tipo de Combustible	Límite de Emisiones SO ₂	Porcentaje de Reducción de Concentración Potencial de Combustión ⁶
Instalaciones que únicamente queman carbón (deben cumplir con <u>ambas</u> normas)	87 ng/J (0.20 lb/MMBtu) Inyección de calor	90%
	520 ng/J (1.2 lb/MMBtu) Inyección de calor	—
Instalaciones que queman carbón con otros combustibles	87 ng/J (0.20 lb/MMBtu) Inyección de calor	90%
Instalaciones que queman basura de carbón por sí sola en una unidad de generación de vapor de combustión en lecho fluido (debe cumplir con <u>ambas</u> normas)	87 ng/J (0.20 lb/MMBtu) Inyección de calor	80%
	520 ng/J (1.2 lb/MMBtu) Inyección de calor	—
Instalaciones quemando aceite u otro combustible no-carbón con basura de carbón	87 ng/J (0.20 lb/MMBtu) Inyección de calor	—
	Ver Ecuación	90%
Instalaciones quemando únicamente carbón y usando tecnología emergente para controlar las emisiones de SO ₂	260 ng/J (0.60 lb/MMBtu) inyección de calor	50%
Instalaciones quemando carbón con otros combustibles y usando tecnologías emergentes para controlar las emisiones SO ₂	Ver Ecuación	50%
Instalaciones quemando petróleo	215 ng/J (0.50 lb/MMBtu) inyección de calor ⁷	—

Fuente: Code of Federal Regulations Title 40 Part 60 Section 60.42c (Ene. 28, 2009).
http://edocket.access.gpo.gov/cfr_2009/julqtr/pdf/40cfr60.42c.pdf

Como alternativa para cumplir con este requerimiento, un propietario u operador de una instalación afectada podrá decidir no quemar petróleo que contenga más de 0.5 peso por ciento de sulfuro. Los requerimientos de reducción del porcentaje no aplican a las instalaciones que están quemando solo petróleo. §60.42c(d).

El límite de emisión SO₂ para cualquier instalación afectada que quema carbón, petróleo o carbón y petróleo con cualquier otro combustible es determinado mediante la siguiente fórmula:

$$E_s = (K_a H_a + K_b H_b + K_c H_c) / (H_a + H_b + H_c)$$

Adonde E_s = el límite de emisión SO₂ expresado en ng/J o lb/MMBtu inyección de calor

$$K_a = 520 \text{ ng/J (1.2 lb/MMBtu)}$$

$$K_b = 260 \text{ ng/J (0.60 lb/MMBtu)}$$

$$K_c = 215 \text{ ng/J (0.50 lb/MMBtu)}$$

H_a = Inyección de calor de la combustión de carbón, excepto en las instalaciones que queman carbón y usan una tecnología emergente para controlar las emisiones de SO_2 , en J [MMBtu]

H_b = Inyección de calor de la combustión de carbón en instalaciones que queman carbón y usan una tecnología emergente para controlar las emisiones de SO_2

H_c = Inyección de calor de la combustión de petróleo, en J (MMBtu)

Fuente: Code of Federal Regulations Title 40 Part 60 Section 60.42c (Ene. 28, 2009).
http://edocket.access.gpo.gov/cfr_2009/julqtr/pdf/40cfr60.42c.pdf

4.2.2.4. Turbinas de Gas Estacionarias

Las siguientes normas aplican a todas las turbinas de gas estacionarias con una inyección de calor en carga pico igual o mayor de 10.7 gigajoules (10 millones de Btu) por hora, basado en el valor calorífico menor del combustible que se queme. Las normas para los óxidos de nitrógeno se determinan usando las siguientes ecuaciones:

$$\text{Ecuación \#1: } STD = 0.0075(14.4/Y) + F$$

$$\text{Ecuación \#2: } STD = 0.0150(14.4/Y) + F$$

Adonde: STD = Concentración permisible de emisión NO_x ISO corregida (porcentaje por volumen a 15% de oxígeno sobre una base seca)

Y = El poder calorífico clasificado del fabricante a la tasa clasificada del fabricante (kilojoules por kilovatio hora) o poder calorífico actual medido en base a un valor calorífico más bajo de combustible según es medido en la actual energía pico de consumo para las instalaciones. El valor de Y no deberá exceder 14.4 kilojoules por kilovatio hora

F = Tolerancia de emisión NO_x para nitrógeno contenido en el combustible según lo determina la siguiente tabla

Tabla C- 22: Asignación de Emisiones para Nitrógeno NO_x Contenido en el Combustible

Nitrógeno contenido en el combustible (porcentaje por peso)	F (NO _x porcentaje por volumen)
$N \leq 0.015$	0
$0.015 < N \leq 0.1$	0.04 (N)
$0.1 < N \leq 0.25$	$0.004 + 0.0067 (N-0.1)$
$N > 0.25$	0.005

N = Nitrógeno contenido en el combustible (porcentaje por peso)
Fuente: Code of Federal Regulations Title 40 Part 60 Section 60.332 (Julio 8, 2004).
http://edocket.access.gpo.gov/cfr_2009/julqtr/pdf/40cfr60.332.pdf

Los propietarios u operadores de turbinas de gas estacionarias pueden escoger de dos opciones para cumplir con las normas de dióxido de sulfuro, una de las cuales está basada en emisiones y la otra en combustibles, como se puede ver en la Tabla C-23.

Tabla C- 23: Límites de Emisiones por Opciones de Óxido de Sulfuro (SO₂)

Opción #1: Límite basado en Emisiones	Descargas a la atmósfera no deberán de exceder 0.015% SO ₂ por volumen al 15% de oxígeno y sobre una base seca
Opción #2: Límite basado en Combustibles	El combustible quemado en una turbina de gas estacionaria no deberá de exceder el total de sulfuro de 0.8% por peso (8000 ppmw)

Fuente: Code of Federal Regulations Title 40 Part 60 Section 60.333 (Julio 8, 2004).
http://edocket.access.gpo.gov/cfr_2009/julqtr/pdf/40cfr60.333.pdf

5 TRATADOS Y ACUERDOS INTERNACIONALES

Los países del CAFTA DR han ratificado y/o firmado una serie de tratados y acuerdos internacionales que establecen compromisos para la adopción e implementación de una gama de regímenes de protección ambiental. La mayoría de ellos no confieren cotas de referencia cuantitativas específicas en cuanto al desempeño y por lo tanto no se han resumido dentro de este Apéndice. Sin embargo, para efectos de conveniencia se han detallado a continuación a partir de la fecha de publicación.

Tabla C- 24: Tratados Ambientales Multilaterales Ratificados (R) of Firmados (F) por los países de CAFTA-DR

Acuerdo Ambiental Multilateral	Costa Rica	República Dominicana	El Salvador	Guatemala	Honduras	Nicaragua
Convención de Basilea sobre el Control de Movimientos Transfronterizos de Desechos Peligrosos y Su Disposición entró en vigencia - 5 Mayo 1992	R	R	R	R	R	R
Convención sobre Diversidad Biológica – abreviado como Biodiversidad entró en vigencia el 29 de diciembre 1993	R	R	R	R	R	R
Convención sobre Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat para Aves Acuáticas (Ramsar) entró en vigencia - 21 Diciembre 1975	R	R	R	R	R	R
Convención sobre el Comercio Internacional de Especies en Peligro de Extinción de Flora y Fauna Silvestre (CITES) entró en vigencia - 1 Julio 1975	R	R	R	R	R	R
Convención sobre la Prevención de Contaminación Marina al Verter Desechos y Otras Materias (Convención de Londres) entró en vigencia - 30 Agosto 1975	R	R		R	R	
Convención sobre la Prohibición de Uso de Técnicas de Modificación Ambiental Militares o Cualquier Otro fin Hostil entró en vigencia - 5 Octubre 1978	R			R		R
Protocolo de Kioto ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático entró en vigencia - 23 Febrero 2005	R	R	R	R	R	R
Protocolo de Montreal sobre Substancias que Agotan la Capa de Ozono entró en vigencia - 1 enero 1989	R	R	R	R	R	R
Convención Internacional para la Regulación de Caza de Ballenas entró en vigencia - 10 Noviembre 1948	R			R		R
Acuerdo Internacional sobre Maderas Tropicales entró en vigencia – 1 Enero 1997				R	R	
Protocolo de 1978 Relacionado con la Convención Internacional para la Prevención de Contaminación por los Buques, 1973 (MARPOL) entró en vigencia - 2 Octubre 1983		R		R	R	R
Convención de las Naciones Unidas sobre la Ley del Mar (LOS) entró en vigencia - 16 Noviembre 1994	R	F	F	R	R	R
Convención de las Naciones Unidas para Combatir la Desertización en Aquellos Países que Experimentan serias Sequías y/o Desertización, Particularmente en África entró en vigencia - 26 Diciembre 1996	R	R	R	R	R	R
Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático entró en vigencia - 21 Marzo 1994	R	R	R	R	R	R
Fuente: https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/appendix/appendix-c.html						

6 SITIOS WEB APLICABLES

Los siguientes sitios web proveerán más información sobre impactos ambientales, medidas de mitigación, mejores prácticas de la industria y normas cuantitativas para el sector de generación de energía eléctrica:

INTERNATIONAL FINANCE ORGANIZATION (www.ifc.org)

Guías Ambientales, de Salud y Seguridad

English: www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/Content/EHSGuidelines

Español: www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/Content/EHSGuidelines_Spanish

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (www.epa.gov)

Información Regulatoria para el Sector Energético

English: www.epa.gov/lawsregs/bizsector/energy.html

Asistencia en el Cumplimiento para Generador de Energía

English: www.epa.gov/compliance/assistance/sectors/power.html

Perfil de la Industria de Generación de Energía Eléctrica con Combustibles Fósiles

English: www.epa.gov/compliance/resources/publications/assistance/sectors/notebooks.html

Energía Renovable No-Hidroeléctrica

English: www.epa.gov/cleanenergy/energy-and-you/affect/non-hydro.html

Hidroelectricidad

English: www.epa.gov/cleanenergy/energy-and-you/affect/hydro.html

[Esta página está en blanco intencionalmente.]

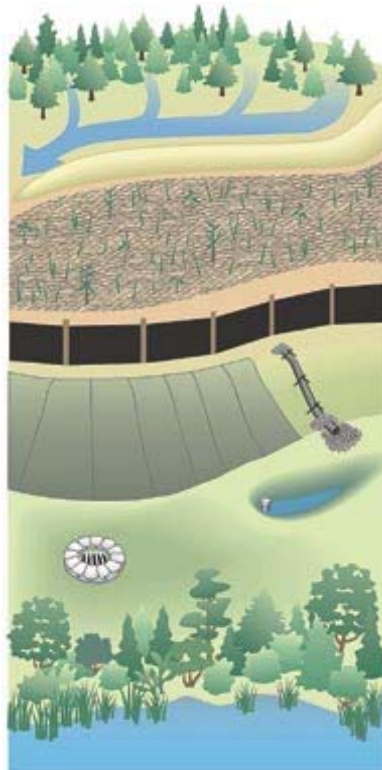
APENDICE D EROSION Y SEDIMENTACION

REGLAS DE ORO PARA EL CONTROL DE LA APENDICE D EROSIÓN Y SEDIMENTACIÓN
(Extracto de la Guía de Campo de Kentucky para Prevención de la Erosión y Control de la Sedimentación)

TETRA TECH fundado por
La División de Aguas de Kentucky (KDOW, por su sigla en inglés), la Sección de Fuentes Nonpoint
y la División de Conservación de Kentucky (KDOC) mediante una donación de USEPA

<http://www.epa.gov/region8/water/stormwater/pdf/Kentucky%20Erosion%20prevention%20field%20guide.pdf>

El siguiente anexo presenta ilustraciones y fotografías de las Mejores Prácticas de Gestión para el Control de la Erosión y la Sedimentación. Esta información se extrajo de la Guía de Campo de Kentucky para Prevención de la Erosión y Control de la Sedimentación financiada por US EPA.



REGLAS BASICAS

- Preservar la Vegetación existente
- Desviar las escorrentías de las tierras altas alrededor del suelo expuesto
- Sembrar/esparcir desechos orgánicos/ cubrir el suelo descubierto inmediatamente
- Utilizar barreras de sedimento para atrapar la tierra que va en las escorrentías
- Proteja las pendientes y canales de formar erosión por barrancos
- Instalar trampas de sedimentos y lagunas de asentamientos
- Preservar la vegetación cerca de todas las aguas

NECESIDAD DE MEDIDAS DE CONTROL DE EROSION Y SEDIMENTACION

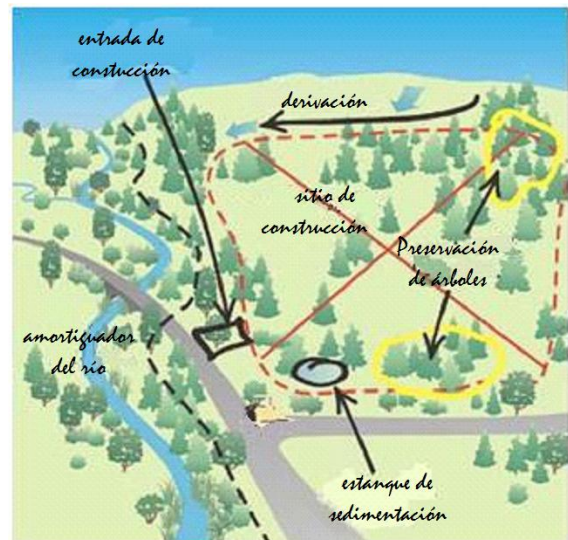
Angulo de la Pendiente	Tipo de Suelo		
	Cienoso	Barroso	Arenoso
Muy empinado (2:1 o más)	Muy Alto	Alto	Alto
Empinado (2:1-4:1)	Muy Alto	Alto	Moderado
Moderado (5:1-10:1)	Alto	Moderado	Moderado
Poco (10:1-20:1)	Moderado	Moderado	Bajo

PRIORIZACION DE LAS MEDIDAS DE CONTROL DE EROSION Y SEDIMENTACION

PRACTICA	COSTO	EFFECTIVIDAD
Limitación del área afectada trabajando escalonadamente	\$	*****
Protección de las áreas afectas con capas vegetativas y volviendo a sembrar vegetación	\$\$	****
Instalación de desviaciones alrededor de las áreas afectadas	\$\$\$	***
Remoción de los sedimentos deteniendo todo el drenaje del sitio	\$\$\$\$	**
Otros controles estructurales para contener el drenaje cargado de sedimentos	\$\$\$\$\$	*

PLANIFICAR ANTICIPADAMENTE

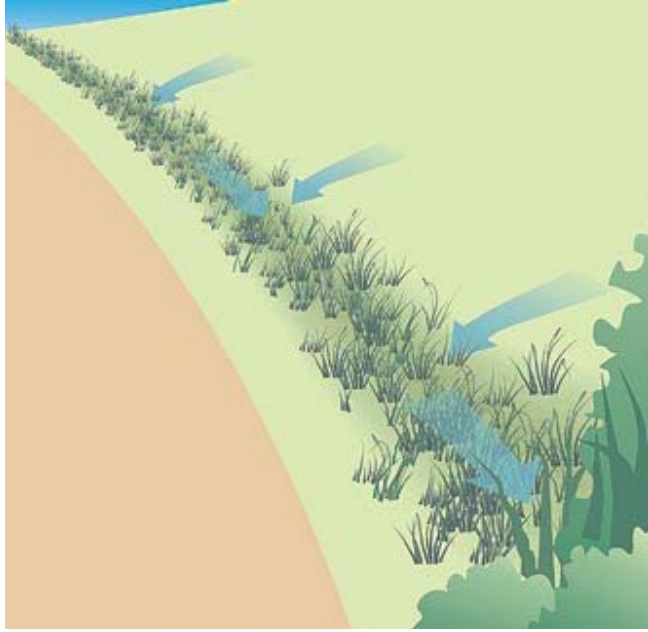
Identificar las áreas de drenaje y planificar las cunetas y canales para el drenaje. Desviaciones, canales engramados, trampas/Lagunas de sedimentación, barreras de sedimentos en las zonas inferiores de la pendiente, y construcción de piedra e instalar antes de iniciar la excavación.



DESVIAR LAS ESCORRENTIAS ALREDEDOR DE EXCAVACIONES Y DISTURBIOS



Muros de Contención y cunetas para desviar escorrentías de las tierras altas sin árboles (limpias) alrededor de los sitios de construcción reducen los problemas de erosión y sedimentación. Muros de contención y cunetas sembradas después de la construcción



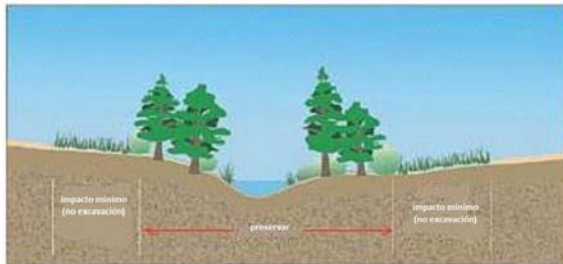
Las cunetas de desviación deben estar por lo menos cubiertas con grama o pasto, y mantas, y si la pendiente es superior a 10:1

AMORTIGUADORES DE VEGETACION



Las zonas de amortiguación con vegetación en la parte superior o inferior del sitio de trabajo son siempre una ventaja.

Pueden atrapar los sedimentos antes de que se lave en las corrientes y evitar la erosión de las riveras.



Los canales con vegetación ayudan a mover el agua de las tierras altas a través de o a que pase por el sitio, manteniendo el agua limpia (sin lodo). No alterar la vegetación existente a lo largo de las riveras, y dejar un amortiguador de pasto alto y arbustos entre los árboles en las riveras de los ríos (riachuelos) y áreas afectadas.

Buena construcción, siembra y estabilización del muro de contención de desviación. Nótese que la cuneta de desviación está cubierta de pasto en la parte más plana de la pendiente y que tiene piedras en la parte más empinada



COBERTURA DEL SUELO VS. PROTECCION DE LA EROSION

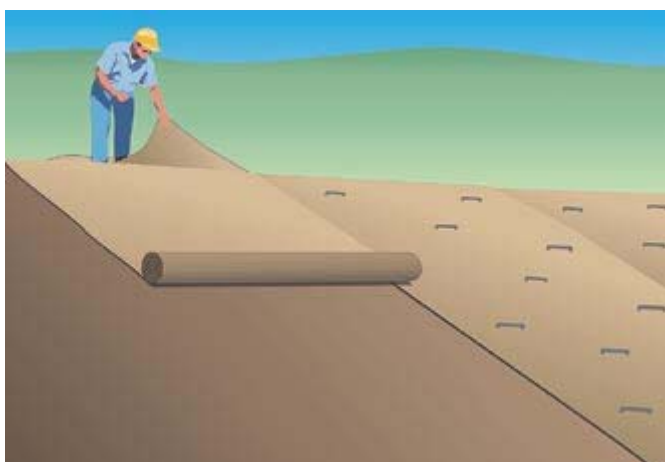
Cobertura del suelo	Reducción de la erosión
Cubierta retenedora de humedad (heno o paja)	
1.2 ton por 0.4 hectárea	75 por ciento
1 ton por 0.4 hectárea	87 por ciento
2 tons por 0.4 hectárea	98 por ciento
Césped (la semilla o el césped)	
40 por ciento de cobertura	90 por ciento
60 por ciento de cobertura	96 por ciento
90 por ciento de cobertura	99 por ciento
Baja densidad de arbustos y arbustos	
25 por ciento de cobertura	60 por ciento
75 por ciento de cobertura	72 por ciento
Arboles	
25 por ciento de cobertura	58 por ciento
75 por ciento de cobertura r	64 por ciento
Control de cobertura de la erosión	95–99 por ciento

Preparar el suelo sin vegetación alguna hacienda discos en toda la pendiente, revolver la tierra o labrar si el suelo ha sido sellado o tiene una corteza formada por la lluvia. El semillero debe estar seco con la tierra suelta a una profundidad de 3 a 6 pulgadas.

Para pendientes con una empanación superior a 4:1, pasar un tractor u otro vehículo de cadenas (oruga) por arriba y debajo de las pendientes antes de sembrar para crear surcos para poner y mantener las semillas. Revolver la tierra de las pendientes después de la siembra de ser posible, cubrir las semillas con mantas de control de erosión o cuadros de césped si las pendientes son de 2:1 o más. Aplicar más semillas en las cunetas y muros de contención.

En las áreas sembradas (lado izquierdo) virtualmente se elimina la erosión y la pérdida de sedimentos. En las pendientes sin siembras se forman rápidamente riachuelos o sumideros locales (derecha).

INSTALACION DE MANTAS (GEOFABRICA)

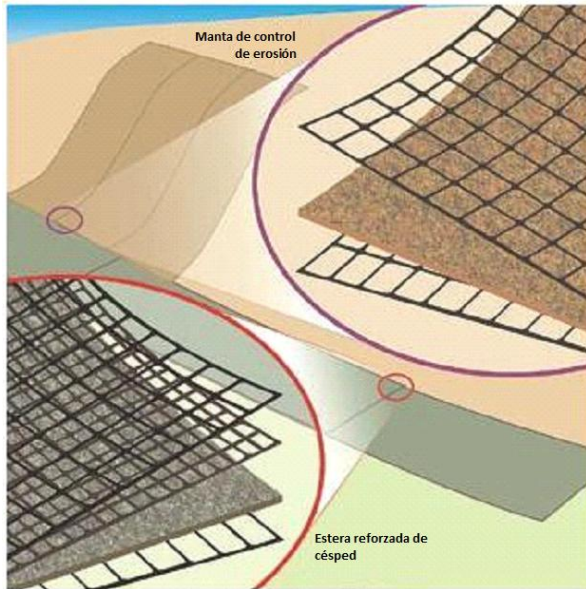


Instalar las mantas y colchonetas verticalmente a lo largo de las pendientes. Desenrollar desde la parte superior de la colina, engrapar a medida que se desenrolla. No estire las mantas.

Las mantas de control de erosión son más delgadas y generalmente se degradan más rápido que los colchones de refuerzo de césped. Verificar la información del producto del fabricante para ver la tasa de degradación (duración), límites de pendiente e instalación.



Recuerde aplicar las semillas, el fertilizante y la cal antes de cubrir con la manta o colchones.



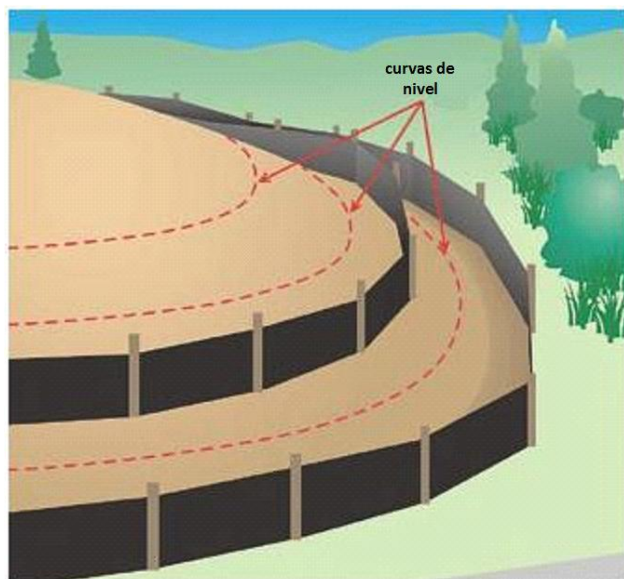
Las mantas se colocan a lo largo de las riveras de los riachuelos o en otras pendientes pequeñas se pueden colocar horizontalmente. Instalar las mantas de forma vertical en pendientes más largas. Asegurar un traslape de 15 cm como mínimo.



INSTALACION DE LAS MANTAS

CONDICIONES DEL SITIO	NOTAS PARA LA INSTALACIÓN DE LAS MANTAS
Cunetas y canales (de flujo alto Alinear con parte inferior de la cuneta)	<ul style="list-style-type: none"> • Graduar, hacer discos y preparar el semillero. • Sembrar, colocar cal y fertilizar área primero • Instalar horizontalmente (a lo largo de la pendiente). • Empezar en parte inferior de la cuneta. • Engrapando manta en línea central primero. • Engrapando y enterrar parte superior en zanja de 8" de profundidad. • las grapas en la parte superior deben estar a una distancia de 12". • Las capas de la parte superior de la colina se traslapan con las capas inferiores. • La sobre posición de los lados deberá ser de 6"-8". • Las grapas de los lados y del centro = 24" de distancia entre una otra. • Engrapando bajo el nivel del flujo cada 12". • Engrapando a través de ambas mantas en la sobre posición.
Pendientes largas, incluyendo áreas superiores a los niveles del flujo de la cuneta	<ul style="list-style-type: none"> • Graduar, hacer discos y preparar el semillero. • Sembrar, colocar cal y fertilizar área primero. • Instalar verticalmente (arriba y abajo de la colina). • Desenrollar desde arriba de la colina, de ser posible. • Engrapando manta en línea central primero. • Engrapando y enterrar parte superior a 8" de profundidad en la zanja. • Las grapas en la parte superior deben estar a una distancia de 12". • Las grapas de los lados y del centro = 24" de distancia entre una otra. • Las capas de la parte superior de la colina se traslapan con las capas inferiores. • La sobre posición de los lados deberá ser de 6"-8". • Engrapando a través de ambas mantas en la sobre posición.

BARRERAS DE SEDIMENTOS (Cercos de cieno y otros)



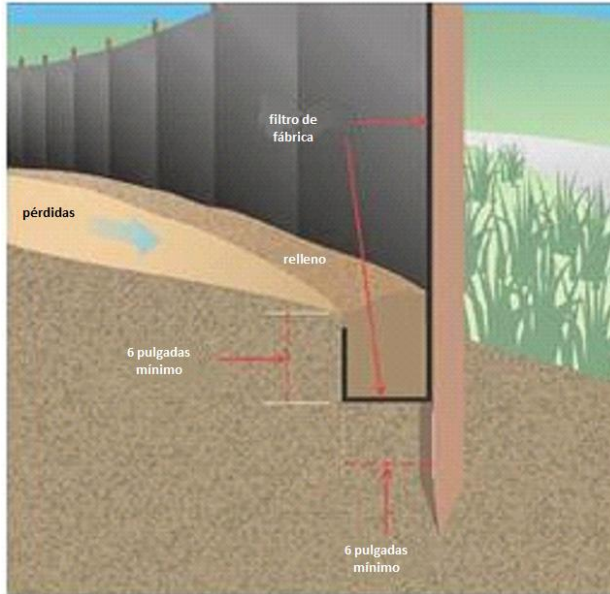
Las cercas para sedimentos arrastrados por agua deben instalarse alrededor y abajo de las áreas de suelo sin vegetación.

En pendientes largas, utilizar varias cercas de 20 a 26 metros de distancia. Remover sedimentos acumulados antes de que el mismo llegue a la mitad de la cerca.

Cada sección de 33 metros de la cerca para detener los sedimentos puede filtrar escorrentías de aproximadamente 0.6 hectáreas (unos 35 metros hacia arriba). Para instalar la cerca, seguir los siguientes pasos:

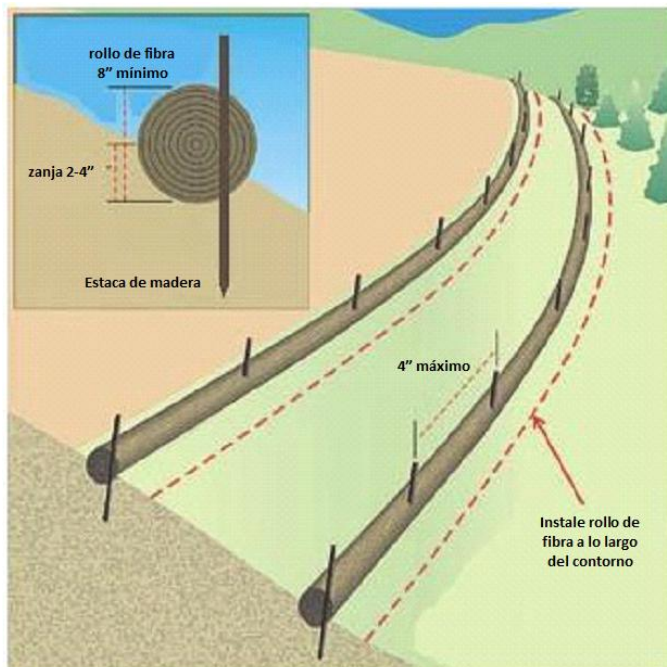
- Anotar la ubicación y extensión del área de suelo sin vegetación.
- Marcar la ubicación de la cerca para detener sedimentos justo abajo del área sin vegetación.

- Asegurarse que la cerca atraparé todas las corrientes del área.
- Cavar una zanja de 15 centímetros de profundo a lo largo de la pendiente.
- Desenrollar la cerca a lo largo de la zanja.
- Juntar el cercado enrollando a las estacas finales y pegando.



- Asegurarse que las estacas estén en el lado afuera de la cerca hacia debajo de la colina.
- Enterrar estacas contra el lado hacia abajo de la colina en la zanja.
- Enterrar las estacas de hasta 20 a 25 centímetros de la tela en zanja.
- Empuje la tela en la zanja, extender a lo largo de la parte inferior.
- Llenar la zanja con tierra y apisonar con una llana.

Las estacas van en el lado hacia abajo de la colina. Cavar la zanja primero, instalar la cerca en el lado hacia debajo de la colina, meter la tela en la zanja en el lado hacia arriba de la colina (lado hacia el área sin vegetación).



a lo largo de la pendiente.

Instalar en la curva de nivel y en zanjas pequeñas. Presionar los rollos firmemente dentro de las zanjas y colocar estacas para fijar bien.

Utilizar ganchos (J-hook) para atrapar y estancar las escorrentías lodosas que corren a lo largo de la cerca hacia arriba de la colina. Doblar la parte final de la cerca hacia la parte superior de la colina para evitar que el agua siga de paso. Para corrientes más fuertes utilizar ganchos cada 17 a 50 metros.

Para cortar la corriente de las escorrentías se pueden utilizar rollos de fibras



Consultar instrucciones del fabricante para conocer la vida o duración esperada del producto, límites de pendientes, etc. Como siempre, sembrar y poner vegetación a lo largo de la pendiente lo antes posible.

Muy buena instalación de múltiples cercas a lo largo de la pendiente. Doblar la parte final de la cerca hacia la parte superior de la colina para evitar que el agua siga de paso. Mantener las cercas hasta que el pasto se pegue bien y crezca en todas las áreas de la pendiente. Volver a sembrar las áreas sin vegetación, lo antes posible. Remover o esparcir los sedimentos acumulados y quitar las cercas una vez que haya crecido el pasto.

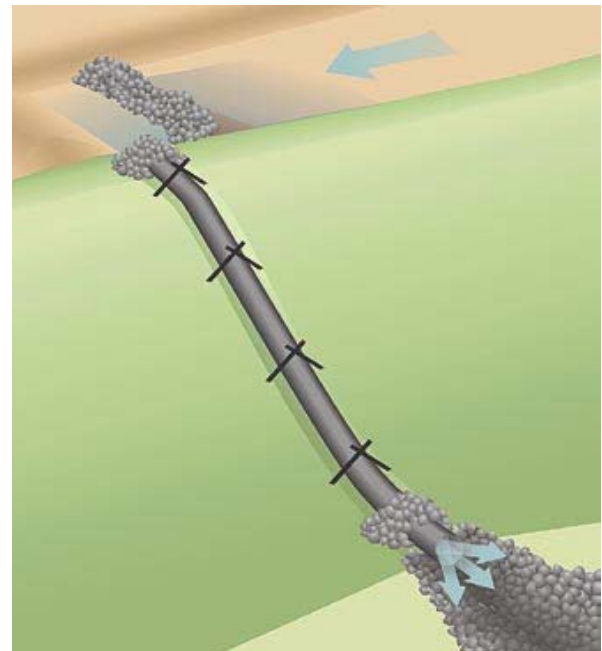
PROTECCION DE LAS PENDIENTES PARA EVITAR BARRANCOS

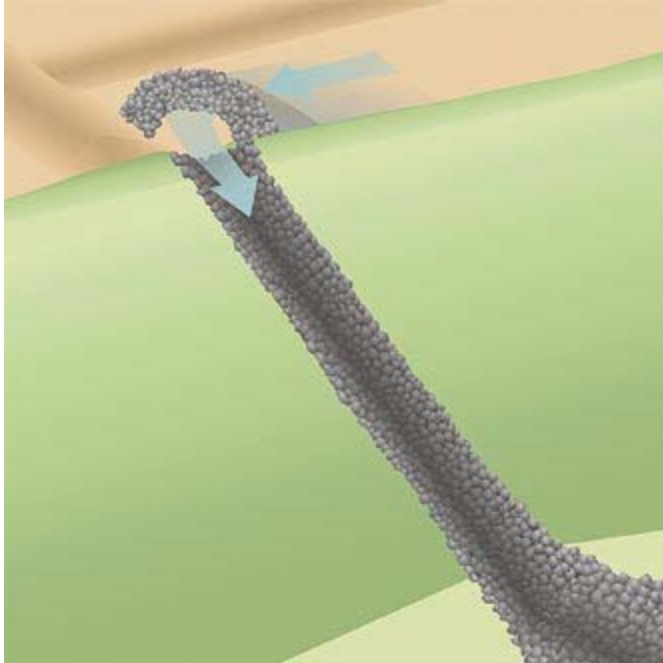
Si el suelo es	La erosión será:
Compacto o liso	30 por ciento más
Tiene Sendas a lo largo de las pendientes	20 por ciento más
Tiene Sendas arriba y abajo de las pendientes	10 por ciento menos
Accidentado e irregular	10 por ciento menos
Accidentado y suelto hasta 12" de profundidad	20 por ciento menos



Apisonar la tierra dejando líneas (oruga) arriba y abajo de la colina para mejorar la estabilidad.

Drenaje hacia abajo temporal utilizando tubos de plástico. Fijar bien e instalar donde deben transportarse corrientes Fuertes hacia pendientes que pueden tener mucha erosión. Obsérvese el muro de contención de sedimentos fluviales frente a la entrada.





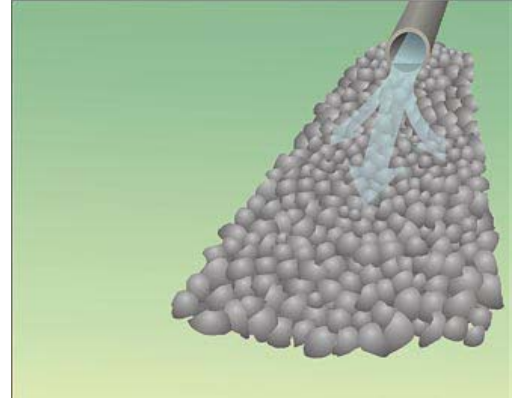
Drenaje inferior temporal o permanente utilizando forro de geotextil y ripio. Todos los drenajes en pendientes deben tener disipadores de corriente en la salida para absorber descargas con mucha fuerza, y deben verificarse los sedimentos hasta que crezca el pasto



Las pendientes empinadas y grandes necesitan mantas o colchones. Instalar mantas y colchones arriba y debajo de la las pendientes largas. Para los canales debajo de las pendientes, instalar horizontalmente. No olvidar sembrar, poner cal y fertilizar (de utilizarse) antes de instalar la manta.

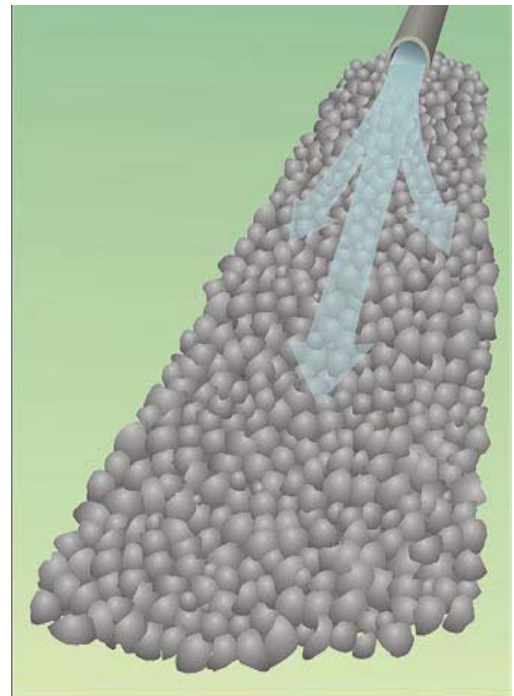
Otros métodos a considerar son quebrar las pendientes muy grandes con terrazas, cunetas a lo largo de las líneas a nivel, pacas de heno y otros métodos.

PROTECCION DE LAS CUNETAS Y ENTRADAS/SALIDAS DE ALCANTARILLAS



Los disipadores de energía de flujo bajo son más cortos que los utilizados para salidas con flujos muy altos (abajo).

Muy buena aplicación de combinación de rocas para la tubería de entrada de la cuenca de la laguna. La combinación de rocas promueve mejor formación de la laguna, drenaje y asentamiento de los sedimentos.

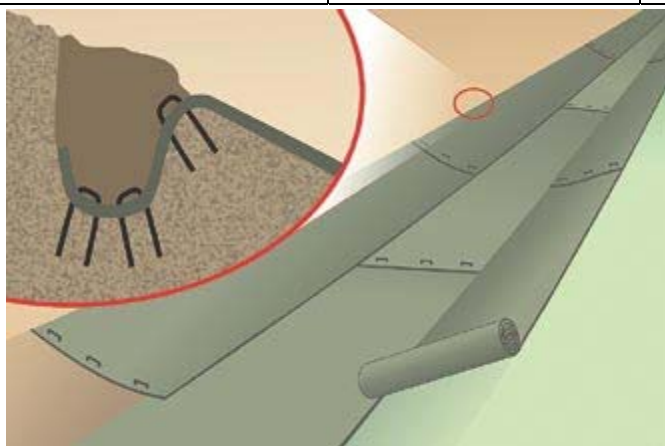


Excelente emplazamiento y construcción de un estabilizador con rocas para disipar los flujos de la salida de la tubería. El área requiere que se siembre y una cobertura inerte.

ESTABILIZACION DE CUNETAS DE DRENAJE

Enfoques de estabilización para cunetas de drenaje

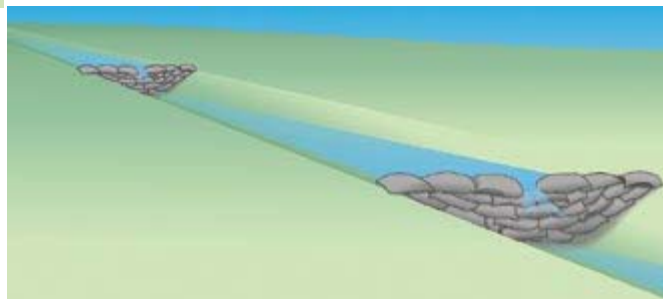
Pendiente de la cuneta	Tipo de Suelo en la Cuneta		
	Arenoso	Arena con rastros de Arcilla	Arcillosos
Empinada >10%	Concreto o ripio	Concreto o ripio	Ripio
Moderada 10%	Ripio con tela de filtro	Ripio o cobertura de Césped y siembras	Ripio o cobertura de Césped y siembras o
Poca 5%	Ripio o Cobertura de césped y siembras	Siembras y Cobertura de Césped	Siembras y Cobertura de Césped
En su mayoría Plana <3%	Siembras y mantas	Siembra y Cobertura inerte	Siembra y Cobertura inerte



Colocar las mantas en la cuneta igual que se colocan las tejas, empezar en la parte más baja de la cuneta y trabajar hacia arriba. Las piezas de la parte superior de la colina se superponen con los de las secciones inferiores. Colocar las grapas en ambas capas en todas las orillas. Meter y aplanar las puntas en la parte superior de la pendiente. No estirar las mantas o coberturas.

Diques de contención

Los Diques de Contención de sedimentos, bolsas llenas de piedras, o productos comerciales deben instalarse antes de que inicien las actividades de excavación o relleno en la parte superior de la colina. Ver tabla a continuación para el espaciamiento correcto entre los muros de contención para diferentes pendientes de los canales. La punta de cierre de la bolsa se coloca del lado río abajo.



Espaciamiento entre los Diques en las Cunetas

Pendiente de los Diques	Espaciamiento entre diques de contención (metros)	Información Adicional
30%	3.2	Calculado para muro de contención de 1 metro El centro del dique debería ser 150 centímetros más bajo que de los lados
20%	5	
15%	7	
10%	12	
5%	17	
3%	33	

Pendiente de los Diques	Espaciamiento entre diques de contención (metros)	Información Adicional
2%	50	<i>Utilice piedra de 15 a 25 cm, bolsas de piedras o productos comerciales</i>
1%	100	
0.5%	200	



Una buena instalación de muros de contención de piedra, temporales. Recuerde atar los lados del muro de contención a las riberas superiores. La sección media deberá ser más baja. Limpiar los sedimentos a medida que se acumula. Remover los muros de contención una vez que el sitio y los canales se encuentren estabilizados con vegetación.



Buena colocación y espaciado entre los muros de contención de rollos de fibra. Cuando la pendiente no excede un tres por ciento, pueden utilizarse rollos de fibra de coco y otros productos comerciales.

FORRO DE LAS CUNETAS

Cuneta forrada con piedra.



Tamaño de las piedras para forros de las cunetas

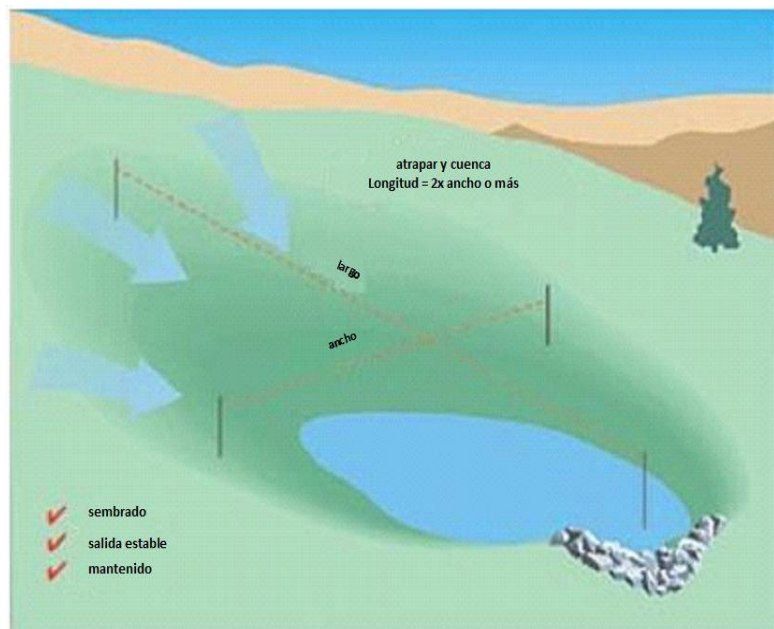
Velocidad del arrastre	Diámetro promedio de la piedra
2 m/seg	12.5 cm
2.5 m/seg	25.0 cm
3.3 m/seg	35.0 cm
4 m/seg	50.0 cm

TRAMPAS Y LAGUNAS DE SEDIMENTACION

En general las trampas de sedimentos se diseñan para el tratamiento de escorrentías de aproximadamente 1 a 5 acres. Las Lagunas de sedimentación son más grandes y sirven áreas de unos 5 a 10 acres. Las lagunas que drenan áreas superiores a los 10 acres requieren de un diseño de ingeniería, y a menudo, una vez finalizada la construcción funcionan como lagunas permanentes de tratamiento de aguas lluvias.

Trampas de sedimentos

Toda depresión, pantano o sitio que se encuentra en un lugar bajo que recibe arrastres lodosos de áreas de suelos expuestos puede servir como trampa de sedimentos. A menudo, es mejor instalar varias trampas pequeñas en ubicaciones estratégicas que construir una sola Laguna grande. El enfoque más sencillo es cavar un agujero o construir un dique (muro de contención) de tierra o piedra donde se presentan arrastres concentrados. Esto ayudará a detener las escorrentías para que el sedimento se pueda asentar. La salida puede ser una depresión forrada de piedra en el muro de contención.



Lagunas de sedimentación

Las Lagunas de sedimentación son un poco más grandes que las trampas, pero el enfoque de construcción es el mismo. Las Lagunas de sedimentación generalmente tienen más desagües de protección debido a sus arrastres más grandes. La mayoría tiene tuberías de elevación y salida en vez de desagües de piedras para manejar mayores arrastres. Las Lagunas de sedimentación frecuentemente se diseñan para servir después como lagunas de tratamiento de aguas lluvias. De ser el caso, se requieren contratos a largo plazo para la remoción y mantenimiento general de sedimentos. La construcción de una salida permanente y estable es fundamental para el desempeño a largo plazo.

Consideraciones de tamaño y diseño

Para las lagunas y trampas se requiere un volumen de almacenaje mínimo de 130 metros cúbicos por 0.4 hectáreas de suelo expuesto drenado. Las trampas y lagunas se diseñan para que las trayectorias del arrastre, a través de la trampa o laguna sean tan largas como sea posible, con el fin de promover un mayor asentamiento de partículas de suelo. La longitud de las lagunas de sedimentación debe ser el doble del ancho o más de ser posible – entre mayor sea la trayectoria del arrastre a través de la laguna, mejor es.

Las pendientes laterales para la excavación o colocación de tierra para los muros de contención son 2:1 o más planas. Los muros se hacen de suelo barroso bien compactado, con una altura de 1.5 metros o menos. También puede utilizarse piedra bien mezclada como muro de contención para las trampas. Colocar un relleno de tierra para el muro o dique en capas de 15 cm y compactar. Toda la trampa o cuenca, incluyendo el área de la laguna, muros, salidas y área de descarga deben sembrarse inmediatamente después de la construcción. Se puede construir una salida de control del flujo haciendo un corte en el muro de contención y forrándolo de piedra. La piedra que se coloca en el corte debe ser lo suficientemente grande para manejar sobre flujos y la salida hacia debajo de la colina debe estabilizarse con piedra u otros disipadores de arrastre similares a una salida de alcantarilla. El sobre flujo deberá estar en una elevación de forma tal que el dique no se inunde. Dejar por lo menos 0.33 metros de espacio libre. Las salidas deberán diseñarse para promover que el paso de las capas de sedimentos se descarguen en áreas con vegetación, de ser posible. En el caso que la descarga caiga a una cuneta o canal, asegurarse de estabilizarla con vegetación o forrándola.

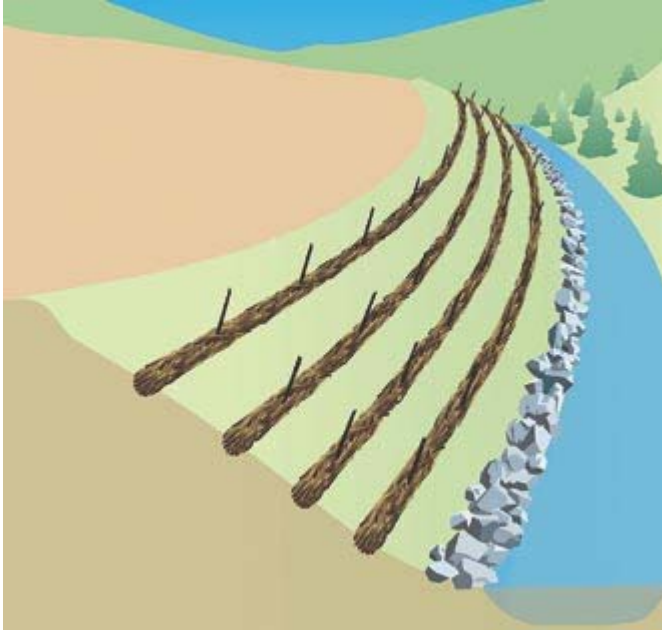
PROTECCION DE LOS RIACHUELOS Y RIVERAS DE LOS RIACHUELOS

Atrasos Recomendados de actividades en los riachuelos

Pendiente de la Rivera	Tipo de suelo a lo largo de las Riveras		
	Arenoso	Arena con rastros de Arcilla	Arcilloso
Muy empinada (2:1 o más)	33 m	27 m	20 m
Empinada (4:1 o más)	27 m	20 m	13 m
Moderada (6:1 o más)	20 m	13 m	10 m
Casi plana (< 10:1)	13 m	10 m	6.5 m

Amortiguadores vegetales (barreras de vegetación)

Preservar, siempre que sea posible, la vegetación existente cerca de las aguas. Esta vegetación es la barrera de última posibilidad de capturar la escorrentía de sedimentos antes que llegue al río, lago, riachuelo o humedales. En donde se haya removido la vegetación o no existe vegetación, sembrar árboles, arbustos y pastos nativos.



Estacas de madera dura viva enterradas a través de cañas o rollos, en zanjas en la pendiente, son una excelente protección del lecho del río. Proteger el pie de la pendiente con rollos o piedras adicionales.

CRUCE DE LOS RIACHUELOS

Mantener el equipo lejos y fuera de los riachuelos. De ser necesario cruzar temporalmente los riachuelos, colocarlo donde cause menor daño los ríos o las riberas. Busque:

- Areas inferiores con corrientes fuertes
- Riveras bajas o poca pendiente
- Vegetación tupida y estable en ambos

lados

Utilice una o más alcantarillas, con el tamaño necesario para soportar lluvias de 24 horas de dos años. Cubra las alcantarillas con por lo menos 27 centímetros de tierra y por lo menos 15 cm de piedra combinada. Debería extenderse una capa gruesa de 8.5 metros de largo y 15 cm de espesor a lo largo de la carretera a cada lado del cruce.



El Buen uso de cercas, paja, piedras y otras prácticas para cruce temporal de corrientes. Cualquier trabajo en los canales de la corriente – como instalación de alcantarillas.

[Esta página está en blanco intencionalmente.]

APENDICE E PLAN DE MUESTREO Y ANALISIS

GUIA Y PLANTILLA

VERSION 2, SERVICIO PRIVADO DE ANALISIS UTILIZADO
R9QA/002.1
Abril, 2000

Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos
REGION 9

Esta guía de Plan de Muestreo y Análisis (SAP) se basa en la guía de la USEPA como podemos ver en http://ndep.nv.gov/BCA/file/reid_sap.pdf. Su intención es ayudar a organizar los documentos referentes a los requerimientos de procedimientos y análisis para la base y monitoreo rutinario de las muestras de aguas superficiales y profundas, suelo y muestras biológicas. Originalmente se desarrolló para caracterizar el suelo contaminado pero fue modificado aquí para llevar a cabo el muestreo de análisis de laboratorio, y control de calidad/ seguridad de la calidad para la evaluación de pre minería, minería y las condiciones biológicas e hidrológicas pos minería. Esta guía se debe utilizar como plantilla. Nos proporciona instrucciones detalladas ítem por ítem para crear un SAP e incluye un texto ilustrativo que se puede utilizar con o sin modificaciones.

1 INTRODUCCION

[Esta sección debe incluir una descripción breve del proyecto, incluyendo la historia, el problema a investigar, el campo del esfuerzo de muestreo, y todos los tipos de análisis requeridos. Posteriormente se detallarán estos temas, así que, no incluyan una discusión detallada aquí.]

1.1. Nombre de Sitio o Area de Muestreo

[Proporcione el nombre más común del sitio o área de muestreo.]

1.2. Ubicación del Sitio o Área de Muestreo

[Proporcione una descripción general de la región, o distrito en la cual se ubica el sitio o área de muestreo. Posteriormente en la Sección 2 se debe proporcionar la información detallada de la ubicación del sitio de muestreo.]

1.3. Organización Responsable

[Proporcione una descripción de la organización que realiza el muestreo.]

1.4. Organización del Proyecto

[Proporcione el nombre y número(s) de teléfono de las persona(s) y/o contratista (s) trabajando en el proyecto de muestreo según como esta enumerado en la tabla. La tabla se puede modificar para incluir títulos o posiciones apropiadas para cada proyecto específico. Elimine el personal o los títulos no apropiados al proyecto.]

Título/ Nombre de Responsable y Teléfono

Gerente de Proyecto
Personal
Gerente de Control Calidad
Contratista (Nombre de la Compañía)
Contratista de Personal

1.5. Declaración de un Problema Específico

[Cuando describa el problema, incluya información histórica como también reciente, información que sea relevante. Enumere y brevemente resuma cualquier reclamo de parte de los ciudadanos, las inspecciones realizadas por las agencias públicas y la información existente. Si es posible incluya las fuentes de información.]

2 ANTECEDENTES

Esta sección proporciona una visión general de la ubicación y los problemas aparentes asociados al sitio o área de muestreo, previa a su investigación. [Proporcione una descripción breve del sitio o área de muestreo, incluyendo los químicos utilizados en el sitio, la historia del sitio, operaciones o actividades pasadas y presentes que hayan contribuido a la posible contaminación, etc.]

2.1. Descripción del Sitio o Área de Muestreo [Completar los espacios en blanco.

[Se deben proporcionar dos mapas del área: el primero (Figura 2.1), en un escala mayor, debe ubicar el área dentro de su región geográfica; el segundo (Figura 2.2), en una escala menor, debe marcar el sitio o área de muestreo dentro del área local. Se pueden proporcionar mapas adicionales, si es necesario, para mayor claridad. Los mapas deben incluir una flecha apuntando al norte y una flecha apuntando al flujo del agua (si es apropiado), edificios presentes o edificios históricos, el área a ser explotada, área de permiso, área a ser perturbada, etc. Si la información de longitud y latitud está disponible por favor proporciónela, Ej. Sistema de Posición Global (GPS). Las ubicaciones del muestreo pueden observarse en la Figura 2.2.]. El texto ilustrativo es el que se muestra a continuación:

El sitio o área de muestreo ocupa _____ [Ej.: hectáreas o metros cuadrados] en un _____ [Ej.: área urbana, comercial, industrial, residencial, agrícola o no desarrollada]. El sitio o área de muestreo linda al norte con _____, en el oeste con _____, al sur con _____, y al este con _____. La ubicación específica del sitio o área de muestreo se muestra en la Figura 2.2.

El Segundo párrafo (o párrafos) deben describir estructuras históricas y actuales, y deben ser consistentes con lo que se muestra en la Figura 2.2.

2.2. Historia Operacional

[Si aplica, describa específicamente (o sea, utilice varios párrafos) las actividades pasadas y presentes del sitio o área de muestreo. La discusión puede incluir la siguiente información:

- Una descripción del propietario(s) y/ o operador (es) del sitio o área cerca del sitio, la cuenca de interés, el área de muestreo, etc. (plantee esta información en orden cronológico);

- Una descripción de las operaciones y actividades pasadas y actuales que hubieran contribuido a la posible contaminación del sitio;
- Una descripción del proceso realizado durante la operación (es) y las sustancias en detrimento del medio ambiente utilizadas durante el proceso;
- La descripción de cualquier práctica pasada o presente de manejo de desechos.
- Si existe un sitio de desecho donde se generen desechos dañinos debido a uno o más de los procesos descritos anteriormente, ¿adónde están, cómo y dónde están almacenados en el sitio o área de muestreo? Y finalmente ¿cómo los desechan? En caso de ser un ecosistema, ¿cuáles fuentes de punto y difusas podrían haber afectado al río, arroyo, lago o cuenca?

2.3. Investigaciones Previas / Involucramiento Regulatorio

[Si aplica] [Resuma todos los esfuerzos de muestreo en el sitio o área de muestreo. Incluya la fecha(s) de muestreo; nombre de la parte o partes que llevaron a cabo el muestreo; si son locales, regionales, o agencias gubernamentales; la justificación para el muestreo; el tipo de medio muestreado (Ej. suelo, sedimento, agua); los métodos de laboratorio que fueron utilizados; y una discusión de lo que se sabe sobre la calidad y usabilidad de la información. Los resúmenes que se deben presentar en las subdivisiones de acuerdo al medio que ha sido tomado para las muestras (Ej., suelo, agua, etc.) y cronológicamente dentro de cada medio. Se deben adjuntar los informes o tablas de resumen o incluir un apéndice, si es necesario.]

2.4. Información Geológica

[Únicamente muestreos de agua subterránea][Proporcione una descripción de la hidrogeología del área. Indique la dirección del flujo de agua subterránea, si se conoce.]

2.5. Impacto Ambiental y/o Humano

[Discuta lo que se sabe de los impactos probables y reales que el problema ambiental pueda causar a la salud humana al medio ambiente.]

3 OBEJTIVOS DE LA CALIDAD DE DATOS DEL PROYECTO

Los objetivos de calidad de los datos (OCD) son una declaración cualitativa y cuantitativa para establecer el criterio de calidad de la información y desarrollar los diseños para recolectar la información.

3.1. Tarea del Proyecto y Definición del Problema

[Describa los propósitos de la investigación ambiental en términos cualitativos y como se utilizará la información. Generalmente, esta información es breve y genérica. Incluye todas las medidas hechas en una base analítica específica independientemente del medio que se va a muestrear (suelo, sedimento, agua, etc.). Esta discusión debe relacionar como este esfuerzo de muestreo apoyará las decisiones específicas descritas en la Sección 3.2.]

3.2. Objetivos de Calidad de los Datos (OCD)

Los objetivos de calidad de los datos (OCD) son los criterios cuantitativos y cualitativos que establecen el nivel de incertidumbre asociado a un conjunto de datos. Esta sección debe describir las decisiones que se toman con base en la información y criterios proporcionados.

[Discutir los Objetivos de Calidad de los Datos, niveles de acción, y decisiones con base en los datos

aquí proporcionados.]

3.3. Indicadores de Calidad de los Datos (ICD)

Los indicadores de Calidad de los Datos (exactos, precisos, completos, representativos, comparativos, y métodos de detección de límites) se refiere al criterio de control de calidad establecido por varios aspectos de la recolección de datos, muestreo, o actividad de análisis. Al definir el ICD específicamente para el proyecto, se define el nivel de incertidumbre asociado con cada medida. Las definiciones de los diferentes términos se proporcionan a continuación:

- *Exactitud es el grado de acuerdo con una medida de valor conocido o verdadero. Para determinar la exactitud, se compara un valor de laboratorio o de campo con una concentración conocida o verdadera. La exactitud se determina mediante indicadores QC como por ejemplo: fortificaciones de la matriz, fortificaciones de reemplazo, muestras de control de laboratorio (fortificaciones ciegas) y muestras de desempeño.*
- *La precisión es el grado de acuerdo mutuo en medio o entre medidas independientes de una propiedad similar (usualmente) reportada como una desviación estándar [SD] o una diferencia porcentual relativa [DPR]. Este indicador se relaciona al análisis de duplicados de las muestras tanto de laboratorio como de campo. Un DPR de <20% para agua y un <35% para suelo, dependiendo del químico analizado en ese momento, es generalmente aceptable. Normalmente la precisión de campo se evalúa mediante muestras co ubicadas, duplicados de campo o divisiones de campo y la precisión de laboratorio se evalúa mediante duplicados de laboratorio, duplicados de fortalecimiento de la matriz, o los duplicados de muestras de control del laboratorio.*
- *La integridad se expresa como el porcentaje de información válida utilizable realmente obtenida en comparación con la cantidad que se esperaba obtener. Debido a una variedad de circunstancias, a veces no todas las muestras programadas para ser recolectadas se pueden recolectar o la información de las muestras no se puede utilizar (por ejemplo, las muestras perdidas, botellas quebradas, fallas en el equipo, equivocaciones del laboratorio, etc.). El porcentaje mínimo de análisis completado como se ha definido en esta sección depende de cuanta información se necesita para la toma de decisiones. Generalmente, la meta de los completos sube entre menos sea el número de muestras tomadas por evento o entre más críticos sean los datos para la toma de decisiones. Una meta de entre un 75 a 95% es lo normal.*
- *Representatividad es la expresión del grado al cual los datos correcta y precisamente representan la característica de una condición ambiental o poblacional. Se relaciona tanto al área de interés como al método de toma de la muestras individual. La idea de representación se debe incorporar a la discusión del diseño de la muestra. La representación se asegura mejor a través de un diseño de muestreo estadístico global, pero se reconoce que éste está usualmente fuera del ámbito de muchos eventos únicos. La mayor parte de los SAP únicos se deben enfocar en asuntos relacionados con los muestreos críticos y en el porqué ciertas áreas se incluyen o no y los pasos tomados para evitar falsos positivos o falsos negativos.*
- *La comparabilidad expresa la confianza con la que un conjunto de datos se puede comparar a otros. El uso de los métodos de la EPA o "Métodos Estándar" o de otra fuente reconocida permite que la información sea comparada facilitando la evaluación de tendencias o cambios en un sitio, un río, agua subterránea, etc. La comparabilidad también se refiere a los informes en unidades comparativas a manera de simplificar las comparaciones directas (Ej., esto evita la comparación de mg/L para el nitrato reportado como nitrógeno a mg/L de nitrato reportados como nitrato, o discusiones de ppm vs. mg/L).*

- *Los límites de detección (usualmente expresados como método de límites de detección para todos los analitos o compuestos de interés se deben incluir en esta sección para cualquier análisis solicitado. Estos límites deben relacionar cualquier decisión que se tome como resultado del esfuerzo de recolección de datos. Un elemento crítico que se debe abordar es como estos límites se relacionan a cualquier nivel regulatorio o de acción que se pueda aplicar.*

Las Tablas ICD están disponibles de la oficina de CC para los métodos más rutinarios solicitados. Estas tablas se pueden anexar al SAP y se pueden referenciar en esta sección. Si una organización o su contratista o laboratorio desean utilizar límites o criterios de aceptación diferentes, la tabla se debe modificar de manera concordante. Los POEs se deben incluir para los métodos no cubiertos por las tablas ICD o se pueden entregar en lugar de las tablas. Debido a limitaciones de recursos generalmente sólo se evalúan los aspectos ICD de estos POEs.

[Proporcione o haga referencia a las tablas ICD aquí]

3.4. Revisión y Validación de Datos

En esta sección se debe discutir la revisión de los datos, incluyendo cuáles organizaciones o individuos serán responsables de los aspectos de revisión de datos y lo que la revisión incluye.

[Discuta la revisión y validación de datos aquí, incluyendo las organizaciones o individuos responsables de los aspectos de revisión de datos y lo que incluye la revisión. Esta sección también deberá hablar sobre cómo se designará, indicará o de otra manera manejará la información que no satisface los objetivos de calidad de datos. También se necesita mencionar las posibles acciones correctivas asociadas con el rechazo de datos, tal y como el re-análisis, el re-muestreo, o no tomar acción pero monitorear los datos más de cerca el próximo trimestre, etc.]

3.5. Manejo de Datos

[Proporcione una lista con los pasos a tomar para asegurar que los datos se transfieran correctamente de la recolección al análisis y a la generación de informes. Discutir las medidas a tomar para revisar los procesos de recolección de datos, incluyendo notas de campo u hojas de datos de campo; para obtener y revisar informes de laboratorio completos; y revisar los datos del sistema de entrada, incluyendo su uso en informes. Se aceptan listas de verificación.]

3.6. Supervisión de la Evaluación

[Describa los procedimientos que se utilizarán para implementar el Programa de CC. Esto incluirá la supervisión del Gerente de Control de Calidad o de la persona asignada a las tareas de CC. Indique que tan seguido tomará lugar la revisión de CC de los diferentes aspectos del proyecto, incluyendo auditorías de campo y procedimientos de laboratorio, utilice muestras de desempeño, revisión de laboratorio y datos de campo, etc. Describa que autoridad tiene el Gerente de CC o la persona asignada las tareas de CC para asegurar que el campo identificado y los problemas analíticos sean corregidos y el mecanismo por medio del cual se logrará esto.]

4 JUSTIFICACION DEL MUESTREO

Para cada evento de muestreo, el SAP debe describir las ubicaciones del muestreo, y los analitos de interés en cada ubicación. La justificación se debe proporcionar para cada una de las opciones. Las siguientes secciones se sub dividen en una base de medio específico entre el suelo, sedimento, agua, y

medios biológicos. Otros medios se deben añadir según sean necesarios. Esta sección es crucial para la aprobación del plan y debe estar estrechamente relacionada a los OCD discutidos anteriormente.

4.1. Muestreo de Suelos

[Proporcione una visión general del evento de muestreo del suelo. Presente la justificación para elegir cada ubicación de muestreo en el sitio o área de muestreo y la profundidad en la que cada muestra debe ser tomada, si es relevante. Si las decisiones se tomarán en el campo, incluya los detalles sobre los criterios que se utilizarán para tomar estas decisiones (es decir, el árbol de decisión a seguir). Enliste los analitos de interés en cada ubicación y proporcione un fundamento explicando por qué se eligió el químico específico o grupos de químicos (Ej. metales trazas etc.). Incluya la ubicación de los sitios de muestreo en la Figura 2.2 o su equivalente.]

4.2. Muestreo de Sedimentos

[Proporcione una visión general del evento de muestreo de sedimentos. Presente la justificación para elegir cada ubicación de muestreo en el sitio o área de muestreo y la profundidad en la que cada muestra debe ser tomada del río o lago, si es relevante. Si las decisiones se tomarán en el campo, incluya los detalles sobre los criterios que se utilizarán para tomar estas decisiones (es decir, el árbol de decisión a seguir). Enliste los analitos de interés en cada ubicación y proporcione un fundamento explicando por qué se eligió el químico específico o grupos de químicos (Ej. metales trazas etc.). Incluya la ubicación de los sitios de muestreo en la Figura 2.2 o su equivalente.]

4.3. Muestreo del Agua

[Proporcione una visión general del evento de muestreo de agua. Para las aguas subterráneas, pozos describa el objeto del muestreo o de cómo las muestras se recogieron (por ejemplo, el hidro punzón), incluyendo la profundidad a la que las muestras deben ser tomadas. Para las aguas superficiales describa la profundidad y naturaleza de las muestras recolectadas (aguas de movimiento rápido o lento, atravesando corrientes, etc.) Presentar una justificación para la elección de cada punto de muestreo o del muestreo de campo. Si las decisiones se tomarán en el campo, incluya los detalles sobre los criterios que se utilizarán para tomar estas decisiones (es decir, el árbol de decisión a seguir). Enliste los analitos de interés en cada ubicación y proporcione un fundamento explicando por qué se eligió el químico específico o grupos de químicos (Ej. metales trazas etc.). Incluya la ubicación de los sitios de muestreo en la Figura 2.2 o su equivalente.]

4.4. Muestreo Biológico

[Proporcione una visión general del evento de muestreo de sedimentos. Presente la justificación para elegir cada ubicación de muestreo en el sitio o área de muestreo incluidos los parámetros de interés en cada lugar. Si las decisiones se tomarán en el campo, incluya los detalles sobre los criterios que se utilizarán para tomar estas decisiones (es decir, el árbol de decisión a seguir).

4.4.1. Muestra Biológica para el Análisis Químico

[Para el muestreo donde la flora o la fauna se analizarán para detectar la presencia de una sustancia química (pescado recolectado para el análisis de los tejidos), explique por qué está incluido el producto químico o un grupo específico de productos químicos (por ejemplo, metales, plaguicidas organoclorados, etc.). Enliste los tipos de muestras que se deben recoger (Ej. Pez, por especie o tamaño, etc.) y explique cómo estos serán representativos. Incluya la ubicación del muestreo en la Figura 2.2 o equivalente.]

4.4.2. Muestra Biológica para la Identificación de Especies y Evaluación de Hábitat

[Si la finalidad del muestreo es recolectar insectos u otros invertebrados hay que hacer una evaluación del hábitat, se debe proporcionar una justificación para que el muestreo se lleve a cabo. Por ejemplo, ¿Cuáles especies les interesa y porqué?]

5 SOLICITUD DE ANALISIS

En esta sección se debe discutir el apoyo analítico para el proyecto, en función de varios factores, incluyendo los análisis solicitados, los análisis de interés, plazos de entrega, recursos disponibles, laboratorios disponibles, etc. Si las muestras se envían a más de una organización, debe quedar claro a cuál laboratorio se envían cuáles muestras. Los análisis de campo para el pH, conductividad, turbidez, u otra prueba de campo se deben discutir en la sección de muestreo. Los análisis de campo) Ej. Los tests se deben debatir en esta sección de muestreo y diferenciarse de las muestras que se enviarán a un laboratorio fijo. Las pruebas de campo de detección (por ejemplo, las pruebas de inmuno ensayo) se deben discutir en la sección de muestreo, pero las pruebas de confirmación se debatirán aquí y se incluirán los totales en los cuadros.

[Complete la siguiente subsección narrativa sobre el análisis de cada matriz. Además, llene los cuadros del 5-1 hasta el 5-5, según el caso. Se debe completar cada cuadro a manera de ofrecer una lista de parámetros de análisis para cada tipo de muestra. Se incluirá información sobre los tipos de envases, los volúmenes de las muestras, conservantes, manejo especial, y tiempos de retención analítica para cada parámetro. Las muestras de Control de Calidad (CC) (vacías, duplicadas, divididas, y las muestras de control de calidad del laboratorio, véase la sección 10 para una mayor descripción) se deben indicar en la columna titulada "Designación Especial." El volumen adicional necesario para las muestras de laboratorio de control de calidad (para muestras de agua solamente) se deben señalar en la tabla. No es necesario utilizar las tablas, pero la información crítica sobre el número de muestras, matriz, análisis solicitados y la identificación de la muestra de control de calidad se debe proveer de alguna forma. Los análisis seleccionados deben ser coherentes con la discusión anterior sobre los ICD y los análisis de interés. La información ICD para los métodos se deben discutir en la sección 8 respecto de los requisitos de control de calidad.]

5.1. Narrativa del Análisis

[Llene los espacios en blanco. Proporcione información para cada análisis solicitado. Elimine la siguiente información, según proceda. Incluya en esta sección cualquier solicitud especial, como el tiempo de devolución (2 semanas o menos), requisitos especiales de CC, o técnicas de preparación de las muestras modificadas.]

5.2. Laboratorio Analítico

[Se debe incluir en el SAP un Plan de CC del laboratorio o POEs de los métodos a realizar.]

6 METODOS Y PROCEDIMIENTOS DE CAMPO

En el párrafo de introducción general a esta sección se debe incluir una descripción de los métodos y procedimientos que se utilizarán para lograr los objetivos de muestreo; por ejemplo, "... recoger del suelo, muestras de sedimentos y de agua." Cabe señalar que el personal involucrado en el muestreo debe usar guantes limpios, desechables del tipo adecuado. La discusión de muestreo debe rastrear las muestras identificadas en la Sección 4.0 y la (s) Tabla (s) 5-1, 5-2, 5-3, o 5-4. Se debe incluir una declaración general refiriéndose a las secciones que contienen información sobre el seguimiento y envío

de muestras (punto 7). Es necesario proporcionar una descripción de los procedimientos de muestreo. Abajo se proporcionan ejemplos de los procedimientos, pero se pueden utilizar los procedimientos propios de la organización en su lugar. En ese caso, adjunte una copia de la aplicación de POE aplicable.

6.1. Equipo de Campo

6.1.1. Lista del Equipo Requerido

[Haga una lista de todos los equipos que se utilizarán en el campo para tomar muestras, incluyendo equipos de descontaminación, si es necesario. Discuta la disponibilidad de equipos de respaldo y piezas de repuesto.]

6.1.2. Calibración del Equipo de Campo

[Describa los procedimientos mediante los cuales los equipos de campo se preparan para el muestreo, incluidas las normas de calibración utilizadas, la frecuencia de la calibración y las rutinas de mantenimiento. Indique dónde se guardarán los registros del mantenimiento y calibración del equipo para el proyecto.]

6.2. Revisión de Campo

En algunos proyectos se puede utilizar una combinación de evaluación de campo utilizando un método menos preciso o sensible en conjunto con la confirmación de las muestras analizadas en un laboratorio fijo. En esta sección se describen estos métodos o referencias anexadas a los POE. Ejemplos de esto son los análisis de suelo, como los conjuntos de gas del suelo o el inmuno ensayo.

[Describa cualquier método de revisión de campo a ser utilizado en este proyecto incluyendo las muestras que serán recolectadas, preparadas y analizadas en el campo. Incluya en un apéndice, según sea apropiado, los POE cubriendo estos métodos. También se deberá describir la confirmación de los resultados de la revisión. La importancia de la revisión de campo en la toma de decisión del sitio también deberá ser mencionada aquí si aun no ha sido discutida anteriormente.]

6.3. Suelo

6.3.1. Muestreo de la Superficie de Suelo

[Utilice esta sub sección para describir la recolección de muestras de la superficie de suelo que se recolectaran de 15 a 30 centímetros debajo de la superficie del suelo. Especifique el método (Ej. Llanas manuales) que se utilizarán para recolectar las muestras y utilice el texto a continuación o haga una referencia a la sección apropiada de los POE para las Muestras de Suelo.]

[Si se determina la ubicación exacta de la muestra de suelo en el campo, la debe describir. Proporcione el criterio que se utilizará para determinar los puntos para el muestreo, tal y como accesibilidad, señales potenciales de contaminación (Ej. suelos teñidos, ubicación anterior donde se almacenaba el tanque de combustible, etc.), y características topográficas que podrían indicar la ubicación del sitio donde se eliminaban las sustancias peligrosas (Ej., depresiones que podrían indicar una excavación histórica).]

Las ubicaciones exactas de los puntos de muestreo de suelos en el campo se determinarán con base en la accesibilidad, señales visible de contaminación potencial, (Ej. suelos teñidos), y características topográficas que pudieran indicar la eliminación de sustancias peligrosas (ej. depresiones que podrían indicar una excavación histórica). Los puntos para el muestreo de suelos serán registrados en la bitácora

una vez que el muestreo hubiese finalizado. Se registrará en la bitácora un dibujo de la ubicación del área de muestreo y también etiqueta cualquier otro punto de referencia física. Si posible, se darán las distancias de los puntos de referencia.

[Si van a analizar muestras de suelo superficial para detectar (Compuestos no volátiles y otros analitos orgánicos, utilice este párrafo, de lo contrario bórrelo)]

Las muestras de suelo se recolectarán como muestras al azar (muestras independientes, discretas) de una profundidad de 0 a ___ centímetros bajo tierra (bgs). Las muestras de suelo superficial serán recolectadas utilizando una paleta manual de acero inoxidable. Se recolectarán primero las muestras a ser analizadas para detectar compuestos orgánicos volátiles (ver a continuación). Las muestras a ser analizadas para detectar _____ [indique todos los métodos analíticos para muestras de suelo excepto para compuestos orgánicos volátiles] serán re-colectadas utilizando una paleta manual de acero inoxidable. Las muestras analizadas para detectar compuestos orgánicos volátiles se deben recoger de primero y colocadas en una cubeta desechable para muestras y homogenizadas con una paleta. El material en la cubeta será transferido con una paleta de la cubeta al envase de muestreo apropiado. Los envases de muestreo se llenarán hasta arriba, evitando que pedazos de suelo queden atrapados en la tapadera antes de cerrarlos, para así prevenir la migración de contaminantes potenciales hacia o desde la muestra. Los recipientes de muestras se cerrarán una vez llenos, enfriados a 4°C si es adecuado, y procesados para su envío al laboratorio.

[Si van a analizar muestras de suelo superficial para detectar otro compuesto que no sean (Compuestos volátiles, utilice este párrafo, de lo contrario bórrelo)]

Las muestras de suelo se recolectarán como muestras al azar (muestras independientes, discretas) de una profundidad de 0 a ___ [centímetros o metros] bajo tierra (bgs). Las muestras de suelo superficial serán recolectadas utilizando una paleta manual de acero inoxidable. Las muestras analizadas se colocarán en una cubeta desechable para muestras y homogenizadas con una paleta. El material en la cubeta será transferido con una paleta de la cubeta al envase de muestreo apropiado. Los envases de muestreo se llenarán hasta arriba, evitando que pedazos de suelo queden atrapados en los hilos de la tapadera antes de cerrarlos, para así prevenir la migración de contaminantes potenciales hacia o desde la muestra. Los recipientes de muestras se cerrarán una vez llenos, enfriados si es adecuado, y procesados para su envío al laboratorio.

[Si van a analizar muestras de suelo superficial para detectar otro compuesto que no sean (Compuestos volátiles, utilice este párrafo, de lo contrario bórrelo)]

Las muestras de suelo para el análisis VOC se recogerán como muestras al azar (muestras discretas, e independientes) a una profundidad desde 0 hasta _____ [centímetros o metros] bajo la superficie del suelo (bgs). Las muestras de suelo superficial se recolectarán mediante un dispositivo de muestreo Encore de 5 gramos, y se recolectan en triplicado. Las muestras se sellan utilizando un muestreador Encor y una bolsa del tipo Zip Lock o si no se transfieren directamente del muestreador al vial VOA que contiene 10 mLs de metanol o una solución de bisulfato de sodio. Los recipientes de muestras se cerrarán una vez llenos, enfriados de inmediato a 4 grados C antes de envolverlos en plástico de burbujas y procesados para su envío al laboratorio.

[Si van a analizar muestras de suelo superficial para detectar otros compuestos que no sean (Compuestos volátiles, utilice este párrafo, de lo contrario bórrelo)]

6.3.2. Muestreo de la Subsuperficie del Suelo

[Utilice esta subsección para los muestreos de la subsuperficie de suelo que se recolectan a 30 cm o más por debajo de la superficie. Especifique el método (Ej. Perforadoras manuales) que será utilizado para llegar a la profundidad apropiada y luego indique la profundidad en la cual se van a recolectar las muestras y los métodos que se utilizarán para recolectar las mismas y luego transfiera las muestras a los envases apropiados o indique la sección apropiada para el POE de un Muestreo de Suelo.

Si se hace referencia a los POE, deberán incluirlos en un Apéndice.]

Si se determina la ubicación exacta de los puntos de muestreo en el suelo al nivel de campo, se debe hacer notar. Se debe indicar el o los criterios que se utilizarán para determinar los sitios de muestreo, tales como la accesibilidad, los signos visibles de una probable contaminación (por ejemplo, los suelos manchados), y las características topográficas, que pueden indicar la localización de puntos de eliminación de sustancias peligrosas (por ejemplo, las depresiones que pueden indicar una excavación histórica). También debería haber un debate sobre posibles problemas, tales como el rechazo del subsuelo.

[Incluya este párrafo primero si se va a determinar en el campo la ubicación exacta de los puntos de muestreo, de lo contrario bórrelo.]

Las ubicaciones exactas de los puntos de muestreo de suelos en el campo se determinarán con base en la accesibilidad, señales visible de contaminación potencial, (Ej. suelos teñidos), y características topográficas que pudieran indicar la eliminación de sustancias peligrosas (ej. depresiones que podrían indicar una excavación histórica). Los puntos para el muestreo de suelos serán registrados en la bitácora una vez que el muestreo hubiese finalizado. Se registrará en la bitácora un dibujo de la ubicación del área de muestreo y también etiquete cualquier otro punto de referencia física. Si posible, se darán las distancias de los puntos de referencia.

[Si es necesario analizar muestras del subsuelo para detectar componentes volátiles, utilice este párrafo; de lo contrario bórrelo.]

Las muestras que van a ser analizadas para detectar algún compuesto orgánico volátil serán recolectadas primero. Las muestras de la subsuperficie serán recolectadas al taladrar la profundidad de muestreo deseado utilizando _____ [cualquier método apropiado o disponible]. Una vez que se alcanza la profundidad del muestreo deseado, las muestras de suelo para el análisis VOC serán recolectadas como muestras independientes, discretas. Las muestras de suelo superficial se recolectarán mediante un dispositivo de muestreo Encore de 5 gramos, y se recolectan en triplicado. Las muestras se sellan utilizando un muestreador Encor y una bolsa del tipo Zip Lock o si no se transfieren directamente del muestreador al vial VOA que contiene 10 mLs de metanol o una solución de bisulfato de sodio. Los recipientes de muestras se cerrarán una vez llenos, enfriados de inmediato a 4 grados C antes de envolverlos en plástico de burbujas y procesados para su envío al laboratorio [Si las muestras de suelo de la subsuperficie están siendo recolectadas para otra algo más que el compuesto orgánico volátil, utilice este párrafo; de otra manera bórrelo.]

Las muestras del subsuelo será recolectadas taladrando hasta la profundidad deseada utilizando _____ [el método que sea apropiado o esté disponible]. Una vez que se alcance la profundidad de muestreo deseada, se insertará el _____ [dispositivo de accionamiento eléctrico o manual, como una pala, taladro de mano, Trier, barrena de tronco hueco, muestreador de cuchara dividida] en el agujero y se

utiliza para recoger la muestra. Las muestras serán transferidas del [_____ dispositivo de muestreo] y colocadas en una cubeta desechable para muestras y homogenizadas con una paleta. El material en la cubeta será transferido con una paleta de la cubeta al envase de muestreo apropiado. Los envases de muestreo se llenarán hasta arriba, evitando que pedazos de suelo queden atrapados en la tapadera antes de cerrarlos, para así prevenir la migración de contaminantes potenciales hacia o desde la muestra. Los recipientes de muestras se cerrarán una vez llenos, sellados y enfriados si es adecuado, y procesados para su envío al laboratorio [Incluya esto como el último párrafo, independientemente de los análisis de muestras de suelo bajo la superficie.] El exceso de tierra sacada para la muestra se devuelve al agujero para rellenarlo de nuevo.

6.4. Muestreo de Sedimentos

[Utilice esta subsección si se van a recolectar muestras de sedimento. Especifique el método (ej. dragado) que se utilizará para recolectar las muestras y a que profundidad serán recolectadas las mismas. Describa como las muestras serán homogenizadas y el método que se va a utilizar para transferir las muestras a los envase apropiados. Si se va a seguir un POE en lugar del texto proporcionado lo deberá referir e incluir en el apéndice].

[Se se van a determinar los puntos de muestreo exactos en el campo se debe hacer notar. Describa en dónde se recolectarán las muestras de sedimento, ej. partes de movimiento lento de corrientes, fondo de los lagos, etc.]

Se van a determinar las ubicaciones exactas del muestreo de sedimentos en el campo, con base en _____ [Describa el criterio a ser utilizado para determinar los puntos de muestreo]. Se pondrá especial cuidado en obtener una muestra tan representativa como sea posible. La muestra se tomará de las zonas que pudieran recoger depósitos de sedimentos, tales como partes de movimiento lento de los arroyos o del fondo del lago a una profundidad mínima de 0,6 metros. Las muestras de sedimentos se recogerán de la parte inferior del pozo a una profundidad de _____ pulgadas utilizando un muestreo previamente limpiado _____.

[El último párrafo describe la homogenización del muestreo, lo que es especialmente importante si la muestra se va a separar en fases sólidas y líquidas, y en el relleno de los envases. Incluya este párrafo, o una versión modificada del mismo, para todos los muestreos de sedimentos. Se asume que las muestras de sedimento no se analizarán para detectar compuestos volátiles. Si se tiene que analizar el sedimento para compuestos volátiles orgánicos, las muestras analizadas para compuestos volátiles no se deben homogenizar, sino más bien transferir directamente del muestreador al envase de la muestra. Si es factible, se debe utilizar un dispositivo Encore.]

El material contenido en el muestreo se transferirá a una cubeta desechable para muestras y homogenizadas con una paleta. El material en la cubeta será transferido con una paleta de la cubeta al envase de muestreo apropiado. Los envases de muestreo se llenarán hasta arriba, evitando que pedazos de suelo queden atrapados en los huecos de la tapadera antes de sellarlos, para prevenir la migración de contaminantes potenciales hacia o desde la muestra. Los recipientes de muestras se cerrarán una vez llenos, sellados y enfriados si es adecuado, y procesados para su envío al laboratorio.

6.5. Muestreo de Agua

6.5.1. Muestreo de Agua Superficial

[Use esta sub sección si las muestras se recogerán de los ríos, arroyos, lagos y embalses, o de agua estancada en los estanques de recolección de escorrentía, acequias, canales de drenaje, etc. Describa el procedimiento de muestreo, Describa el procedimiento de muestreo, incluyendo el tipo de muestra (al azar o compuesto - ver las definiciones más adelante). Mencione que muestras serán recolectadas para su análisis químico y/o microbiológico. Por otra parte adjunte, la referencia sobre las secciones correspondientes a los POEs anexados.]

Al azar: Las muestras se recolectan una vez en cada ubicación. La muestra se debe tomar del agua que corre y no de la que está estancada, y el muestreador debe estar corriente arriba en el centro del arroyo.

Las muestras se recolectarán manualmente o con una botella porta muestras. Para las muestras que se toman a una misma profundidad, la botella debe estar destapada y la tapadera protegida de toda contaminación. La botella se debe sumergir dentro del agua boca abajo y llenada de 15 a 30 centímetros bajo la superficie del agua. Si es importante tomar muestras a cierta profundidad, se requerirán muestreadores especiales (ej., muestreadores de profundidad Niskin o Kemmerer. Después de llenar las botellas, derrame una pequeña parte de la muestra dejando un espacio libre de 2,5 a 5 cm. Para las muestras microbiológicas, tanto las botellas como las tapas deben estar estériles. Si se anticipa el muestreo de agua clorada se debe poner en la botella tiosulfato de sodio en una concentración de 0,1 mL de una solución al 10% por cada 125 ml (4 oz) de volumen de muestra antes de esterilizar la botella. Compuesto de tiempo: Las muestras se toman durante un período de tiempo, generalmente de 24 horas. Si se requiere una muestra compuesta se debe posicionar un muestreador automático de tiempo y flujo proporcional para la toma muestras en el lugar adecuado de manera tal que la muestra se pueda mantener a 4 ° C durante el tiempo que tome el muestreo.

Compuesto Espacial: Son las muestras que se recogen de diferentes posiciones representativas en el cuerpo de agua y se combinan en cantidades iguales. Un divisor del agitador o un dispositivo equivalente se utilizará para garantizar que la muestra sea homogénea y quede bien mezclada antes de llenar las botellas con las muestras. Las muestras de compuestos orgánicos volátiles se recogerán como muestras discretas y no como compuestas. [Si se va a determinar la ubicación exacta de los puntos para las muestras de agua superficial en el campo, se debe indicar esto. Describa los criterios que se utilizarán para determinar el lugar adonde se tomará la muestra de agua superficial.]

6.5.2. Muestreo de las Aguas Subterráneas

[Esta sub sección contiene procedimientos para las mediciones de nivel de agua, purgas de pozos, y toma de muestras en pozos. Los procedimientos pertinentes se deberán describir en esta partida con las modificaciones necesarias específicas al sitio. De manera alternativa, haga la referencia apropiada a los POE (s).]

6.5.2.1. Medidas del Nivel del Agua

[Se puede utilizar el siguiente texto tal y como esta o se puede modificar para satisfacer las necesidades del proyecto.]

Todos los medidores de campo se calibrarán de acuerdo a las directrices del fabricante y las especificaciones de antes y después de cada día de uso en el campo. Los medidores de sondas de campo se descontaminarán antes y después de su uso en cada pozo. Si bien los cabezales de pozo son

accesibles, todos los pozos se deben examinar para detectar la profundidad del agua desde la parte superior del revestimiento y la profundidad total antes de purgar. Cuando se utiliza un sondeador electrónico, con una precisión de localización al+ / - cm más cercano, se utilizará para medir la profundidad del agua en cada pozo. Cuando se utiliza una sonda electrónica, se baja la sonda por la cubierta a la parte superior de la columna de agua, las marcas de los niveles en el cable de la sonda o la cinta se utilizan para medir la profundidad del agua desde el punto investigado en el borde del revestimiento del pozo. Normalmente, el dispositivo de medición emite un tono constante cuando se introduce la sonda en el agua estancada y la mayoría de sondas electrónicas para medir el nivel del agua tienen un indicador visual que consiste de una pequeña bombilla o diodo que se enciende cuando la sonda se encuentra con el agua. La profundidad total del pozo se sondea desde la parte superior del revestimiento bajando la sonda ponderada al fondo del pozo. La sonda ponderada se hunde en el cieno, si está presente, en el fondo de la criba del pozo. La profundidad total del pozo, se medirá bajando la sonda ponderada al fondo del pozo y registrando la profundidad a la aproximación de un centímetro. El equipo para medir el nivel del Agua se descontaminará antes y después de su uso en cada pozo. Los niveles de agua se medirán en los pozos que tienen la menor cantidad de contaminación. Los pozos que se sabe o se sospecha que están contaminados se examinarán en la última medición.

6.5.2.2. Purga

[Describa el método que se utilizará para purgar el pozo (ej., bomba dedicada del pozo, el achicador, bomba de mano). Mencione la sección apropiada en el POE sobre Agua Subterránea e indique en que Apéndice se ubica el POE.]

[VERSION A]

Todos los pozos se purgarán antes del muestreo. Si se conoce el volumen del revestimiento del pozo, se purgará un mínimo de agua de tres veces el volumen del revestimiento con la bomba dedicada del pozo.

[VERSION B]

Todos los pozos se purgarán antes del muestreo. Si se conoce el volumen del revestimiento del pozo, se purgará un mínimo de agua de tres veces el volumen del revestimiento, utilizando una bomba de mano, bomba sumergible o achicador, según el diámetro y la configuración del pozo. Cuando se utiliza una bomba sumergible para purgar, se usan tubos flexibles y limpios para la extracción del agua subterránea. Todos los tubos se descontaminarán antes de usarlos en cada pozo. Las bombas se ubicarán a una distancia de entre 0.66 a 1 metro del fondo del pozo para permitir una extracción razonable mientras se previenen condiciones de cascada.

[VERSION C]

Todos los pozos se purgarán antes del muestreo. Si se conoce el volumen del revestimiento del pozo se purgará un mínimo de agua de tres veces el volumen del revestimiento utilizando una bomba de mano, bomba sumergible o achicador, según el diámetro y la configuración del pozo. Cuando se utiliza una bomba sumergible para purgar, se usan tubos flexibles y limpios para la extracción del agua subterránea. Todos los tubos se descontaminarán antes de usarlos en cada pozo. Las bombas se ubicarán a una distancia de entre 0.66 a 1 metro del fondo del pozo para permitir una extracción razonable mientras se previenen condiciones de cascada.

[TODAS LAS VERSIONES – a ser incluidas en todos los planes de muestreo]

El agua se recogerá en una cubeta con medidas para registrar el volumen de purga. Los volúmenes del revestimiento se calcularán con base en la profundidad del pozo, nivel del agua estancada, y el diámetro del revestimiento.

Es muy importante obtener una muestra representativa del pozo. Los parámetros estables de calidad del agua (temperatura, pH y la conductancia específica) indican que se pueden obtener tomas de muestras representativas. La calidad del agua se considera estable si durante tres lecturas consecutivas:

- El rango de temperatura no supera los $\pm 1^\circ\text{C}$;
- El pH varía en no más de 0.2 pH unidades;
- Las lecturas de conductancia específica están entre el rango de 10% del promedio.

El agua en la que se tomaron las medidas no se utilizará para llenar recipientes de muestras. Si se conoce el volumen del revestimiento del pozo, se tomarán las medidas antes del comienzo de la purga, en medio de la purga, y al final de cada volumen de revestimiento purgado. Si NO se conoce el volumen del revestimiento del pozo, las mediciones se tomarán cada 2,5 minutos después del comienzo de flujo. Si los parámetros de calidad del agua no son estables después de 5 volúmenes del revestimiento o 30 minutos, dejará de purgar, lo cual se anotará en la bitácora, y se tomarán las muestras de agua subterránea. La profundidad al agua, las mediciones de la calidad del agua y los volúmenes de purga se consignará en la bitácora. Si un pozo se desagua durante la purga y no se purgan tres volúmenes del revestimiento, entonces ese pozo podrá recargar hasta un 80% de columna de agua estática y desaguarse una vez más. Después que los niveles del agua se han recargado hasta el 80% de la columna de agua estática, se recolectan las muestras de aguas subterráneas.

6.5.2.3. Muestreo de Pozo

[Describa el método que se utilizará para recoger muestras de los pozos. (Este será probablemente el mismo método que fue utilizado para purgar los pozos.) Especifique la secuencia para la recolección de muestras (por ejemplo, se llenarán primero las botellas para el análisis de volátiles, seguidas por semi-volátiles, etc.). Indique si las muestras para el análisis de metales serán con o sin filtro. Incluya las condiciones específicas, tales como turbidez, que requiere de las muestras que se filtrarán. Por otra parte, mencione las secciones correspondientes en el POE sobre Agua Subterránea e indique en que apéndice se encuentra el POE.]

TODAS LAS VERSIONES – a ser incluido en todos los planes de muestreo]

En cada punto de muestreo, todas las botellas designadas para un análisis en particular (o sea, los metales traza) se llenarán de forma secuencial antes de que se llenen las botellas designada para el análisis siguiente. Si se va a recolectar una muestra duplicada en este punto, todas las botellas designadas para un análisis en particular para ambas designaciones se llenarán de forma secuencial antes de que se llenen las botellas designada para el análisis siguiente. Las muestras de agua subterránea se transferirán directamente del grifo a los envases de muestreo apropiados con conservantes, si es necesario, refrigeradas si procede, y procesados para su envío al laboratorio. Al transferir las muestras, se debe prestar atención de no tocar el grifo con el envase de muestras. [Si se deben recoger muestras para el análisis de compuestos volátiles, se debe añadir el siguiente párrafo, de lo contrario borrarlo.]

Las muestras para los análisis de compuestos orgánicos volátiles se recogerán mediante un dispositivo de muestreo de bajo flujo. Se utilizará una bomba [especificar el tipo de bomba] con un caudal de _____. Los viales para el análisis de compuestos orgánicos volátiles se llenan primero para minimizar el efecto de la aireación de la muestra de agua. Se llena un vial con la muestra, la cual se conserva con ácido clorhídrico (HCl) y se examina con papel pH para determinar la cantidad de conservante necesario para bajar el pH a menos de 2. A continuación se agrega la cantidad apropiada de HCl a los viales de la muestra antes de agregar la muestra. Los viales se llenan directamente del grifo y se tapan. El vial se

invierte y se analizan las burbujas de aire para asegurar que haya cero espacio de cabeza. Si aparece una burbuja, se descarta el vial y se saca una nueva muestra. [Si algunas muestras de los metales (u otros) análisis se deben filtrar, dependiendo de la turbidez de la muestra, se debe agregar el siguiente párrafo, de lo contrario borrarlo.]

Después de purgar el pozo y antes de recoger muestras de agua subterránea para los análisis de metales, se debe medir la turbidez del agua subterránea extraída de cada pozo utilizando un medidor de turbidez portátil. Una pequeña cantidad de agua subterránea se recogerá desde el pozo con el grifo y una pequeña cantidad de agua será transferida a un vial desechable y se medirá la turbidez. Los resultados de la medición de la turbidez se registrarán en la bitácora de campo. El agua utilizada para medir la turbidez se desecha después de su uso. Si la turbidez del agua subterránea del pozo está por encima de 5 Unidades Nefelométricas de Turbidez (NTU), se recogerá tanto la muestra filtrada y no filtrada. Se utilizará un filtro de micrones [especificar el tamaño del filtro] para eliminar las partículas más grandes que se han internado en la muestra de agua. Un tubo de teflón para muestras se conecta al grifo más cerca de la cabeza del pozo. El filtro se adjuntará a la salida del tubo de teflón. Se utiliza un filtro limpio, nuevo para cada muestra filtrada recogida. Las muestras de agua subterránea se transfieren desde el filtro directamente a los envases de muestras apropiados con un conservante y se procesan para luego ser enviadas al laboratorio. Cuando se envían muestras se debe prestar atención de no tocar el filtro que va al envase de la muestra. Después que la muestra filtrada se ha recogido, el tubo de teflón y el filtro se quitan y se recoge una muestra no filtrada. Se anexa un número de muestra con un "FI" que representará una muestra filtrada con un filtro de 5 micrones.

[Si se filtran las muestras para el análisis de metales (u otros), independientemente de la turbidez de la muestra, se añade el siguiente párrafo, de lo contrario borrarlo.]

Se filtran las muestras designadas para el análisis de metales. Se utilizará un filtro de 5 micrones para eliminar las partículas más grandes que se han internado en la muestra de agua. Un tubo de teflón para muestras se conecta al grifo más cerca de la cabeza del pozo. El filtro se adjuntará a la salida del tubo de teflón. Se utiliza un filtro limpio, nuevo para cada muestra filtrada recogida. Las muestras de agua subterránea se transfieren desde el filtro directamente a los envases de muestras apropiados con un conservante y se procesa para luego enviarlas al laboratorio. Cuando se envían muestras se debe prestar atención de no tocar el filtro que va al envase de la muestra. Después que la muestra filtrada se ha recogido, el tubo de teflón y el filtro se quitan y se recoge una muestra no filtrada. Se anexa un número de muestra con un "FI" que representará una muestra filtrada con un filtro de 5 micrones.

6.6. Muestreos Biológicos

A los efectos de esta guía, los muestreos biológicos se dividen en dos categorías. Se discutirán los otros tipos de eventos de muestreo biológico con la Oficina de Control de Calidad para determinar qué tipo de documento de planificación se necesita. Los dos tipos mencionadas en esta guía son las muestras biológicas que se recogen para análisis químico y las muestras biológicas para evaluar la diversidad de especies. Si se trata de este último tipo de muestreo, el documento más apropiado sería el plan de aseguramiento de la calidad del proyecto. Las muestras recogidas para el análisis microbiológico se deben discutir bajo la sección de muestras de agua.

6.6.1. Toma de Muestras Biológicas para el Análisis Químico

[Los dos tipos más comunes de muestras biológicas recolectadas para análisis químicos son las muestras de pescado y de follaje. En los párrafos siguientes se dan sugerencias, sin embargo, las circunstancias de campo pueden dictar procedimientos de recolección alternativos; si no se van a

recolectar muestras biológicas, marque estas secciones con un "no aplicable". Si sigue un POE, inclúyalo en el apéndice.]

6.6.1.1. Muestras de Peces

[Utilizar únicamente si están recolectando peces, de lo contrario eliminar. Por otra parte, haga la referencia a los POE apropiados.] Los peces se recolectan utilizando el método _____ [nombre del método; redes, electroshock, líneas, etc.] Tres peces de cada tipo o especie _____ [indicar el tipo de pez, Ej.: trucha, bagre, etc.] que se recogerá. Se hará un esfuerzo por recoger peces de aproximadamente el mismo tamaño y madurez revisando para asegurarse de que las longitudes y pesos no difieran en más de un 20%. Una vez obtenidos los _____ [indicar si es pescado entero o en filetes] serán congelados, envueltos en papel de aluminio y colocados en bolsas de plástico para su envío al laboratorio.

[Si el laboratorio hará los diseños indique esto también en esta sección.]

6.6.1.2. Muestras de Follaje

[Utilizar únicamente si se están recolectando muestras de follaje, de lo contrario borrar. En esta sección se puede requerir una modificación considerable a causa de la gran diversidad de proyectos con muestras de plantas.]

Se recolectará una muestra de follaje representativa, follaje de la zona objetivo. Se recomienda utilizar un enfoque estadístico, si es posible. Las siguientes plantas se recogerán: _____, _____, y _____. Estas plantas se recogieron porque son las que tienen más probabilidad de haber sido afectadas por los productos químicos utilizados en la zona. Sólo se recolectará el follaje que presente signos visibles de estrés o daño. Los tallos y las ramas se descartarán, sólo se recolectarán las hojas. El mismo tipo de material foliar [Describir, las hojas maduras, brotes tiernos, etc.] se obtendrá de cada tipo de planta. Siempre que la contaminación sea uniforme, el material se combinará de varias plantas para producir un total de cerca de [especificar la cantidad] libras (s) de material. También se recolectarán muestras de control de las inmediaciones no afectadas] [Describir el área]. Se utilizarán guantes de látex para la recolección de todas las muestras. Las muestras se almacenarán en [describa envases, bolsas de plástico, botellas, etc.] y llevadas al laboratorio tan pronto como sea posible para evitar el deterioro de la muestra.

6.6.2. Muestreo Biológico para la Evaluación de Especies

[Describir la recolección de insectos, otros invertebrados, u otros tipos de muestras biológicas aquí. Agregue referencias o adjunte los protocolos adecuados para apoyar el esfuerzo de muestreo]

6.7. Procedimientos de Descontaminación

[Indicar los procedimientos de descontaminación que se seguirán si se utiliza equipo de muestreo no especializado. Por otra parte, haga referencia a las secciones apropiadas de la Organización sobre los Procedimientos de Operación Estándar para la Descontaminación.]

Los procedimientos de descontaminación a seguir están de acuerdo con los procedimientos aprobados.

La descontaminación del equipo de muestreo se debe llevar a cabo para asegurar la calidad de las muestras recogidas. Todo el equipo que entra en contacto con el suelo o agua potencialmente contaminados será descontaminado. El equipo desechable destinado a un solo uso no será descontaminado, pero será acondicionado para su eliminación adecuada. La descontaminación ocurrirá

antes y después de cada uso de una pieza del equipo. Todos los dispositivos de muestreo utilizados, incluyendo las paletas y barrenos, se limpiarán con vapor o se descontaminarán de acuerdo a los procedimientos de descontaminación siguientes:

[Utilice los procedimientos de descontaminación siguientes, únicamente si las muestras se toman para análisis orgánicos, de lo contrario bórrelos.]

- Detergente no fosfatado y agua de chorro, utilizando un cepillo si es necesario.
- Agua de chorro para enjuagar.
- Enjuague con agua deionizada/destilada.
- Solvente grado pesticida (hexágono grado reactivo) enjuagar en una cubeta descontaminada.
- Enjuague con agua Des ionizada/destilada (dos veces).

[Utilice los procedimientos de descontaminación siguientes, únicamente si las muestras se toman para análisis inorgánicos (metales), de lo contrario bórrelos.]

- Detergente no fosfatado y agua de chorro, utilizando un cepillo si es necesario.
- Agua de chorro para enjuagar.
- Enjuague con ácido nítrico 0.1 N.
- Enjuague con agua Des ionizada/destilada (dos veces).

[Utilice los procedimientos de descontaminación siguientes, únicamente si las muestras se toman para análisis orgánicos e inorgánicos, de lo contrario bórrelos.]

- Detergente no fosfatado y agua de chorro, utilizando un cepillo si es necesario.
- Enjuague con agua de chorro.
- Enjuague con ácido nítrico 0.1 N.
- Enjuague con agua des ionizada/destilada.
- Solvente grado pesticida (hexágono grado reactivo) enjuagar en una cubeta descontaminada.
- Enjuague con agua Des ionizada/destilada (dos veces).

El equipo se descontaminará en una zona previamente designada en paletas o láminas de plástico, y el equipo voluminoso limpio se almacenará en láminas de plástico en las zonas no contaminadas. El equipo pequeño ya limpio se almacena en bolsas de plástico. Los materiales que se almacenan por un período de más de un par de horas se deberán cubrir también.

[NOTA: Se pueden utilizar métodos de descontaminación diferentes, pero si es así, se debe incluir la razón para usar ese método diferente.]

7 ENVASES PARA MUESTRAS, CONSERVACION Y ALMACENAMIENTO

[Esta sección requiere una referencia a los tipos de botellas que se utilizarán, y a la preparación y conservantes que se añaden. Se debe nombrar la organización responsable de la adición de conservantes. Si la información se proporciona en las tablas de solicitud de análisis, haga referencia a las mismas en la sección correspondiente más abajo.]

El número de envases para muestras, volúmenes y materiales se han enumerado en el apartado 5.0. Los envases están previamente limpiados y no se enjuagan antes de la toma de las muestras. Los

conservantes serán agregados a los envases, si es necesario, por _____ [nombre de la agencia / organización que realiza el muestreo] antes del envío de las muestras al laboratorio.

7.1. Muestras de Suelo

[Si se recolectan muestras de suelo, especifique los análisis que se llevarán a cabo. Utilice el lenguaje a continuación o haga referencia a las secciones correspondientes en el POE de Conservación y estipule en cuál de los Apéndices está ubicado el POE.]

[Incluir esta subsección únicamente si está recolectando muestras del suelo, de lo contrario bórralo.]

[Si se solicitan análisis distintos a los compuestos orgánicos volátiles o metales, incluya este párrafo, de lo contrario bórralo.]

Las muestras de suelo para _____ [Incluya todos los análisis solicitados, por ejemplo, pesticidas, compuestos orgánicos semivolátiles] se homogeneizan y transfieren desde la cubeta de homogeneización de la muestra a frascos de vidrio de 8 onzas (oz), de boca ancha utilizando una llana. Para cada muestra, se recolectará un frasco de vidrio de 8-oz de boca ancha para cada laboratorio. Por otra parte, la muestra se puede conservar en la manga de bronce en que se recolecta la muestra hasta que comience la preparación de la muestra. Las muestras se refrigeran a 4 / C inmediatamente después de su recolección.

[Si los análisis solicitados incluyen compuestos orgánicos volátiles, incluir este párrafo, de lo contrario borrarlo.]

COMPUESTOS ORGANICOS VOLATILES. Las muestras de suelo analizadas en busca de compuestos orgánicos volátiles se almacenarán en sus empaques de muestras Encore cerrados por no más de dos días antes de su análisis. Las muestras congeladas Encore para el muestreador no se almacenarán por más de 4 días antes de su análisis. Si las muestras se conservan mediante su expulsión a una solución de metanol o bisulfato sódico, el tiempo de espera es de dos semanas. Las muestras conservadas serán refrigeradas a 4 / C inmediatamente después de recolección.

[Si los análisis solicitados incluyen metales, incluya este párrafo, de lo contrario bórralo.]

METALES. Las muestras de la superficie del suelo a ser analizadas en busca de metales se homogeneizan y transfieren desde la cubeta de homogeneización de la muestra a frascos de vidrio de 8 onzas (oz), de boca ancha utilizando una llana. Para cada muestra, se recolectará un frasco de vidrio de 8-oz de boca ancha para cada laboratorio. Las muestras no se refrigeran. Por otra parte, las muestras sub superficiales se dejan en la manga de bronce original en que se recolecta la muestra u otro envase a menos que se transfieran a botellas.

7.2. Muestras de Sedimentos

[Si se recolectan muestras de sedimentos, especifique los análisis que se llevarán a cabo. Utilice el lenguaje a continuación o haga una referencia a las secciones correspondientes en el POE sobre Conservación y estipule en cuál de los apéndices se encuentra el POE.]

[Si entre los análisis solicitados está el análisis de compuestos distintos a los orgánicos volátiles o metales, incluya este párrafo, de lo contrario bórralo.]

_____ [Incluya todos los análisis solicitados, por ejemplo, pesticidas, compuestos orgánicos semivolátiles]. Las muestras de sedimentos se homogeneizan y transfieren desde la cubeta de homogeneización de la muestra a frascos de vidrio de 8 onzas (oz), de boca ancha. Para cada muestra, se recolectará un frasco de vidrio de 8-oz de boca ancha para cada laboratorio. Las muestras se refrigeran a 4/C inmediatamente después de recolectadas.

[Si entre los análisis solicitados se incluyen compuestos orgánicos volátiles incluya este párrafo, de lo contrario bórralo.]

COMPUESTOS ORGANICOS VOLATILES. Las muestras de sedimentos a ser analizadas en busca de compuestos orgánicos volátiles se almacenarán en sus muestrarios Encore sellados por no más de dos días antes del análisis.

Las muestras Encore del muestreador no se almacenarán por más de 4 días antes de su análisis. Si las muestras se conservan mediante su expulsión a cualquier solución de metanol o bisulfato sódico el tiempo de permanencia es de dos semanas. Las muestras conservadas serán refrigeradas a 4 / C inmediatamente después de recolección.

[Si los análisis solicitados incluyen metales, incluya este párrafo, de lo contrario bórralo.]

METALES. Las muestras de sedimentos después de removerles las rocas y escombros que se analizarán en busca de metales se homogeneizan y transfieren desde la cubeta de homogeneización de la muestra a frascos de vidrio de 8 onzas (oz), de boca ancha. Para cada muestra, se recolectará un frasco de vidrio de 8-oz de boca ancha para cada laboratorio. Las muestras no se refrigeran.

7.3. Muestras de Agua

[Si se van a recolectar muestras de agua, especifique los análisis que se llevarán a cabo. especifique los análisis que se llevarán a cabo. Utilice el lenguaje a continuación o haga una referencia a las secciones correspondientes en el POE sobre Conservación y estipule en cuál de los apéndices se encuentra el POE.]

[Si entre los análisis solicitados está el análisis de compuestos distintos a las muestras de agua, incluya este párrafo, de lo contrario bórralo.]

Dependiendo del tipo de análisis (orgánico o inorgánico) solicitado, y de cualquier otro requisito de análisis específico al proyecto en cuestión, los recipientes para las muestras deben ser de plástico (inorgánicos) o de vidrio (orgánicos), previamente limpiados (procedimientos generales de descontaminación) o con una pre limpieza de bajo nivel de detección (procedimientos de descontaminación extensa).

[Describa el tipo de botellas que se utilizarán para el proyecto, incluyendo los procedimientos de limpieza que se seguirán para preparar las botellas para el muestreo.]

[Si los análisis solicitados no requieren de preservación, incluya este párrafo, en caso contrario elimínelo. Se debe incluir un párrafo aparte para cada tipo de botella.]

_____ [Incluya todos los análisis solicitado (s), por ejemplo, aniones, pesticidas, compuestos

orgánicos semivolátiles]. Las muestras de agua de baja concentración se pueden analizar en busca de _____ [Especificar el análisis, por ejemplo, compuestos orgánicos semivolátiles] si se recogerán en _____ [indicar el tipo de botella Ej.: Botellas de vidrio de 1-litro (L) color ámbar]. No se requieren conservante para estas muestras. Las muestras serán refrigerados a 4 / C inmediatamente después de su recolección. Se requieren dos botellas de cada muestra de agua para cada laboratorio.

[Si el análisis solicitado incluye compuestos orgánicos volátiles, incluya éste párrafo, de lo contrario bórrelo.]

COMPUESTOS ORGANICOS VOLATILES. Compuestos Orgánicos Volátiles. Las muestras de agua de baja concentración que se analizarán en busca de compuestos orgánicos volátiles se recogerán en viales de vidrio de 40 ml. Se agregará ácido clorhídrico (HCL) 01:01 al vial antes de la toma de muestras. Durante las purgas, se mide el pH utilizando un medidor de pH para examinar al menos un vial en cada punto de toma de muestras para asegurar que esté presente suficiente ácido para un pH de menos 2. El vial de utilizado para el examen será descartado. Si el pH es mayor que 2, se agregará más HCl a los viales de la muestra. Otro vial será examinado para pH a fin de asegurar que el pH sea inferior a 2. El vial de prueba será descartado. Los viales se llenarán a manera de no dejar espacios vacíos. Las muestras serán refrigerados a 4 / C inmediatamente después de su recolección. Tres viales de cada muestra de agua son necesarios para cada laboratorio.

[Si los análisis solicitados incluyen metales, incluya este párrafo, de lo contrario bórrelo.]

METALES. Las muestras de agua recolectadas para el análisis de metales se recogerán en botellas de polietileno de 1 litro. Las muestras se conservarán mediante la adición de ácido nítrico (HNO₃) a la botella de la muestra. La botella se tapaná con un tapón y se agitará ligeramente para mezclar el ácido. Se vierte una pequeña cantidad de muestra en la tapa de la botella donde se mide el pH usando papel de pH. El pH debe ser <2. La muestra en la tapa será descartada, y el pH de la muestra se ajustará en caso necesario. Las muestras se refrigerarán a 4 / C inmediatamente después de su recolección. Se requiere una botella de cada muestra de agua para cada laboratorio.

PARAMETROS DE QUIMICA GENERALES (CALIDAD DEL AGUA). Las muestras de agua recogidas para el análisis de la calidad del agua [Indicar qué parámetros están incluidos. Los ejemplos incluyen (pero no se limitan) a los aniones (N-nitratos, N-nitritos, sulfatos, fosfatos), fósforo total, N-amoniaco, el total de sólidos disueltos, sólidos suspendidos totales, alcalinidad (pueden incluir carbonatos y / o bicarbonatos), dureza, cianuro, MBAS (sustancias activas del azul de metileno) etc.], las cuales se recolectarán en [especificar el tamaño de las botellas de polietileno y envases]. Las muestras analizadas [Indicar los análisis] se conservarán mediante la adición de [Describir el conservante adecuado a cada tipo de tipo de muestra] a cada botella de muestra. Las muestras [Indicar el análisis] no se preservarán. Si se añaden conservantes, se tapa la botella tendrá y se sacude ligeramente para mezclar el conservante. Cuando el conservante afecta el pH, se vierte una pequeña cantidad de muestra en la tapa del frasco y se mide el pH con papel pH. El pH debe estar dentro del rango apropiado. La muestra en la tapa se descarta, y el pH de la muestra se ajustará en caso necesario. Las muestras serán refrigerados a 4 / C inmediatamente después de su recolección. Las muestras de cada punto de recolección que requieren el mismo conservante se colocarán en la misma botella, si el mismo laboratorio las analizará.

7.4. Muestras Biológicas

[Si se van a recolectar muestras biológicas, especifique los análisis que se llevarán a cabo. Utilice el

lenguaje a continuación o haga una referencia a las secciones correspondientes en el POE sobre Conservación y estipule en cuál de los apéndices se encuentra el POE.]

7.4.1. Muestras de Peces

El pescado (entero o en filetes) se envuelve en papel de aluminio, se etiqueta y coloca en bolsas de plástico con cremallera (Zip lock). Las muestras se congelan tan rápido como sea posible y se embarcan utilizando hielo seco para mantener su estado de congelamiento.

7.4.2. Muestras de Follaje

[Describa los envases utilizados para el proyecto. Generalmente las muestras de follaje se recolectan en bolsas tipo Zip lock, sin embargo las botellas u otros envases también se pueden utilizar. No se recomienda bolsas de papel.]

Las muestras de follaje se recogerán en una bolsa grande con cremallera de bloqueo (tipo Zip lock). Se coloca una etiqueta autoadhesiva en cada bolsa y se sella la parte superior con un sello de custodia.

7.4.3. Muestras Biológicas para la Evaluación de Especies

[Describir los envases en los que se guardarán los macro invertebrados, insectos y otras muestras biológicas. Si se utiliza un líquido de fijación, se debe describir también. Esta sección también debe describir cualquier otro procedimiento de manipulación especial a seguir para minimizar los daños a los ejemplares.]

8 DISPOSICION DE LA MATERIA DE DESECHO

[Esta sección debe describir el tipo de desecho derivado de la investigación-(DDI) que se generará durante este evento de muestreo. Los DDI no se generan en todos los eventos de muestreo, en cuyo caso esta sección no sería aplicable. Utilice el lenguaje a continuación o haga una referencia a las secciones correspondientes en el POE sobre la Eliminación de Materiales de Desecho y estipule en cuál de los apéndices se encuentra el POE.]

- Dependiendo de las condiciones específicas del lugar y de las leyes federales, estatales y locales vigentes, podrían ser necesarias otras disposiciones para la eliminación de os DDI. Si se requieren otros análisis DDI, se deben discutir. Si se los DDI se colocan en bidones, el etiquetado de los bidones se debe discutir en esta sección también.]
- Si durante el proceso de recolección de muestras ambientales en el punto de muestreo _____ [nombre del sitio o área] en la investigación in situ (IS) [el nombre de otra investigación], el equipo de muestreo _____ [nombre de su organización / agencia] genera diferentes tipos de posibles DDI contaminados que incluyan los siguientes:
 - Equipo de protección personal usado (EPP).
 - Equipo de muestreo desechable.
 - Fluidos de descontaminación [Incluir este punto únicamente para el muestreo de suelos de lo contrario borrarlo.]
 - Cortes de suelo de las perforaciones del suelo [Incluir este punto únicamente para la toma de muestras de aguas subterráneas, de lo contrario borrarlo.]
 - Agua subterránea purgada y agua subterránea en exceso recolectada para llenar los envases.

[La siguiente viñeta es generalmente apropiada para el sitio o zona de muestreo con bajos niveles de contaminación o para un seguimiento de rutina. Si existen mayores niveles de contaminación en el sitio o en el área de muestreo, se deben utilizar otros métodos de eliminación (por ejemplo,

colocar los desechos en bidones) para eliminar EPP usados y el equipo de muestreo desechable.]

- El PPE usado y el equipo desechable será guardará en dos bolsas y se colocará en un botadero de basura municipal. Estos residuos no se consideran peligrosos y pueden se pueden enviada a un vertedero municipal. Todo PPE y equipo desechable que se va a desechar pero que aún puede ser reutilizado se inutiliza antes de su eliminación en el botadero. [Incluya esta viñeta si el muestreo es para tanto metales y sustancias orgánicas, de lo contrario bórrela.]
- Los fluidos de descontaminación que se generarán en el evento de muestreo consistirán de ácido nítrico diluido, solventes de grado de plaguicida, agua desionizada, contaminantes residuales y agua con detergente sin fosfatos. El volumen y la concentración del fluido de descontaminación será lo suficientemente bajo para permitir la eliminación en el sitio o el área de muestreo. El agua (y el agua con detergente) se vierte sobre el suelo o en un colector de aguas pluviales. Los solventes con grado de plaguicidas se dejan evaporar desde la cubeta de descontaminación. El ácido nítrico se diluye y / o neutraliza con hidróxido de sodio y se examina con papel de pH antes de verterlo al suelo o en una alcantarilla. [Incluya esta viñeta si el muestreo es para metales pero no para orgánicos, de lo contrario bórrela.]
- Los fluidos de descontaminación que se generarán en el evento de muestreo consistirán de ácido nítrico diluido, solventes de grado de plaguicida, agua desionizada, contaminantes residuales y agua con detergente sin fosfatos. El volumen y la concentración del fluido de descontaminación será lo suficientemente bajo para permitir la eliminación en el sitio o el área de muestreo. El agua (y el agua con detergente) se vierte sobre el suelo o en un colector de aguas pluviales. Los solventes con grado de plaguicidas se dejan evaporar desde la cubeta de descontaminación. [Incluya esta viñeta si el muestreo es para suelos, de lo contrario bórrela.]
- Los cortes de suelo de los muestreos de suelo se eliminarán de la manera apropiada [Incluir este punto únicamente para la toma de muestras de agua subterránea, de lo contrario bórrela.]
- Agua subterránea purgada será _____ y dependiendo del nivel de contaminación del agua subterránea, las condiciones específicas del lugar y de las leyes federales, estatales y locales vigentes, podrían ser necesarias otras disposiciones de eliminación. Los métodos de eliminación también puede variar para el agua purgada de diferentes pozos muestreados durante el evento de muestreo].

9 DOCUMENTACION PARA MUESTRAS Y ENVIO

9.1. Notas de Campo

En esta sección se debe discutir el mantenimiento de registros en el campo. Esto puede ser a través de una combinación de bitácoras, formularios preimpresos, fotografías o otra documentación. La información requerida se enumera abajo.

9.1.1. Bitácoras de Campo

[Describa cómo se utilizan y guardan las bitácoras de campo.]

Utilice las bitácoras de campo para documentar dónde, cuándo, cómo y para quien es toda la información vital que se obtuvo para el proyecto. Los asientos en la bitácora deben ser completos y suficientemente precisos para permitir la reconstrucción de las actividades de campo. Mantenga un cuaderno de diario para cada evento de muestreo o proyecto. Las bitácoras deben tener las páginas numeradas consecutivamente. Todas las inscripciones o asientos deben ser legibles, y estar escritos con tinta negra, y firmadas por la persona que hace los ingresos. Utilice un lenguaje objetivo que describa los hechos.

Como mínimo, se debe registrar la siguiente información durante la recolección de cada muestra:

[Editar esta lista como sea necesario.]

- Ubicación y descripción de la muestra;
- Croquis del sitio de muestreo con la ubicación área de la muestra y medición de distancias;
- Nombre del que toma las muestras;
- Fecha y hora de recolección de las muestras;
- Designación de las muestras como compuestas o al azar;
- Tipo de muestra (suelo, sedimentos o agua);
- Tipo de equipo de maestro utilizado;
- Lectura y calibración del equipo de campo;
- Observaciones y detalles de campo relacionados con el análisis o la integridad de las muestras (Por ejemplo: condiciones atmosféricas, olores perceptibles, colores, etc.);
- Descripción preliminar de la muestra (Ej.: para suelos: franco arcilloso, muy húmedo; para el agua: agua clara con fuerte olor a amoníaco);
- Conservación de las muestras;
- Número de lote de los envases de las muestras, número de identificación de las muestras y códigos explicativos, y los números del formulario para la cadena de custodia;
- Arreglos de envío (número del porte aéreo nocturno);
- Nombre del o los laboratorios receptores.

Además de la información sobre el muestreo, se registrará la siguiente información específica también en la bitácora de campo para cada día del muestreo:

[Editar esta lista según sea relevante.]

- Los miembros del equipo y sus responsabilidades;
- Hora de entrada / entrada al sitio y hora de salida del sitio;
- El resto del personal sobre el terreno;
- Resumen de las reuniones o discusiones con el contratista o el personal de la agencia federal;
- Las desviaciones de los planes de muestreo, los planes de seguridad del sitio, y los procedimientos de Control de Calidad;
- Los cambios en el personal y sus responsabilidades y las razones por dichos cambios;
- Los niveles de protección de la seguridad;
- Lecturas de calibración para cualquier equipo utilizado y el modelo y número de serie del equipo.

[Una lista de las notas de campo, siguiendo las sugerencias anteriores, utilizando solamente las que son apropiadas, debe desarrollarse e incluirse en las notas de campo del proyecto.]

9.1.2. Fotografías

[Si se toman fotografías, se puede utilizar el siguiente texto tal cual o modificarse, según proceda.]

Las fotografías se tomarán en los lugares de muestreo y en otras áreas de interés tanto en el sitio como en el área de muestreo. Las fotos servirán para verificar la información consignada en la bitácora de campo. Para cada fotografía tomada, se escribirá la siguiente información en el cuaderno de diario o bitácora o se registrará en una bitácora de fotos separada:

- Hora, fecha, lugar y las condiciones climáticas;
- Descripción del objeto fotografiado;
- Nombre de la persona que toma la fotografía.

9.2. Etiquetado

[El párrafo siguiente proporciona una explicación genérica y la descripción de la utilización de etiquetas. Se puede incorporar tal cual está, o modificarse para ajustarse a las condiciones específicas del proyecto.]

Todas las muestras recogidas serán etiquetados de forma clara y precisa para la identificación adecuada en el campo y para el seguimiento en el laboratorio. Una copia de la etiqueta de la muestra se incluye en el Apéndice __. Las muestras tendrán números pre-asignados, identificables, y únicos. Como mínimo, la etiqueta de las muestras contendrá la siguiente información: ubicación de la estación, fecha de recolección, parámetro(s) analítico (s), y el método de preservación. Todas las muestras, incluyendo las muestras recogidas en un solo sitio, pero que van a laboratorios independientes, serán asignadas un número único de muestra.

9.3. Muestra de Formularios de Cadena de Custodia y Sellos de Custodia

[Los siguientes párrafos presentan una explicación genérica y la descripción de la utilización de formularios para la cadena de custodia y los sellos de custodia. Se pueden incorporar tal como están, si son apropiados o modificar para ajustarse a las condiciones específicas del proyecto.]

Los formularios para la información sobre el registro/tráfico de la cadena de custodia orgánica e inorgánica se utilizan para documentar la toma de muestras y envío a los laboratorios para su análisis. Todos los envíos de muestras para su análisis estarán acompañados por un registro de la cadena de custodia. Una copia del formulario se encuentra en el Apéndice _____. Los formulario (s) serán completados y remitidos junto con las muestras para cada laboratorio y cada envío (es decir, cada día). Si se envían múltiples heladeras a un solo laboratorio en un solo día, los formularios serán completados y enviados con las muestras para cada refrigerador.

El formulario de la cadena de custodia identificará el contenido de cada envío y mantendrá la integridad de la custodia de las muestras. Por lo general, una muestra se considera bajo la custodia de alguien si está en la posesión física de alguien, o a la vista de alguien, bajo llave, o se mantiene en un área segura que está restringida al personal autorizado. Hasta que las muestras sean enviadas, la custodia de las muestras estará a cargo de ____ [nombre de la agencia / organización que conduce el muestreo]. El líder del equipo de muestreo o la persona designada firmará el formulario de cadena de custodia en la casilla de "entregado por" y anotará la fecha de la nota, la hora y el número del porte aéreo. Se documentará en este formulario el número de las muestras en todas las muestras de referencia, las muestras de laboratorio de control de calidad, y los duplicados (véase la sección 10,0). Una fotocopia se entregará a los archivos maestros [nombre de la ____ de la agencia / organización que realiza el muestreo].

Se coloca un sello de custodia autoadhesivo a través de la tapa de cada muestra. Una copia del sello se encuentra en el Apéndice __. El sello se envuelve alrededor de las tapas de las muestras de COV. Los envases para el embarque en el que se almacenan las muestras (por lo general una nevera portátil para picnic resistente o hielera) se sella también con la cinta autoadhesiva de custodia cada vez que no están en posesión o a la vista antes de su embarque. Todos los sellos de custodia se firman y fechan.

9.4. Embalaje y Envío

[Los párrafos que siguen presentan una explicación genérica y la descripción de cómo empaquetar y

enviar las muestras. Se puede incorporar al como está, en su caso, o modificada para ajustarse a las condiciones específicas del proyecto.]

Todos los recipientes para muestras se colocarán en un empaque fuerte para transporte exterior (una heladera con cinturón de acero). A continuación se describen los procedimientos de embalaje que se seguirán para las muestras de baja concentración.

- 1 Cuando se utiliza hielo, se debe empacar en bolsas doble plástico con cremallera tipo Zip locks. Selle el tapón de drenaje de la heladera con cinta de fibra de vidrio para evitar que el hielo derretido se escape fuera de la nevera.
- 2 La parte inferior de la heladera se debe forrar con plástico de burbujas para evitar roturas durante el transporte.
- 3 Compruebe que las tapas de las roscas estén bien apretadas y si los envases no están llenos, marque con tinta indeleble el nivel del volumen de las muestras en el exterior de las botellas.
- 4 Asegure las tapas de las botellas/envases con cinta transparente y el sello de custodia en todas las tapaderas de los envases.
- 5 Adhiera las etiquetas de la muestra en los recipientes con cinta transparente.
- 6 Envuelva todos los envases de vidrio para muestras en plástico de burbujas para evitar roturas.
- 7 Selle todos los envases de muestras en bolsas de plástico resistente con cierre hermético. Escriba el número de las muestras en el exterior de las bolsas plásticas con tinta indeleble.
- 8 Coloque las muestras en una nevera portátil resistente forrada con una bolsa grande de plástico para basura. Incluya el COC apropiado en una bolsa de plástico con cierre de cremallera colocada en la parte inferior de la tapa de la heladera.
- 9 Rellene los espacios vacíos en la nevera con plástico de burbujas o maníes de espuma de poliestireno para evitar que se muevan y roturas durante el transporte.
- 10 El hielo utilizado para enfriar las muestras se guardará con doble sello se empacará en dos bolsas de plástico con cremallera tipo Zip lock que se colocará en la parte superior y alrededor de las muestras que se ponen a enfriar a la temperatura correcta.
- 11 Cada hielera se asegurará con cinta de flejado, y los sellos de custodia se colocarán en la parte delantera, derecha y posterior de cada hielera.

El custodio de las muestras guardará los registros [nombre de la organización] con la siguiente información:

- Nombre del contratista de las muestras (si no es la misma organización);
- Nombre y ubicación del área o sitio de muestreo;
- Número del Caso o Programa Analítico Regional (PAR);
- Número total por concentración estimada y matriz de muestras enviadas a cada laboratorio;
- Número del Portador, conocimiento aéreo, método de envío (prioridad, día siguiente);
- Fecha del envío y fecha de recepción por el laboratorio;
- Irregularidades o problemas anticipados relacionados con las muestras;
- Si se enviarán muestras adicionales o si este es el último envío.

10 CONTROL DE CALIDAD

En esta sección se deben discutir las muestras de control de calidad que se están recogiendo para apoyar la actividad de muestreo. Esto incluye muestras de campo de control de calidad, las muestras de confirmación, las muestras de fondo, muestras de control de calidad del laboratorio y muestras

divididas. Siempre que sea posible, se deben identificar los lugares dónde se recogerán las muestras así como una justificación sobre la elección del lugar. Se debe discutir la frecuencia de recolección. Todas las muestras, con excepción de las muestras de control de calidad de laboratorio se deben enviar al laboratorio ciegas, siempre que sea posible. Se deben identificar las muestras de control de calidad del laboratorio y se deben recolectar muestras adicionales para ese efecto (por ejemplo, volumen doble).

10.1. Control de Calidad de las Muestras de Campo

El control de calidad de las muestras de campo tiene por objeto ayudar a evaluar las condiciones resultantes de las actividades de campo con el objeto de lograr dos objetivos principales, la evaluación de la contaminación sobre el terreno y evaluación de la variabilidad del muestreo. El primero busca sustancias introducidas en el campo debido al medio ambiente o al equipo de muestreo y se evalúa mediante blancos de diferentes tipos. El último incluye la variabilidad de la técnica de muestreo y el rendimiento de los instrumentos, así como la posible variabilidad causada por la heterogeneidad de la matriz bajo muestreo y se evalúa utilizando una réplica de recolección de muestras. Las siguientes secciones cubren el control de calidad de campo.

10.1.1. Evaluación de la Contaminación de Campo (Blancos)

La contaminación de campo se suele evaluar mediante la recopilación de los diferentes tipos de espacios en blanco. Los espacios en blanco de equipo se obtienen haciendo pasar agua destilada o desionizada, según proceda, a lo largo o a través de un aparato descontaminado utilizado para el muestreo. Ellos constituyen el mejor medio global para evaluar la contaminación procedente del equipo, condiciones ambientales, los recipientes para muestras, el tránsito, y el laboratorio. Los blancos de campo son los recipientes para muestras que se llenan en el campo. Ellos ayudan a evaluar la contaminación de las condiciones ambientales, los recipientes para muestras, el tránsito, y el laboratorio. El laboratorio prepara las muestras vírgenes y las envía desde y hacia el campo. Ellas ayudan a evaluar la contaminación de los envíos y el laboratorio y son para compuestos orgánicos volátiles solamente. Los blancos de equipo se deben recoger, en su caso, (por ejemplo, cuando no se utiliza equipo desechable o dedicado). Los blancos de campo siguen en prioridad, seguidas por las muestras vírgenes. Sólo un tipo de blanco se debe recoger por evento, no todos los tres.

10.1.1.1. Blancos de Equipo

En general, los blancos de equipo se recolectan cuando se utiliza equipo de muestreo reusable, no desechable (por ejemplo, paletas, perforadoras de mano, y bombas de muestreo de aguas subterráneas no exclusivas) para el evento de toma de muestra. Sólo se debe recolectar una muestra en blanco por matriz, por día. Si se recolectan blancos de equipo, bajo condiciones normales no se requieren blancos de campo y muestras vírgenes. Los blancos de equipo se pueden recolectar para muestras de suelo, sedimentos y muestras de agua subterránea. Se prepara como mínimo un equipo blanco para cada día y para cada matriz cuando los equipos se descontaminan en el campo. Estos blancos se envían al laboratorio "ciegos", empacadas como las otras muestras y cada uno con su propio número de identificación único. Tenga en cuenta que para las muestras que puedan contener compuestos orgánicos volátiles, se debe purgar agua para los blancos antes de su uso para asegurar que esté libre de orgánicos. El agua HPLC, que se utiliza a menudo para los blancos de equipo y de campo, puede contener compuestos orgánicos volátiles, si no se purga. El agua HPLC, que se utiliza a menudo para los blancos de equipo y de campo, puede contener compuestos orgánicos volátiles, si no se purga.

[Si se van a recolectar blancos de equipo describa cómo se van a recoger y los análisis que se llevarán a cabo. Se deben recolectar un máximo de una muestra en blanco por matriz, por día, pero a un ritmo no superior a un blanco por cada 10 muestras. La proporción de 1:10 anula el requisito de uno por día.]

Si se recolectan blancos de equipo, bajo condiciones normales no se requieren blancos de campo y muestras vírgenes. Utilice el lenguaje de referencia a continuación o haga referencia a las secciones correspondientes en el POE de Control de Calidad y estipule en cuál apéndice se encuentra el POE.]

[Incluya esta subsección si se van a recolectar blancos de equipo, de lo contrario, bórrelo.]

[Incluya este apartado, si se van a analizar los blancos para tanto metales y compuestos orgánicos, de lo contrario borrarlo.]

Los blancos de equipo se recogen para evaluar el muestreo de campo y los procedimientos de descontaminación mediante el vertido de Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC) libre de orgánicos (para los orgánicos) o agua desionizada (para los inorgánicos) sobre el equipo de muestreo descontaminados. Se recolecta un blanco de equipo por día por matriz en que el equipo de muestreo se descontamina en el campo. Los blancos se obtienen pasando agua a través o por encima de los dispositivos de muestreo descontaminados utilizados ese día. Los blancos recolectados se analizan en busca de _____ [Incluya nombre de los analitos meta, por ejemplo, metales, hidrocarburos totales de petróleo, compuestos orgánicos volátiles, etc.].

[Incluya este apartado, si se van a analizar los blancos únicamente para compuestos orgánicos, de lo contrario bórrelo.]

Los blancos de equipo se recogen para evaluar el muestreo de campo y los procedimientos de descontaminación mediante el vertido de Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC) libre de orgánicos (para los orgánicos) o agua desionizada (para los inorgánicos) sobre el equipo de muestreo descontaminados. Se recolecta un blanco de equipo por día por matriz en que el equipo de muestreo se descontamina en el campo. Los blancos se obtienen pasando agua a través o por encima de los dispositivos de muestreo descontaminados utilizados ese día. Los blancos recolectados se analizan en busca de _____ [Incluya nombre de los analitos meta, por ejemplo, metales, hidrocarburos totales de petróleo, compuestos orgánicos volátiles, etc.]. Los blancos recolectados se analizarán para metales.

[Siempre incluya este párrafo.] Los blancos de equipo se preservan, empaican y sellan en la manera descrita para las muestras ambientales. Se asigna un número de muestra separado y número de estación para cada muestra y se enviará ciego al laboratorio.

10.1.1.2. Blancos de Campo

Los blancos de equipo se recogen cuando no es necesario el muestreo del aire y agua o no se utiliza el equipo de recolección de muestras campo (bombas dedicadas). Se recolecta un blanco de equipo por día en que el equipo de muestreo se recolecta en el campo pero el equipo no se descontamina. Estos blancos se envían al laboratorio "ciegos", empacadas como las otras muestras y cada uno con su propio número de identificación único. Tenga en cuenta que para las muestras que puedan contener compuestos orgánicos volátiles, se debe purgar agua para los blancos antes de su uso para asegurar que esté libre de orgánicos. El agua HPLC, que se utiliza a menudo para los blancos de equipo y de campo, puede contener compuestos orgánicos volátiles, si no se purga.

[Incluya esta subsección si se van a recolectar los blancos de campo; de lo contrario bórrelo. Únicamente se debe recolectar una muestra de blancos por matriz por día. Si se preparan blancos de campo, no se requieren blancos de equipo ni vírgenes bajo circunstancias normales.]

[Incluya este párrafo si se van a analizar los blancos para tanto metales como para compuestos orgánicos; de lo contrario bórralo.]

Se recolectarán los blancos de campo para evaluar si se han introducido contaminantes a las muestras durante el muestreo debido a las condiciones ambientales o de las muestras de los envases. Los blancos de campo se obtienen mediante el vertido de Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC) libre de orgánicos (para los orgánicos) o agua desionizada (para los inorgánicos) sobre el equipo de muestreo en los envases de muestras en los puntos de muestreo. Se recolecta un blanco de equipo por día por matriz en que el equipo de muestreo se descontamina en el campo. Los blancos recolectados se analizan en busca de _____ [Incluya nombre de los analitos meta, por ejemplo, metales, compuestos orgánicos volátiles, etc.].

[Incluya este párrafo si los blancos se analizan en busca de compuestos orgánicos; de lo contrario bórralo.]

Se recolectarán los blancos de campo para evaluar si se han introducido contaminantes a las muestras durante el muestreo debido a las condiciones ambientales o de las muestras de los envases. Los blancos de campo se obtienen mediante el vertido de Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC) libre de orgánicos en los envases de muestras en los puntos de muestreo. Los blancos recolectados se analizan en busca de _____ [Incluya nombre de los analitos meta, por ejemplo, metales, hidrocarburos totales de petróleo, compuestos orgánicos volátiles, etc.].

[Incluya este párrafo si los blancos se analizan en busca de metales; de lo contrario bórralo.]

Se recolectarán los blancos de campo para evaluar si se han introducido contaminantes a las muestras durante el muestreo debido a la contaminación de las muestras en los envases de muestreo. Los blancos de campo se obtienen mediante el vertido de agua desionizada en los envases de muestras en los puntos de muestreo. Los blancos recolectados se analizan en busca de metales.

[Siempre incluya este párrafo.]

Estos blancos de campo se preservan, empaican y sellan de la manera descrita en las muestras ambientales. Se asignará un número de muestra separada y número de estación a cada muestra y se envían al laboratorio ciegos.

10.1.1.3. Blancos Vírgenes

Los blancos vírgenes únicamente se requieren de no existir ningún otro tipo de blanco recolectado para el análisis de compuestos volátiles orgánicos y cuando se están recolectando muestras de aire y/o agua. Cuando se requieren blancos vírgenes, uno se envía al laboratorio para su análisis con cada envío de muestras para el análisis de VOCs. Estos blancos se envían al laboratorio "ciegos", empaçadas como las otras muestras y cada uno con su propio número de identificación único. Tenga en cuenta que para las muestras que puedan contener compuestos orgánicos volátiles, se debe purgar agua para los blancos antes de su uso para asegurar que esté libre de orgánicos. El agua de laboratorio que se utiliza para los blancos vírgenes puede contener compuestos orgánicos volátiles, si no se purga.

[Incluya esta subsección, únicamente si se recogerán muestras vírgenes, de lo contrario bórrala. Sólo se debe recolectar una muestra blanco por matriz, por día. Los blancos vírgenes únicamente afectan los esfuerzos de de muestreo de compuestos orgánicos volátiles (COV)]

Se preparan blancos vírgenes para evaluar si los procedimientos de envío y manejo están introduciendo contaminantes en las muestras, y si está ocurriendo una contaminación cruzada en la forma de una migración de VOCs entre las muestras recolectadas. Como mínimo se entregará al laboratorio un blanco virgen para su análisis con cada envío de muestras para analizar VOCs. Los blancos vírgenes son viales de 40 mL llenados con agua grado HPLC purgada de manera que esté libre de VOCs y enviadas con los envases de muestreo vacíos en el punto de muestreo antes del muestreo. Los blancos vírgenes sellados no se abren en el campo y se envían al laboratorio en la misma hielera con las muestras recolectadas para el análisis de volátiles. Los blancos vírgenes se preservan, empacan de la manera descrita para muestras ambientales. Se asigna un número separado de muestra y de estación a cada muestra virgen y se envían ciegos al laboratorio.

10.1.1.4. Blancos de Temperatura

[Incluya este párrafo con todos los planes.] Para cada hielera enviada o transportada a un laboratorio analítico se incluirá un vial de 40 ml para VOCs marcado como “blanco de temperatura.” Este blanco lo utilizará el custodio de las muestras para verificar la temperatura de las muestras inmediatamente de recibirlas.

10.1.2. Evaluación de la Variabilidad de Campo (Duplicados de Campo o Muestras Co-ubicadas)

Se recogen los duplicados de las muestras de forma simultánea con una muestra patrón de la misma fuente, en condiciones idénticas en recipientes para muestras independientes. Los duplicados de campo consisten de una muestra homogeneizada dividida en dos o más o en una muestra coincidente. Cada porción de un duplicado debe tener un número propio asignado para la muestra la cual se envía ciega al laboratorio. La muestra duplicada se trata independientemente de su contraparte a fin de evaluar el desempeño del laboratorio a través de la comparación de los resultados. Por lo menos el 10% de las muestras recogidas por evento deben ser duplicados de campo. Se debe recolectar al menos un duplicado para cada matriz muestra, pero la recolección de los mismos puede extenderse a lo largo de más de un día (por ejemplo, si se necesita más de un día para llegar a 10 muestras). Cada grupo de analitos para el cual se analiza una muestra patrón también será examinada en uno o más muestras duplicadas. Las muestras duplicadas se deben recolectar de las zonas de contaminación conocidas o sospechadas. Dado que el objetivo es evaluar la variabilidad por la técnica de muestreo y la probable heterogeneidad de la muestra, la variabilidad de la fuente es una buena razón para recoger muestras co-ubicadas, y no para evitar su recolección.

Los duplicados de las muestras de suelos se recogerán en los puntos de muestreo [Identificar los puntos de muestreo del suelo de donde se recolectarán los duplicados de las muestras o las co-colocadas para el análisis de los duplicados].

Las muestras duplicadas se recogerán de estos lugares porque [Añadir frase (s) dando una razón para recolectar los duplicados de muestras de estos lugares, por ejemplo, se sospecha que las muestras de estos lugares muestran concentraciones moderadas de contaminantes o que en los eventos anteriores de toma de muestras se han detectado niveles moderados de contaminación en el sitio o en el área de muestreo.]

[Incluya este párrafo si está recolectando muestras de suelo y analizándolos para compuestos distintos a los volátiles; de lo contrario bórrelo.]

Las muestras de suelo que deben analizarse en busca de _____ [lista de todos los métodos de análisis para este evento de muestreo, a excepción de los compuestos volátiles.] se homogeneizaron con una paleta en una cubeta desechable para muestras. Los materiales homogeneizados en la cubeta serán transferidos a los frascos de vidrio de boca ancha adecuados tanto para las muestras regulares como de duplicados. Todos los frascos designados para un análisis particular (por ejemplo, compuestos orgánicos semivolátiles) se llenarán de forma secuencial antes de que se llenen los frascos destinados a otros análisis (por ejemplo, metales).

[Incluir este apartado, si está recolectando muestras de suelo y analizando compuestos volátiles, de lo contrario bórrelo.]

Las muestras de suelo para el análisis de compuestos orgánicos volátiles no serán homogeneizadas. Las muestras Encore equivalentes desde una ubicación co-ubicada se recogerán de forma idéntica a las muestras originales, asignándoles números únicos a las muestras y enviadas ciegas al laboratorio.

[Incluya estos párrafos si está recolectando muestras de sedimentos. Si se va a efectuar un análisis de compuestos orgánicos volátiles en las muestras de sedimento, modifique el párrafo anterior para el análisis de volátiles en las muestras de suelo, cambiando “suelo” por “sedimento”]

Se recogerán los duplicados de las muestras en los puntos de muestreo _____ [Identificar las ubicaciones de las muestras de sedimentos de las cuales se obtienen las muestras duplicadas o co-ubicadas para el análisis de duplicados].

Las muestras duplicadas se recogerán de estos lugares porque [Añadir frase (s) dando una razón para recolectar los duplicados de muestras de estos lugares, por ejemplo, se sospecha que las muestras de estos lugares muestran concentraciones moderadas de contaminantes o que en los eventos anteriores de toma de muestras se han detectado niveles moderados de contaminación en el sitio o en el área de muestreo.]

Las muestras de sedimentos se homogeneizaron con una paleta en una cubeta desechable de 1 galón para muestras. Los materiales homogeneizados en la cubeta serán transferidos a los frascos de vidrio de boca ancha adecuados tanto para las muestras regulares como de duplicados. Todos los frascos designados para un análisis particular (por ejemplo, compuestos orgánicos semivolátiles) se llenarán de forma secuencial antes de que se llenen los frascos destinados a otros análisis (por ejemplo, metales).

[Incluya este párrafo si está recolectando muestras de agua.]

Las muestras de agua duplicadas se recolectarán para los números de de muestras de agua _____ [los números de las muestras de agua que se dividirán para el análisis duplicado]. Las muestras duplicadas se recogerán de estos lugares porque _____ **[Añadir frase (s) dando una razón para recolectar los duplicados de muestras de estos lugares, por ejemplo, se sospecha que las muestras de estos lugares muestran concentraciones moderadas de contaminantes o que en los eventos anteriores de toma de muestras se han detectado niveles moderados de contaminación en el sitio o en el área de muestreo.]** Cuando se recolectan muestras de agua duplicadas, las botellas con los dos números diferentes de identificación de muestra se alternarán en la secuencia del proceso de llenado (Ej.: una secuencia típica de llenado sería, GW-2 designación VOC, GW-4 designación VOC (duplicado de GW-2); metales, designación GW-2, metales, designación GW-4, (duplicado de GW-2) etc.). Note que las botellas para un tipo de análisis serán llenadas antes que las botellas para el siguiente

análisis. Los volátiles siempre se llenan primero.

[Siempre incluye este párrafo.]

Estos duplicados de las muestras se preservan, empaquetan y sellan de la misma manera que para otras muestras de la misma matriz. Se asignará un número de muestra separada y número de estación a cada duplicado y se envía ciego al laboratorio.

10.2. Muestras de Antecedentes

Las muestras de antecedentes se recogen en situaciones en las que existe la posibilidad de presencia de niveles nativos o ambientales de uno o varios analitos meta o cuando uno de los objetivos del evento del muestreo es diferenciar entre las contribuciones de los contaminantes tanto en el sitio como fuera del sitio. Se eligen una o varias ubicaciones libres de contaminación en el sitio o la zona de muestreo, pero que tengan una geología, hidrogeología, u otras características similares, a los lugares de muestreo propuestos que pudieran verse afectados por las actividades en el sitio. Por ejemplo, un área adyacente a, pero retirada del sitio, aguas arriba de los puntos de muestreo, o hasta un gradiente hacia arriba o transversal del agua subterránea bajo el sitio. No todos los eventos de muestreo requieren muestras de antecedentes.

[Especifique las ubicaciones de muestreo que han sido designadas como de antecedente. Incluya una justificación para la recolección de muestras de antecedente de estos lugares y describa o haga una referencia de los procedimientos de muestreo y análisis que se seguirán para recoger estas muestras.]

10.3. Análisis de Campo y Muestras de Confirmación

Para los proyectos en que se utilizan métodos de análisis de campo (por lo general se definen como las pruebas de campo con ayuda de equipos de prueba, kits de inmunoensayo, o mediciones del gas en el suelo o su equivalente, pero no suelen definirse como el uso de un laboratorio móvil que genera datos equivalentes a los de un laboratorio fijo), se deben describir dos aspectos de las pruebas. Primero, el control de calidad que se llevará a cabo en conjunción con el método de análisis de campo mismo, y, segundo, los análisis fijos de confirmación del laboratorio que se realizarán. Los criterios de admisión de estas pruebas de CC se deben definir en estas secciones y no en la sección de DQO.

10.3.1. Muestras de Análisis de Campo

[Para los proyectos en que se utilizan métodos de análisis de campo, describa el control de calidad de las muestras que se realizarán en el campo para garantizar que el método de análisis está funcionando correctamente. Por lo general, consisten de una combinación de duplicados de campo y de muestras de antecedentes (limpias). La discusión debe especificar los criterios de aceptación y de medidas correctoras que deban adoptarse si los resultados no están dentro de límites definidos. Discuta las pruebas de confirmación a continuación.]

10.3.2. Muestras de Confirmación

Si el evento de muestreo previsto incluye una combinación de análisis de campo y confirmaciones fijas de laboratorio, esta sección debe describir la frecuencia con que las muestras de confirmación se deben recoger y los criterios que se utilizarán para seleccionar los lugares de confirmación. Ambos serán dependientes de la utilización de los datos en la toma de decisiones. Se recomienda que el proceso de selección esté dentro del mínimo del 10% y que el criterio de selección incluya controles tanto para los falsos positivos (es decir, análisis de campo no válidos o las concentraciones no son exactas) y falsos negativos (es decir, la sustancia analizada no se detectó en el campo). Debido a que muchas técnicas de

análisis de campo son menos sensibles que los métodos de laboratorio, la detección de falsos negativos es especialmente importante a menos que el método de campo esté por debajo del nivel de acción para la toma de cualquier decisión. Se recomienda seleccionar algunos "hallazgos" y que otros sitios se elijan al azar.

[Describa el muestreo de confirmación. Discuta la frecuencia con que las muestras se van a confirmar y cómo se elegirá la ubicación. Defina los criterios de aceptación de los resultados de confirmación (por ejemplo, # RPD 25%) y las acciones correctoras que deban adoptarse en caso de que no se confirmen las muestras.]

10.3.3. Muestras Divididas

Las muestras divididas se definen de manera distinta según la organización, pero para propósito de esta guía, las muestras divididas son las que se dividen entre dos o más laboratorios con el fin de proporcionar una comparación entre laboratorios o entre organizaciones. Por lo general, una organización (por ejemplo, una parte responsable) recoge las muestras y proporciona material suficiente a la otra organización (por ejemplo, la EPA) para que puedan llevar a cabo análisis independientes. Se espera que la parte muestreadora haya preparado un plan de muestreo que la Oficina de control de calidad haya revisado y aprobado previamente y que describa los puntos de muestreo y los criterios para su elección, métodos de muestreo y análisis.

[Describa el propósito de la toma de muestras divididas. Incluya referencias al plan de muestreo aprobado de la parte que recoge las muestras. Proporcionar una justificación de los puntos de muestreo en las que se obtendrán las muestras divididas y describa cómo estos lugares son representativos del evento de toma de muestras en su conjunto. Describa cómo los resultados se deben comparar y defina los criterios bajo los cuales se medirá el acuerdo. Discuta las medidas correctoras que deban adoptarse si resulta que los resultados no están de acuerdo.]

10.4. Muestras de Control de Calidad de Laboratorio

Las muestras de Control de Calidad de Laboratorio (QC) se analizaron en el marco de prácticas de laboratorio estándar. El laboratorio controla la precisión y exactitud de los resultados de sus procedimientos analíticos mediante el análisis de muestras de control de calidad. En parte, las muestras de control de calidad de laboratorio consisten en la matriz fortificada/matriz fortificada de duplicados de las muestras para los análisis orgánicos, y la matriz fortificada de duplicados de las muestras para los análisis inorgánicos. El término de "matriz" se refiere al uso del medio real de recolección en el campo (por ejemplo, muestras de suelo y agua de rutina).

Las muestras de Control de Calidad de Laboratorio son muestras de una alícuota (sub conjunto) de la muestra del campo. No son una muestra por separado, sino una designación especial de una muestra existente.

[Incluya el siguiente texto si las muestras de suelo se deberán recoger de un modo diferente al COV, de lo contrario bórralo.]

Una muestra de suelo recolectada de forma rutinaria (un envase de muestra completa de 8-oz o dos frascos de 120 ml) contienen un volumen suficiente tanto para el análisis de muestras de rutina y otros análisis de control de calidad de laboratorio. Por lo tanto, no se incluirá una muestra de suelo independiente para fines de control de calidad del laboratorio. [Incluya el siguiente texto si las muestras

de suelo se deberán recoger de un modo diferente al de los COV. De lo contrario bórrelo.] Las muestras de suelo para el análisis de los compuestos orgánicos volátiles para propósitos de control de calidad de laboratorio se obtendrán mediante la recolección del doble del número de muestras Encore equivalente desde un punto co-ubicado en la misma forma que las muestras originales, a las que se les asigna un número único de muestra y que se envían ciegas al laboratorio.

[Incluya el siguiente texto si se van a recolectar muestras de agua. De lo contrario bórrelo]

Respecto de las muestras de agua, se suministran dobles volúmenes de muestras al laboratorio para fines de control de calidad. Se llenan dos juegos de envases con muestras de agua y todos los contenedores se etiquetan con un número único de muestra.

Para las muestras de COV esto resultaría en 6 viales en vez de los 3 recolectados, para los plaguicidas y muestras semivolátiles serían de 4 litros en lugar de 2, etc.

El laboratorio debe estar alerta en cuanto a cuál muestra se va a utilizar para el análisis de control de calidad, anotando en la etiqueta del envase de la muestra el registro de la cadena de custodia o de la lista de embalaje. Como mínimo, se requiere una muestra de control de calidad de laboratorio por cada 14 días o una cada 20 muestras (incluyendo blancos y duplicados), lo que sea mayor. Si el evento de la muestra dura más de 14 días o implica la colección de más de 20 muestras por matriz, se designarán otras muestras de control de calidad.

Para este evento de muestreo, las muestras recogidas en los siguientes lugares se designarán como muestras de CC de laboratorio: [Si una matriz no se muestra, suprima la referencia a esa matriz.]

- Para muestras de suelo _____ [Liste los puntos de las muestras de suelo y los números designados para AC/CC.]
- Para muestras de sedimentos _____ [Liste los puntos de muestras de sedimentos y los números designados para AC/CC.]
- Para muestras de agua _____ [Liste los puntos de muestras de sedimentos y los números designados para AC/CC.]

[Añadir un párrafo que explique por qué estos puntos de muestreo fueron elegidos para muestras de AC / CC. Las muestras AC /CC son muestras de las que cabe esperar que contengan niveles moderados de contaminación. Otra razón fundamental debe justificar la selección de AC / CC con base en muestras a las que previamente se les ha detectado una contaminación en el lugar o el área de muestreo, sitio histórico u operaciones en la zona de toma de muestras, o la deposición esperada de contaminantes/inmigración, etc.]

11 VARIACIONES DE CAMPO

[No es raro encontrar que, en la fecha del muestreo real, las condiciones sean diferentes a las expectativas de tal manera que los cambios deben hacerse al POS una vez que los muestreadores estén en el campo. El párrafo siguiente proporciona un medio para documentar las desviaciones o variaciones. Adopte el párrafo tal como esta, o modifíquelo a manera que se ajuste a las condiciones específicas del proyecto.]

Como las condiciones en el campo pueden variar, podría ser necesario aplicar pequeñas modificaciones al muestreo según a como se presenta en este plan. Cuando proceda, la Oficina de control de calidad

será notificada y se obtendrá una aprobación verbal antes de implementar los cambios. Las modificaciones al plan aprobado serán documentadas en el informe del proyecto de muestreo.

12 PROCEDIMIENTOS DE SALUD DE CAMPO Y SEGURIDAD

[Describa cualquier organismo, programa o proyecto específico de la salud y la seguridad que deben seguirse en el campo, incluidos los equipos de seguridad y ropa que puedan ser necesarios, la explicación de los peligros potenciales que se pueden encontrar, y la ubicación y la ruta hasta el hospital o centro de tratamiento médico. Se puede incluir una copia del plan de organización de la salud y seguridad en el apéndice y se le hace una referencia en esta sección.]