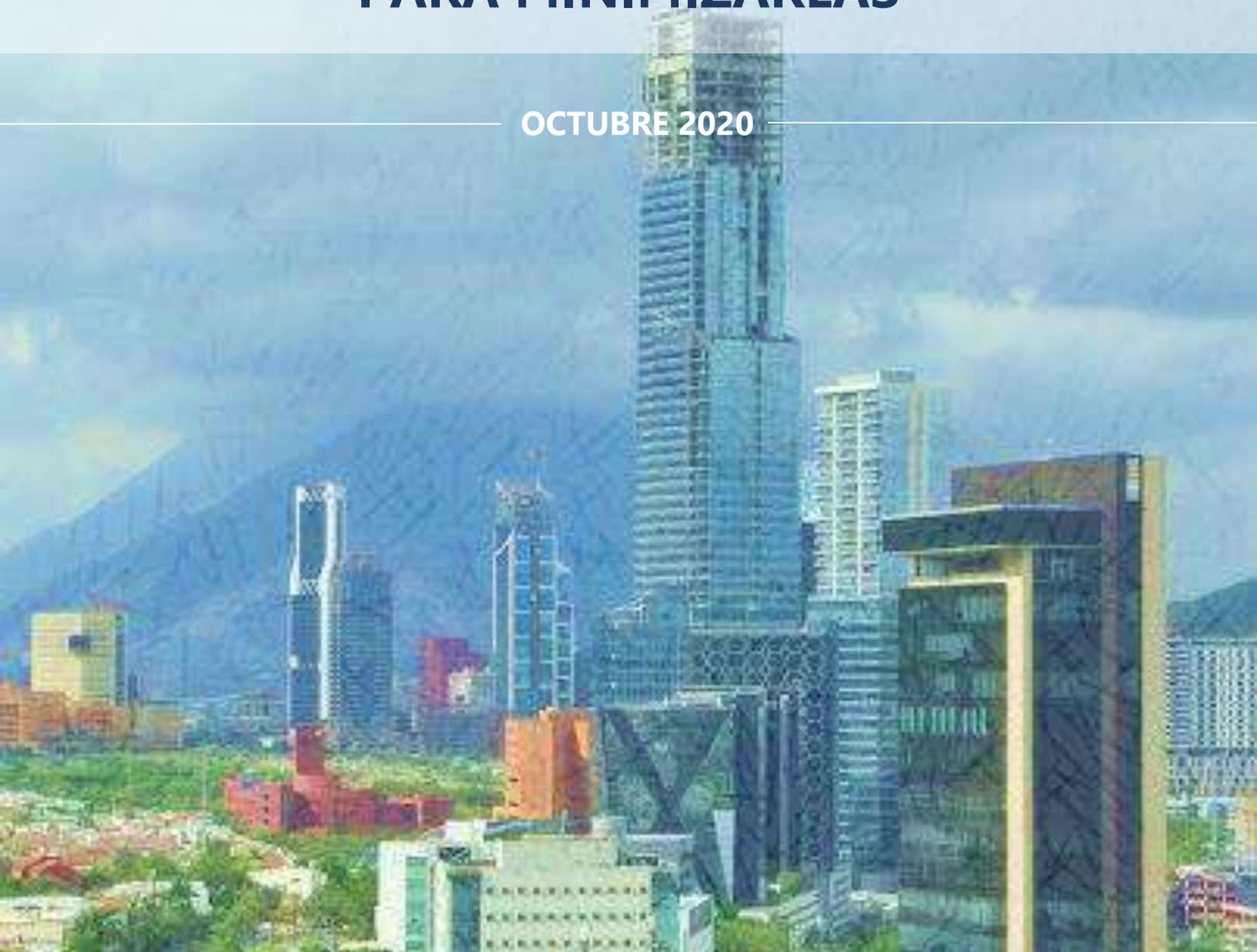


# EMISIONES DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN EN MONTERREY Y MEJORES PRÁCTICAS PARA MINIMIZARLAS

OCTUBRE 2020



Cámara Mexicana de la  
Industria de la Construcción  
Delegación Nuevo León

# **PREPARADO POR:**

---

**MONTERREY, NUEVO LEÓN OCTUBRE DE 2020**

**DR. ALFONSO MARTÍNEZ MUÑOZ  
DR. HORACIO VILLALÓN MENDOZA  
BIÓL. SELENE MARTÍNEZ GUAJARDO**

# Índice

<b>ÍNDICE</b>	<b>3</b>
<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS</b>	<b>7</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>13</b>
1.1 EMISIONES DE LAS ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN EN NUEVO LEÓN	13
1.2 ALCANCE Y APLICABILIDAD	16
1.3 PROPÓSITO DEL ESCRITO	17
1.4 COSTOS Y AHORROS	18
<b>2. PREPARACIÓN DE UN PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL</b>	<b>19</b>
2.1 INTRODUCCIÓN	19
2.2 CONTENIDO DEL PLAN	19
<b>3. ÍNDICE DE ACCIONES PARA MITIGAR LAS EMISIONES DURANTE LA CONSTRUCCIÓN Y LA DEMOLICIÓN</b>	<b>21</b>
3.1 INTRODUCCIÓN	21
<b>4. USO DE SUPRESORES DE POLVO EN SITIOS DE CONSTRUCCIÓN</b>	<b>22</b>
4.1 CONTENIDO DEL PLAN	22
4.2 FACTORES A CONSIDERAR	24
<b>5. CONSIDERACIONES DE DISEÑO PARA REDUCIR LAS EMISIONES EN LA CONSTRUCCIÓN Y EDIFICACIÓN</b>	<b>30</b>
5.1 INTRODUCCIÓN	30
5.2 PLAN PARA MINIMIZAR LA GENERACIÓN DE POLVO	31
5.3 ELEGIR MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN PARA REDUCIR LA GENERACIÓN DE POLVO	33
5.4 MITIGAR LA CONGESTIÓN DE AVENIDAS	34
5.5 MINIMIZAR DISTANCIAS RECORRIDAS PARA LA ENTREGA DE MATERIALES	35
5.6 UTILIZAR MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN ECOLÓGICOS	36
5.6.1 ELECCIÓN DEL TIPO DE SUPERFICIE DE LA CARRETERA	36
5.7 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN PARA LA MÁXIMA EFICIENCIA ENERGÉTICA	37

<b>6. REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES DE POLVO FUGITIVO DE LOS SITIOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN</b>	<b>38</b>
<b>6.1 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN PARA LA MÁXIMA EFICIENCIA ENERGÉTICA</b>	<b>38</b>
<b>6.2 PREPARACIÓN DEL SITIO</b>	<b>38</b>
6.2.1 PROYECTE EL SITIO DE CONSTRUCCIÓN EN FASES	39
6.2.2 UTILIZAR CERCADO DE VIENTO	39
6.2.3 ESTABILIZAR SUPERFICIES DE MOVIMIENTOS DE TIERRA COMPLETAS CON VEGETACIÓN	40
6.2.4 ESTABILIZAR SUPERFICIES DE MOVIMIENTOS DE TIERRA TERMINADOS CON PIEDRA/SUELO/GEOTEXTILES	42
6.2.5 CREAR CRESTAS PARA EVITAR EL POLVO	42
6.2.6 SUELO COMPACTO PERTURBADO	43
6.2.7 ELIMINAR LA QUEMA ABIERTA	43
6.2.8 DONDE SEA POSIBLE, REDUZCA CIERTAS ACTIVIDADES DURANTE CONDICIONES DE FUERTES VIENTOS	43
<b>6.3 PILAS DE ALMACENAMIENTO</b>	<b>44</b>
6.3.1 LAS ACTIVIDADES DE LA PILA DE ALMACENAMIENTO DEBEN REALIZARSE A FAVOR DEL VIENTO	44
6.3.2 UTILIZAR RECINTOS/CUBIERTAS PARA PILAS DE ALMACENAMIENTO	45
6.3.3 UTILIZAR CERCAS DE VIENTO/ PANTALLAS PARA PILAS DE ALMACENAMIENTO	46
6.3.4 USAR LA CUBIERTA VEGETAL COMO PROTECCIÓN CONTRA EL VIENTO	48
6.3.5 FORMAR CORRECTAMENTE LAS PILAS DE ALMACENAMIENTO	48
6.3.6 PROGRAMAR ADECUADAMENTE LA ENTREGA DE MATERIALES DE JARDINERÍA	49
<b>6.4 MANEJO DE MATERIALES Y SISTEMAS DE TRANSFERENCIA</b>	<b>49</b>
6.4.1 CONTROL DE BARRO Y SUCIEDAD ADHERIDA A LOS VEHÍCULOS	49
6.4.1.1 Limpieza de calles	50
6.4.1.2 Caminos de acarreo	51
6.4.1.3 Dispositivos de control de rastreo	52
6.4.1.4 Lavado de camiones	53
6.4.1.5 Restricciones de sitio	53
6.4.2 MINIMICE LA CAÍDA DE MATERIAL EN EL PUNTO DE TRANSFERENCIA Y EL RECINTO	54
6.4.3 UTILIZAR SISTEMAS DE SUPRESIÓN A BASE DE ESPUMA	54
6.4.4 CARGAS SEGURAS EN CAMIONES DE ACARREO	55
6.4.4.1 Recintos parciales o totales	56
6.4.4.2 Francobordo	56
6.4.4.3 Cargador	57
6.4.5 PREVENIR EMISIONES DE PM POR DERRAMES	57
6.4.6 MINIMIZAR LAS OPERACIONES DE MANEJO DE MATERIALES	58
6.4.7 UTILIZAR BARRERAS DE VIENTO	58
6.4.8 DONDE SEA POSIBLE, REDUZCA CIERTAS ACTIVIDADES DURANTE CONDICIONES VENTOSAS	58
<b>6.5 SUPERFICIES DE RODAMIENTO</b>	<b>59</b>
6.5.1 ESTABLECER RUTAS DE DESCANSO DE VEHÍCULOS EN EL SITIO	59
6.5.2 MEJORAS EN LAS SUPERFICIES DE CAMINOS SIN PAVIMENTAR	60
<b>6.6 PROCESOS DE FABRICACIÓN</b>	<b>61</b>
6.6.1 CORTES, MOLIENDA Y PERFORACIÓN	62
6.6.1.1 Consideraciones en el diseño para evitar las aglomeraciones de corte	63
6.6.2 ARENAS DURADERAS Y LIMPIEZA DE FACHADAS	64
6.6.2.1 Utilizar procesos húmedos u otros procesos que minimicen la generación de polvo	64
6.6.2.2 Utilizar recintos	64

6.6.2.3	Estabilizar la materia particulada en el área circundante después de la voladura	65
6.6.2.4	Abrasivos	65
6.6.3	CORTE DE HORMIGÓN	66
6.6.4	PROCESOS DE MEZCLA	66
6.6.5	ACABADO Y RENOVACIÓN INTERNOS Y EXTERNOS	67
<b>6.7</b>	<b>DEMOLICIÓN Y DECONSTRUCCIÓN</b>	<b>67</b>
6.7.1	APLICAR TÉCNICAS DE DECONSTRUCCIÓN	68
6.7.2	MINIMIZAR LAS ALTURAS DE CAÍDA DE ESCOMBROS	68
6.7.3	CIERRE DE TOBOGANES Y CUBOS DE BASURA	68
6.7.4	USO DE SISTEMAS DE NEBULIZACIÓN	69
6.7.5	BARRERAS PARA PREVENIR LA DISPERSIÓN	69
6.7.6	EVITAR VOLADURAS CUANDO SEA FACTIBLE	70
6.7.7	VACIADO DE ESCOMBROS	70
6.7.8	PRÁCTICAS DE TRABAJO PARA CARGAR ESCOMBROS	70
6.7.9	EVITE EL ALMACENAMIENTO PROLONGADO DE ESCOMBROS	71
<b>7.</b>	<b>REDUCCIÓN DE OTRAS EMISIONES EN SITIOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN</b>	<b>71</b>
<hr/>		
<b>7.1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>71</b>
<b>7.2</b>	<b>MOTORES DE VEHÍCULOS Y EQUIPOS</b>	<b>72</b>
7.2.1	USAR FILTROS DE PARTÍCULAS DIÉSEL	72
7.2.2	USAR CATALIZADORES A BASE DE COMBUSTIBLES	73
7.2.3	UTILIZAR CATALIZADORES DE OXIDACIÓN DIÉSEL	74
7.2.4	ASEGURARSE DE QUE LOS CONVERTIDORES CATALÍTICOS ESTÉN FUNCIONANDO DE MANERA EFICIENTE	74
7.2.5	MANTENER ADECUADAMENTE LOS MOTORES Y LOS SISTEMAS DE ESCAPE	76
7.2.6	USAR DIÉSEL CON BAJO CONTENIDO DE AZUFRE	76
7.2.7	COMBUSTIBLES ALTERNATIVOS	77
7.2.8	REDUCIR O ELIMINAR EL TIEMPO DE INACTIVIDAD	77
7.2.9	EVALUAR ALTERNATIVAS PARA CALEFACCIÓN Y AIRE ACONDICIONADO PARA VEHÍCULOS TODO TERRENO	78
7.2.10	MINIMIZAR ARRANQUES EN FRÍO	79
7.2.11	LAS PÉRDIDAS POR EVAPORACIÓN DEBEN MINIMIZARSE	79
<b>7.3</b>	<b>PRODUCCIÓN DE PLANTAS PORTÁTILES DE MEZCLA DE ASFALTO EN CALIENTE</b>	<b>80</b>
7.3.1	MANTENER LA PROPORCIÓN ADECUADA DE AIRE EN EL SISTEMA DE COMBUSTIÓN	80
7.3.2	LOS SISTEMAS DE QUEMADORES Y AIRE DEBEN INSPECCIONARSE Y MANTENERSE REGULARMENTE	81
7.3.3	REALIZAR INSPECCIONES PERIÓDICAS DE OTROS EQUIPOS	82
7.3.4	LOS TERMOPARES Y OTROS SENSORES DEBEN CALIBRARSE REGULARMENTE	83
7.3.5	COMBUSTIBLES CON BAJO CONTENIDO DE AZUFRE	83
<b>7.4</b>	<b>COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES</b>	<b>83</b>
7.4.1	REVESTIMIENTOS ARQUITECTÓNICOS DE SUPERFICIE	84
7.4.1.1	Recubrimiento duradero y de alto rendimiento con baja producción de COVs	85
7.4.1.2	Las emisiones de COVs del almacenamiento, manipulación y preparación de recubrimientos deben minimizarse	86
7.4.1.3	El desperdicio de recubrimientos por derrames y salpicaduras debe minimizarse	87
7.4.1.4	Superficie a revestir debe estar debidamente preparada	88
7.4.1.5	Los operadores de pistolas pulverizadoras deben utilizar técnicas de aplicación correctas	89
7.4.1.6	Técnicas alternativas de aplicación de revestimientos	91

7.4.1.7	Alternativa de limpieza o de bajo COVs de limpieza	91
7.4.1.8	Los solventes utilizados para la limpieza deben ser minimizados	91
7.4.1.9	Prácticas de acabado alternativos deben ser usados	93
7.4.2	OPERACIONES DE MARCADO DEL TRÁFICO	93
7.4.3	PAVIMENTACIÓN DE CONCRETO ASFÁLTICO	94
7.4.3.1	El uso de asfalto emulsionado debe estar restringido	94
7.4.3.2	La temperatura de las operaciones de asfalto debe ser monitoreada y controlada	95
7.4.4	HERVIDORES DE TECHOS DE ASFALTO	95
7.4.4.1	La temperatura del material dentro de la caldera de techo debe estar restringida	95
7.4.4.2	Ajustar tapas en los hervidores de techos	96
7.4.4.3	La ventilación de la caldera debe mantenerse cerrada	96
7.4.4.4	Todos los hervidores de techo deben estar equipados con cámaras de postcombustión	97

---

**8. MEDICIÓN/MONITOREO Y MANTENIMIENTO DE REGISTROS** **97**

<b>8.1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>97</b>
<b>8.2</b>	<b>MEDICIÓN Y MONITOREO</b>	<b>98</b>
8.2.1	MONITOREO DE OPACIDAD	98
8.2.2	SUPERFICIES ESTABILIZADAS	100
8.2.3	VELOCIDAD DEL VIENTO	101
<b>8.3</b>	<b>MANTENIMIENTO DE REGISTROS</b>	<b>104</b>

## Glosario de términos

**Acciones para reducir las emisiones:** cualquier aplicación de tecnologías o prácticas que contribuya a reducir las emisiones de contaminantes al medio ambiente.

**Operación activa:** actividad capaz de generar polvo fugitivo, incluida cualquier pila de almacenamiento abierta, actividad de movimiento de tierras, actividad de construcción / demolición, área de superficie perturbada y movimiento de vehículos de motor que no sea de emergencia en carreteras sin pavimentar y estacionamientos.

**Anemómetro:** dispositivo utilizado para medir la velocidad y dirección del viento.

**Delantal:** material (p. Ej., Asfalto, grava) que cubre la distancia recorrida por los vehículos de construcción en los puntos de entrada/salida de los sitios de construcción.

**Asfalto:** una mezcla sólida o semisólida de betún negro parduzco obtenida de depósitos nativos o como subproducto del petróleo y utilizada en techos y construcción de carreteras.

**Material a granel:** cualquier material que incluya, entre otros, tierra, roca, limo, sedimento, arena, grava, tierra, relleno, agregado de menos de 5 centímetros de largo o diámetro, tierra, barro, escombros de demolición, basura, cenizas, piedra pómez, tierra polvo y concreto seco, que son capaces de producir polvo fugitivo en un sitio de construcción.

**Paso de alquitrán de hulla:** una sustancia espesa, oscura y pegajosa obtenida del residuo de destilación del alquitrán de hulla.

**Actividades de construcción:** cualquier actividad en el sitio de preparación o relacionada con la construcción, alteración, rehabilitación o mejora de la propiedad, incluidas, entre otras, las siguientes actividades: nivelación, excavación, excavación de zanjas, carga, viajes en vehículos, aplastamiento, voladuras, cortar, planear, dar forma, romper, áreas de almacenamiento/almacenamiento de equipos, actividades de eliminación de malezas o agregar o quitar materiales a granel de las pilas de almacenamiento.

**Asfalto recortado:** cemento asfáltico que se ha licuado mezclándolo con solventes de petróleo (diluyentes). Tras la exposición a condiciones atmosféricas, los diluyentes se evaporan, dejando que el cemento asfáltico realice su función.

**Actividades de demolición:** sacar cualquier elemento estructural de soporte de carga de una estructura o de la construcción y las operaciones de manipulación relacionadas a la quema intencional de cualquier estructura o del edificio.

**Área de superficie perturbada:** porción de la superficie de la tierra que se ha movido físicamente, descubierto, desestabilizado o modificado de otra manera de su condición natural no perturbada, lo que aumenta el potencial de emisión de polvo fugitivo. Un área perturbada de superficie no incluye áreas restauradas a un estado natural con características de cobertura del suelo y vegetativas similares a las condiciones naturales adyacentes.

**Emisiones de polvo:** liberaciones al aire de partículas finas (generalmente PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>).

**Operación generadora de polvo:** cualquier actividad capaz de generar polvo fugitivo, que incluye, entre otros, desmonte, movimiento de tierras, eliminación de malezas mediante deshuesado o excavación, excavación, construcción, demolición, manejo de materiales, operaciones de almacenamiento y/o transporte, uso y movimiento de vehículos., operaciones sobre de cualquier equipo al aire libre o de estacionamiento sin pavimentar lotes.

**Supresor de polvo:** agua, materiales higroscópicos o estabilizadores químicos no tóxicos utilizados como tratamiento del suelo para reducir las emisiones de polvo fugitivo.

**Operación pesada:** el uso de cualquier equipo para una actividad que puede generar polvo fugitivo, tal como, pero no limitado a, el corte y relleno, nivelar, excavar zanjas, carga o descarga de materiales a granel, demolición, voladura, perforación, agregado o eliminación de materiales a granel de espacios abiertos, el acolchado de suelos, operaciones de rellenos o tiraderos, o reducción de la vegetación con implementos mecánicos

**Asfalto emulsionado:** una emulsión de cemento asfáltico y agua que contiene una pequeña cantidad de un agente emulsionante. Es un sistema heterogéneo que contiene dos fases normalmente inmiscibles (asfalto y agua) en las que el agua forma la fase continua de la emulsión y los diminutos glóbulos de asfalto forman

la fase discontinua.

**Polvo fugitivo:** cualquier material particulado en suspensión en el aire, que no sea emitido por una chimenea de escape, directa o indirectamente como resultado de la actividad humana.

**Almohadilla de grava:** una capa de grava lavada, roca o roca triturada que tiene al menos 2.5 centímetros o más de diámetro, mantenida en el punto de intersección de una carretera pública pavimentada y un sitio de trabajo o entrada de fuente para desalojar el barro, la suciedad y/o restos de llanta de los vehículos de motor o camiones de acarreo antes de abandonar el sitio de trabajo.

**Área de lavado:** un dispositivo mantenido en el punto de intersección de una carretera pública pavimentada y un sitio de trabajo o entrada de fuente para desalojar el barro, la suciedad y/o los escombros de los neumáticos de los vehículos de motor o camiones de acarreo antes de abandonar el sitio de trabajo.

**Accesorios para acarreo:** sección total o parcialmente abierta de cuerpo propulsado por el vehículo, tales como (pero no limitado a) remolques u otras secciones que están conectadas a los propulsados por la parte real motorizada del vehículo utilizado para el transporte de material.

**Condiciones de vientos fuertes:** cuando las velocidades del viento instantáneas superan los 40 km/hr.

**Área de superficie perturbada inactiva:** cualquier área de superficie perturbada en la que no se hayan producido operaciones activas o que no se espere que ocurran durante un período de 10 días consecutivos.

**Microgramo:** millonésima de un gramo.

**Micrón:** una unidad métrica de longitud igual a una millonésima parte de un metro o 1/100 del ancho de un cabello humano.

**Vehículo todoterreno:** cualquier medio de transporte autopropulsado diseñado específicamente para uso todoterreno, incluidos, entre otros, bulldozers, cargadores, excavadoras, niveladoras, camiones todoterreno, carretillas elevadoras, vehículos todo terreno.

**Opacidad:** el grado en que las emisiones reducen la transmisión de la luz oscurecen la vista de un objeto en el fondo.

**Pila de almacenamiento abierta:** cualquier acumulación de material a granel con un contenido de limo de 5% o más que no esté completamente cerrado, cubierto o estabilizado químicamente, y que alcance una altura 90 centímetros o más y un área de superficie total 15 metros cuadrados.

**Material particulado (PM):** el término para las partículas que se encuentran en el aire, incluidos el polvo, la suciedad, el hollín, el humo y las gotas de líquido. Algunas partículas son lo suficientemente grandes u oscuras como para verse como polvo o humo. Otros son tan pequeños que individualmente solo pueden detectarse con un microscopio electrónico.

**PM<sub>10</sub>:** la materia en partículas que es menor de 10 micrones de diámetro.

**PM<sub>2.5</sub>:** material particulado que tiene menos de 2.5 micrones de diámetro.

**Equipo de toma de fuerza:** un accesorio que se monta en una transmisión, lo que permite que la energía se transfiera fuera de la transmisión a un eje o una línea de transmisión. Algunos ejemplos de vehículos con equipo de toma de fuerza son mezcladoras de cemento, camiones con cabrestantes hidráulicos, transportadores de automóviles, grúas móviles y camiones de limpieza de alcantarillado.

**Porosidad:** la tela o materiales de la valla/barrera son mayores que el 50% de toda la superficie. Los agujeros en la valla/barrera serán menores que 50% de toda la superficie de área.

**Práctica para la reducción de emisiones:** una técnica o procedimiento preventivo o concurrente para minimizar la generación, emisión, arrastre, suspensión y/o transporte aéreo de polvo fugitivo. Ejemplo: conducir lentamente por una carretera sin pavimentar.

**Carretera pública:** cualquier carretera que esté abierta al transporte público.

**Construcción de carreteras:** el uso de cualquier equipo para la pavimentación o nueva construcción de una superficie de carretera o calle.

**Hervidor de techo:** un dispositivo que se utiliza para calentar y derretir el alquitrán de asfalto o alquitrán de hulla para que se pueda aplicar sobre un tejado para proporcionar un revestimiento protector.

**Limo:** cualquier material a granel con un tamaño de partícula inferior a 75 micras de diámetro que pasa a través de un tamiz Número 200 según lo determinado por el Método de prueba *C136* de la American Society of Testing Materials (ASTM).

**Estabilizado:** una condición en la que la superficie del suelo está húmeda, con costra, cubierta o asegurada de otra manera, de modo que las partículas de polvo no se transportan al aire incluso con viento fuerte.

**Superficie estabilizada:** cualquier área de superficie previamente perturbada o pila de almacenamiento abierta que, mediante la aplicación de supresores de polvo, muestra evidencia visual u otra de formación de costras en la superficie y es resistente al polvo fugitivo impulsado por el viento y se demuestra que está estabilizada.

**Tensioactivo:** un compuesto o elemento que reduce la tensión superficial de un líquido. El término se utiliza en este escrito para describir los humectantes y los adyuvantes de pulverización diseñados para promover la aplicación económica del agua a los suelos hidrófobos. Los tensioactivos evitan la deriva, disminuyen la escorrentía, aumentan las propiedades de penetración y humectación y promueven patrones de pulverización más uniformes y consistentes.

**Tecnología para la reducción de emisiones:** una pieza de equipo, sustancia, dispositivo o artificio relacionado que sirve para reducir las emisiones a través de su utilización. Ejemplo: aplicación de supresores de polvo en carreteras sin pavimentar.

**Material adherido:** todos y cada uno de los materiales a granel que se adhieren y aglomeran en la superficie exterior de los vehículos de motor, camiones de acarreo y/o equipos (incluidos los neumáticos) y que han caído en una calle pavimentada. El material se puede eliminar con una barredora de vacío o una escoba en condiciones normales de funcionamiento.

**Dispositivo de control de rastreo:** una plataforma de grava, un sistema de lavado de ruedas o un área pavimentada, ubicada en el punto de intersección de un área no pavimentada y una carretera pavimentada que controla o evita el rastreo de vehículos.

**Punto de transferencia:** un punto en una operación de transporte donde un agregado u otro material similar se transfiere hacia o desde una cinta

transportadora, excepto donde el material se transfiere a una pila de almacenamiento.

**Camino sin pavimentar:** cualquier camino recto o curva larga bien definido para los vehículos de motor, no cubiertos por uno de los siguientes: hormigón, hormigón asfáltico, o asfalto.

**Barrera contra el viento:** cualquier estructura construida a lo largo de los límites de una fuente para reducir la cantidad de polvo soplado por el viento que sale del sitio. La creación de una barrera de viento incluye (pero no se limita) a la instalación de vallas viento, la construcción de muros de contención o la plantación de árboles de modo que bloqueen el viento.

**Cercado contra el viento:** una barrera de 1 a 1.5 metros con un 50% o menos de porosidad ubicada adyacente a carreteras o áreas urbanas.

**Prácticas laborales:** una técnica o procedimiento operativo utilizado para minimizar la generación, emisión, arrastre, suspensión y/o transporte aéreo de polvo fugitivo.

**Agitador de ruedas:** un dispositivo capaz de esparcir la banda de rodadura sobre los neumáticos y sacudir las ruedas y los ejes de los vehículos con el fin de liberar barro, tierra y rocas de los neumáticos y el tren de rodaje para evitar el arrastre de estos materiales en superficies pavimentadas.

**Lavadora de ruedas:** una estación o dispositivo, ya sea temporal o permanente, que utiliza un baño o un rocío de agua con el fin de limpiar el barro, la tierra y las rocas de los neumáticos y el tren de rodaje de los vehículos para evitar el rastreo de esos materiales en superficies pavimentadas.

# 1. Introducción

## 1.1 Emisiones de las actividades de construcción en Nuevo León

Las actividades de construcción y de demolición emiten diferentes contaminantes que contribuyen a la mala calidad del aire y a la formación de ozono a nivel del suelo. Los principales contaminantes emitidos son material particulado (PM), compuestos orgánicos volátiles (COVs), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>). El [Inventario Nacional de Emisiones \(2016\)](#) elaborado por la SEMARNAT muestra que las actividades de la construcción producen anualmente el 6.94% del total de emisiones de PM<sub>10</sub> en el Área Metropolitana de Monterrey y el 1.03% de las emisiones de PM<sub>2.5</sub>.

Los datos obtenidos del Inventario Nacional de Emisiones 2016 (INEM - 2016 - fuentes de área categorías estatal) relacionados con las emisiones de la construcción se muestran en la tabla 1 en el número de toneladas anuales. Así mismo, se muestran las emisiones anuales de otras fuentes de área incluidas en el Inventario Nacional de Emisiones.

Como puede observarse en la tabla 1, la SEMARNAT no le asigna emisiones de compuestos orgánicos volátiles, óxidos de nitrógeno y dióxido de azufre a las actividades de la construcción, aunque este manual sí las toma en cuenta para su posible minimización.

**Tabla 1. Producción de emisiones de diferentes contaminantes criterio en toneladas anuales de las actividades de construcción y de otras fuentes de área en el Estado de Nuevo León; según el Inventario Nacional de Emisiones 2016**

Categoría	Subcategoría	PM10	PM2.5	SO2	CO	NOX	COVs	NH3
Almacenamiento y transporte de derivados de petróleo	Manejo y distribución de combustibles	0	0	0	0	0	5112.06	0
	Manejo y distribución de gas L.P.	0	0	0	0	0	8058.3696	0
	<b>Actividades de construcción</b>	<b>3432.9389</b>	<b>343.29389</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Fuentes industriales ligeras y comerciales	Asados al carbón	412.36454	329.10814	0	820.96391	15.112297	52.970405	0
	Panificación	0	0	0	0	0	110.7707	0
	Camino pavimentados y no pavimentados	1088.0415	263.20211	0	0	0	0	0
	Emisiones domésticas de amoníaco	0	0	0	0	0	0	5613.9428
Fuentes misceláneas	Esterilización de material hospitalario	0	0	0	0	0	1.12886	0
	Incendios en construcción	5.4435682	5.0834077	0	86.438512	2.0580598	5.3612458	0
	Incendios forestales	141.85622	120.3771	13.223699	1403.1165	42.538433	97.978294	14.05911
	Ladrilleras	20.594961	18.793645	1.7020809	4.0646707	0.9399551	0.4572755	0
Manejo de Residuos	Agua residual	0	0	0	0	0	8950.6818	0
	Quema de residuos a cielo abierto	2.0170463	1.8471897	0.0530802	4.511814	0.318481	0.4541539	0
	Rellenos sanitarios	0	0	0	9.8884005	0	524.32663	0
Quema de combustibles en fuentes estacionarias	Combustión agrícola	2.4728137	2.4728104	0.0877817	20.257694	35.572859	1.2425264	0.0003625
	Combustión comercial	25.018349	25.018349	1.4593221	242.54489	343.70915	15.477071	0.8476075
	Combustión doméstica	419.12993	405.70966	14.188694	4812.245	915.57915	967.61009	2.7597894
	Combustión industrial	18.53162	4.914866	0.9886156	94.619997	367.17762	3.8921851	14.333426
	Artes gráficas	0	0	0	0	0	2457.5362	0
	Asfaltado	0	0	0	0	0	150.82323	0
Uso de Solventes	Lavado en seco	0	0	0	0	0	329.67364	0
	Limpieza de superficies industriales	0	0	0	0	0	11397.289	0
	Pintado Automotriz	0	0	0	0	0	758.53631	0
	Pintura para señalización vial	0	0	0	0	0	131.83076	0
	Recubrimiento de superficies arquitectónicas	0	0	0	0	0	2587.5835	0
	Recubrimiento de superficies en la industria	0	0	0	0	0	1386.5162	0
	Uso doméstico de solventes	0	0	0	0	0	13033.682	0
<i>Total estatal de todas las fuentes</i>		<i>19757.342</i>	<i>11435.803</i>	<i>17006.021</i>	<i>249068.08</i>	<i>113533.86</i>	<i>133172.18</i>	<i>18973.081</i>

\*Cantidades en toneladas por año

Extensos estudios científicos indican que existen efectos significativos para la salud y el medio ambiente asociados con las emisiones de material particulado y de otros contaminantes atmosféricos criterio. Las normas mexicanas de salud establecen como máximos permisibles  $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$  como promedio de 24 horas, y  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , como promedio anual de exposición a  $\text{PM}_{10}$  y  $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $\text{PM}_{2.5}$  respectivamente.

El Estado de Nuevo León por su parte generó la [Norma Ambiental Estatal NAE-SDS-002-2019](#) que establece los lineamientos técnicos de operación que deberán cumplir las personas físicas o morales que lleven a cabo todo tipo de obras de construcción, urbanización y demolición (pública y privada); actividades asociadas a la misma; así como relacionadas con la operación, limpieza y/o mantenimiento de vías, patios y espacios públicos y privados; para prevenir y controlar la emisión de partículas contaminantes a la atmósfera. Así mismo establece los máximos permisibles de emisiones de material particulado que no deben de ser rechazados durante las actividades de construcción.



## 1.2 Alcance y aplicabilidad

Las tecnologías y prácticas que se presentan en este manual cubren las fases del proyecto de construcción, incluyendo el diseño, la preparación del sitio, la fabricación, el paisajismo, la demolición, la deconstrucción y la renovación.

El enfoque del escrito está en las acciones que pueden lograr reducciones en las emisiones de PM y COVs. Este documento proporciona descripciones de una gran cantidad de tecnologías y prácticas que pueden abordar las emisiones de PM/COVs, así como algunas prácticas que pueden conducir a la reducción de óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno; aunque algunas de estas emisiones no estén reguladas en Nuevo León. Las prácticas recomendadas incluyen tanto las que aplican en la prevención de la contaminación, así como las opciones que controlan la contaminación después de que haya sido generada.

En la jerarquía de reducción de emisiones, las prácticas de prevención de la contaminación son generalmente menos costosas que las opciones de control.

Hay cuestiones para tener en cuenta con respecto a la implementación de las diversas tecnologías/prácticas para lograr la reducción de emisiones de PM y COVs. Estos problemas pueden incluir el costo de implementación, consecuencias ambientales y otros factores que deben ser evaluados antes de la selección y aplicación de reducción de emisiones. Algunas de las prácticas para reducir las emisiones de PM (p. Ej., Aplicación de agua, supresores de polvo) pueden facilitar la aparición de otros problemas ambientales (igual de graves).

Consideramos que este escrito es útil para los propietarios de proyectos, diseñadores, gerentes, capataces, supervisores, contratistas y operadores de equipos interesados en minimizar las emisiones de PM, COVs y otros contaminantes en los sitios del proyecto, así como para autoridades de gobierno estatales y municipales relacionadas con la minimización de las emisiones potenciales de las actividades de construcción y demolición.

## 1.3 Propósito del escrito

El propósito de este escrito es proporcionar una descripción de las tecnologías y prácticas de trabajo que pueden reducir las emisiones asociadas con las actividades de construcción y demolición. Las organizaciones de construcción y las autoridades gubernamentales pueden evaluar estas tecnologías y prácticas de trabajo en el contexto de circunstancias específicas del proyecto, que a menudo son únicas.

La intención de este escrito no es que las organizaciones que participan en las actividades de construcción y demolición apliquen todas las tecnologías y las prácticas descritas en el presente manual. Se reconoce en la adopción de todos los elementos del escrito que las acciones deberán ser económicamente viables. Las organizaciones de la construcción, así como autoridades gubernamentales deben tener en cuenta las circunstancias económicas, ambientales y técnicas en la elección de los elementos de este escrito que mejor se adapten a las características únicas de cada proyecto. Dado el amplio alcance, la naturaleza diversa y el contexto ambiental único de cada proyecto de construcción, no es práctico prescribir en este escrito las acciones y los requisitos de gestión que deben llevarse a cabo para cada sitio del proyecto.

## 1.4 Costos y ahorros

Típicamente, habrá costos adicionales relacionados con la reducción de las emisiones de PM (así como las emisiones de otros contaminantes) del sector de la construcción y la demolición. Dado que muchas de las empresas dentro de este sector son de tamaño pequeño a mediano y operan con márgenes de ganancia bajos, estos costos adicionales pueden representar una carga financiera significativa.

Las empresas constructoras pueden obtener numerosos beneficios al reducir las PM /polvo y otras emisiones contaminantes. Los beneficios pueden incluir:

- Mejora de la productividad.
- Reducción de incidentes de tiempo perdido por los empleados.
- Mejor imagen corporativa y diferenciación de la competencia.
- Evitar la participación innecesaria de los reguladores.
- Desarrollo y transferencia/venta de conocimiento y tecnología.



## 2. Preparación de un plan de gestión ambiental

### 2.1 Introducción

Se recomienda el desarrollo de un plan de gestión ambiental específico para el sitio antes de iniciar cualquier actividad de construcción o demolición. Un plan de gestión ambiental es una forma de organizar y documentar:

- ✓ Los objetivos a ser alcanzados.
- ✓ Los métodos que se aplicaran en el tratamiento de las emisiones potenciales.
- ✓ Las personas responsables de administrar e implementar el plan.
- ✓ Los registros que puede demostrar la adopción de las medidas contenidas en el mejor documento de buenas prácticas, así como el cumplimiento de los requisitos ambientales del gobierno.

Los planes de gestión ambiental pueden variar en tamaño y detalle dependiendo del alcance del proyecto. Idealmente, el plan de gestión ambiental debería abordar todos los contaminantes en todos los medios (aire, agua y suelo), así como la gestión de los desechos sólidos y líquidos. Por lo tanto, es posible que el plan de gestión ambiental para los contaminantes del aire sea un componente de una estrategia ambiental más amplia o incluso de una evaluación de impacto ambiental (EIA).

### 2.2 Contenido del plan

El plan describirá primero el tamaño, la ubicación, el tiempo, los vientos dominantes, las características geográficas, el paisaje y la naturaleza de las actividades de construcción, y lo relacionará con las comunidades y los ecosistemas que sean sensibles a las posibles emisiones del sitio. Es importante identificar/reconocer los

receptores más relevantes que se encuentran en necesidad de protección del medio ambiente de las emisiones potenciales de dichas actividades de construcción. La evaluación y la medición de las condiciones ambientales existentes (previas a la construcción) pueden servir como una línea base útil de la calidad ambiental que se debe preservar durante las diversas fases de la construcción. Los objetivos de prevención y reducción deben ser documentados en relación con las emisiones previstas de las actividades de construcción que se llevan a cabo. Estos pueden ser cualitativos (p. Ej., quejas visuales) y cuantitativos (p. Ej., concentraciones máximas en el aire dentro o alrededor del sitio, altura de la columna de polvo).

El plan debe incluir elementos específicos del sitio de diseño, prácticas operativas, tecnologías específicas, y los productos y equipos que se utilizan para prevenir o controlar las emisiones. Las diferencias en las perturbaciones superficiales lineales y de área deben ser tomadas en cuenta al momento de identificar las medidas de reducción de polvo. De acuerdo con los principios ambientales, se prefieren las prácticas de prevención de la contaminación a las acciones que contienen la contaminación una vez que se ha generado. Por lo general, las prácticas de prevención de la contaminación son menos costosas de implementar.

El plan debe identificar la frecuencia y duración durante las cuales se emplean estas prácticas de reducción de emisiones (por ejemplo, un día, una semana, un mes, un año). El plan también debe documentar cualquier medición, monitoreo y mantenimiento de registros que se utilicen durante el transcurso del proyecto. Mantener registros permitirá a los propietarios, gerentes y operadores de sitios de construcción demostrar el cumplimiento de las normativas locales, permisos y otros requisitos ambientales del gobierno. Los registros también se pueden usar para mostrar a los miembros de la comunidad las acciones que se están llevando a cabo y su efectividad para preservar la calidad de su entorno.

## 3. Índice de acciones para mitigar las emisiones durante la construcción y la demolición

### 3.1 Introducción

El sector de la construcción y la demolición es una industria muy diversa con sitios de proyectos que varían en tamaño desde viviendas unifamiliares hasta proyectos de ingeniería pesada de millones de pesos. Además, las emisiones se producen en muchas etapas diferentes durante las operaciones de construcción y demolición, independientemente del tamaño y alcance del proyecto. Estos y otros factores resultan desafiantes al presentar un documento de Mejores Prácticas que es integral y representativo de todas las situaciones potenciales de construcción, a la vez que sea fácil de leer y conciso.



Muchas de las prácticas y tecnologías de trabajo que se identifican y describen en este escrito se pueden aplicar independientemente del tamaño y el alcance del proyecto de construcción y demolición. Por ejemplo, la mayoría de las acciones para abordar el polvo emitido por las pilas de almacenamiento se pueden aplicar en casi cualquier sitio de construcción. Por lo tanto, es útil identificar y describir las prácticas /tecnologías contenidas en este escrito de acuerdo con las fuentes de emisión. Esto debería permitir a los lectores revisar rápidamente el índice e identificar las páginas donde se pueden encontrar acciones para mitigar las emisiones de fuentes específicas. Esta presentación también asegura que el documento de Mejores Prácticas se mantenga conciso (es decir, evita repetir las mismas prácticas).

Uno de los desafíos asociados con la agrupación y la descripción de las prácticas de trabajo/tecnologías por fuente de emisiones es que existen algunas diferencias entre las opciones de mitigación de PM que pueden ser utilizadas por diferentes segmentos de la industria. Por ejemplo, algunas acciones que pueden ser aplicables a las empresas de construcción de caminos no son relevantes para las empresas que están construyendo casas residenciales.

## **4. Uso de supresores de polvo en sitios de construcción**

### **4.1 Contenido del plan**

Existen numerosas fuentes de emisión de PM en los sitios de construcción donde se puede aplicar agua y/o varios supresores químicos en polvo para reducir las emisiones. Por ejemplo, los supresores de agua/polvo se pueden aplicar para mitigar el polvo fugitivo de la preparación del sitio, pilas de almacenamiento, manejo y transferencia de materiales, caminos sin pavimentar, etc. La discusión

relacionada con la utilización de estas opciones de control de polvo se ha limitado a este capítulo. Esto sirve para reducir el tamaño del presente escrito.

La aplicación de agua suele ser el método de control de polvo más común que utilizan las empresas de construcción. Prácticamente todas las empresas de construcción que están implementando opciones para reducir el polvo están aplicando agua para mitigar la generación de polvo de al menos una fuente de emisión en su sitio de construcción. El agua se puede aplicar por una variedad de métodos, por ejemplo, camiones, jaladores de agua, cañones de agua, mangueras, hidrantes, rociadores, etc.

Una variedad de químicos supresores de polvo está disponible para suprimir las emisiones fugitivas de los sitios de construcción. Si bien son más caros que el agua, también son más eficaces para suprimir el polvo y deben aplicarse con mucha menos frecuencia. Los ejemplos de supresores de polvo incluyen los siguientes: (i) emulsiones de polímeros líquidos (ii) productos químicos aglomerantes (por ejemplo, lignosulfonatos, poliacrilamidas); (iii) productos cementosos (por ejemplo, productos a base de cal, sulfato de calcio); (iv) productos a base de petróleo (por ejemplo, emulsiones de petróleo); y (v) sales de cloruro (por ejemplo, cloruro de calcio y cloruro de magnesio).

Si bien la aplicación de supresores de agua y polvo químico son opciones probadas y efectivas para mitigar el polvo, deben ser aplicados con precaución. Su uso, al tiempo que mitiga el polvo, puede desencadenar otras consecuencias ambientales (igual de graves). Es importante tomar estas consecuencias ambientales en cuenta al decidir sobre el grado en que el agua y el polvo químico serán utilizados.

## 4.2 Factores a considerar

Los siguientes impactos ambientales potenciales de la aplicación de supresores de polvo químicos deben ser tomados en consideración antes de su aplicación:

- Las propiedades peligrosas, biodegradables y solubles en agua de la sustancia.
- El efecto que su aplicación podría tener en el medio ambiente circundante, incluidos los cuerpos de agua (p. Ej., contaminación de aguas superficiales por escorrentía, aguas subterráneas contaminadas, pH) y vida silvestre (p. Ej., pesca).
- Si el uso de productos químicos se ha limitado debido a consideraciones de cuencas cercanas para la protección del hábitat de peces de la escorrentía superficial.

También hay posibles consecuencias ambientales derivadas de la aplicación excesiva de agua que deben considerarse. Estos incluyen: problemas de escorrentía; inestabilidad del suelo; propagación de contaminantes en el medio ambiente (p. Ej., aceite o refrigerante de los motores) y erosión. Además, se debe considerar la conservación del agua y/o las limitaciones de asignación del agua en las áreas donde ocurre la construcción.

La aplicación excesiva de agua también puede ocasionar problemas de movilidad del equipo y reducir la capacidad del equipo de movimiento de tierra para mover eficientemente suelos saturados. Si el contenido de humedad de los suelos utilizados en la construcción es suficiente, es posible que no siempre sea necesario agregar agua antes de manipular, triturar, etc.

**Tabla 2: Recomendaciones sobre la aplicación de agua en sitios de construcción**

ESCENARIO	RECOMENDACIÓN SOBRE LA APLICACIÓN DE AGUA
Preparación del sitio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se puede aplicar agua antes de las actividades de movimiento de tierras para aumentar el contenido de humedad de los suelos, aumentando así su estabilidad. La aplicación previa de agua puede ser a la profundidad de los cortes propuestos o la penetración del equipo.</li> <li>• Después de la clasificación de la construcción del sitio, el agua debe ser aplicada dentro de activos de movimiento de áreas de tierra, en una frecuencia y cantidad suficientes para prevenir visibles emisiones que se extiendan más de 30 metros desde el punto de origen. Programar minuciosa y constantemente el riego, que no debe correr fuera del sitio a lo largo de la duración de la construcción del proyecto. En el final de cada día de trabajo, los camiones pueden tratar todas las áreas expuestas al agua para crear una estabilización de la corteza en el suelo. El agua puede ser aplicada al final del día siguiente al día de trabajo de la zona. El agua puede ser aplicada en el relleno de material hasta que el nivel óptimo de humedad se alcance.</li> <li>• El agua se puede aplicar continuamente frente al equipo de movimiento de tierra por medio de un camión de agua/extracción de agua. Si el suelo está seco, el equipo debe cesar y no reanudar hasta que el agua de los camiones/agua tirón opere de nuevo. De manera óptima, un camión de agua puede funcionar por cada 1-3 piezas de equipos pesados de movimiento de tierras que estén en funcionamiento, dependiendo de las condiciones del suelo y el clima (si es práctico).</li> <li>• El agua puede aplicarse diariamente a todas las áreas de superficie perturbadas inactivas, donde no ha habido actividad durante siete días o más días. Se puede aplicar agua con suficiente frecuencia para evitar emisiones visibles (al menos cada 2 horas). Los sistemas automáticos de rociadores o barras de rociado son óptimos en estas áreas.</li> <li>• Los sitios de construcción deben emplear una cantidad suficiente de camiones de agua y tener camiones de agua de respaldo disponibles si el sitio experimenta problemas de control de polvo.</li> <li>• Perímetro de riego de sistema o valla línea de nebulización que consiste en equipo de riego portátil que puede ser aplicado para mitigar polvo alrededor de residencias y negocios.</li> </ul>
Pilas de almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para algunos materiales, se pueden formar costras duras en pilas de almacenamiento mediante la aplicación de agua. Las costras reducen el polvo de las pilas de almacenamiento. Se requiere cuidado para evitar la</li> </ul>

## Manejo de Materiales y Sistemas de Transferencia

### Superficies de la carretera

aplicación de agua en un grado que pueda erosionar o asentar los finos en el fondo de la pila.

- El agua puede ser aplicada diariamente a al menos 80% de la superficie del área abierta de pilas de almacenamiento aún cuando no hay evidencia de polvo fugitivo impulsado por el viento.

- Las pilas de almacenamiento que tienen más de 2.5 metros de altura y no están cubiertas pueden tener un camino asfaltado hacia la parte superior para permitir el acceso a los camiones de agua o deben tener un sistema operativo de riego de agua que sea capaz de cubrir por completo las reservas (acceso de camiones de agua en las pilas de almacenamiento agregado de gran volumen no son realistas).

- Material transportado puede ser mezclado con agua antes de la carga. El total de la superficie de material puede ser regada después de la carga. El agua debe estar disponible durante la carga y descarga para evitar penachos de polvo visibles.

- El material puede ser probado para determinar el contenido de humedad y la carga de limo. Solo los materiales que tienen un contenido de humedad óptimo deben ser triturados o tamizados.

- Los materiales se pueden rociar con agua 15 minutos antes de la manipulación y/o en los puntos de transferencia.

- El agua puede ser aplicada a la alimentación y/o a los puntos intermedios en el transportador del sistema como sea necesario.

- El lavado de materiales separados es efectivo para controlar las emisiones fugitivas de polvo de canales y transportadores.

- Se cree que las boquillas de cono hueco producen el mayor control y minimizan la obstrucción cuando se utilizan sistemas de supresión húmeda. El tamaño óptimo de la superficie de impactación y aglomeración de partículas finas es de aproximadamente 500  $\mu\text{m}$ , las gotitas más finas se ven afectadas por la deriva y superficie tensión.

- El agua puede ser aplicada a caminos sin pavimentar y caminos utilizadas para el tráfico vehicular una vez cada dos horas en operaciones activas (es decir, normalmente 3 veces por 8 horas al día). Si el área es inaccesible para camiones de agua debido a las condiciones de la pendiente u otros factores de seguridad, el riego

## Demolición y Deconstrucción

puede realizarse con mangueras o sistemas de rociadores. El escurrimiento debe ser controlado de modo que no se sature la superficie de asfalto carretera, por lo tanto, aumentar el potencial de tracción.

- La eficiencia del control del agua depende de: (i) la cantidad (por unidad de superficie de la carretera) de agua añadida durante cada aplicación; (ii) período de tiempo entre aplicaciones; (iii) peso, velocidad y número de vehículos que viajan sobre el camino regado durante el período entre aplicaciones; y (iv) condiciones metrológicas que afectan la evaporación.

- El agua puede ser aplicada en las siguientes situaciones /sitios con el fin de minimizar la generación de polvo: (i) en superficies exteriores de la construcción antes de iniciar las actividades de demolición, así como de forma continua durante la operación. Se sugiere que todas las superficies exteriores de la construcción, sean humectadas antes de y durante el uso de la bola de demolición; (ii) los escombros se amontonan inmediatamente después de la voladura y según sea necesario después; (iii) escombros durante las operaciones de manipulación y transporte ; (iv) el área de superficie circundante después de la demolición; (v) superficies de caminos sin pavimentar dentro de los 30 metros del sitio de demolición, 1 hora antes de la demolición real ; y (vi) las superficies no pavimentadas donde el equipo va a funcionar.

**Tabla 3: Recomendación sobre la aplicación de supresores de polvo/estabilizadores químicos**

ESCENARIO	RECOMENDACIÓN SOBRE LA APLICACIÓN DE SUPRESORES DE POLVO / ESTABILIZADORES QUÍMICOS
Preparación del sitio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los estabilizadores químicos pueden ser aplicados si un área tiene 0,2 hectáreas o más de superficie perturbada y no se utiliza por 7 o más días. Los estabilizadores químicos son únicamente efectivos en áreas que están no sujetas a perturbaciones diarias.</li> <li>• Los estabilizadores químicos deben ser aplicados de acuerdo a las especificaciones de los fabricantes.</li> <li>• La efectividad y la longevidad de los estabilizadores químicos pueden verse afectadas por la tasa de aplicación, el pH del suelo, los niveles de humedad en el aire o el suelo, la cantidad de luz solar, el crecimiento de las plantas y el tráfico.</li> <li>• Los operadores de construcción pueden considerar la adición de surfactantes solubles en agua. Estos tensioactivos aumentan la humectación pues rompen la resistencia inicial de los suelos secos. Los tensioactivos son relativamente baratos y disminuyen en gran medida la cantidad de agua necesaria durante las operaciones de control de polvo.</li> </ul>
Pilas de almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Áreas perturbadas de una construcción del sitio, incluyendo almacenamiento de pilas de relleno de tierra y otros materiales a granel, que están no siendo activamente utilizados para la construcción en un período de 7 días naturales o más, deben ser estabilizadas con un producto químico polvo estabilizador o supresor.</li> <li>• Una técnica mucho más efectiva (que aplicar agua a la pila de almacenamiento) es aplicar agentes químicos (como tensioactivos) directamente a la pila de almacenamiento, lo que permite una humectación más extensa. Los tensioactivos permiten que las partículas penetren más fácilmente el agua, y aumentan el total de número de gotitas.</li> <li>• Se puede usar espuma en lugar de tensioactivos químicos para reducir las emisiones de polvo fugitivo de las pilas de almacenamiento (así como las operaciones de manipulación de materiales). La espuma se genera por la adición de un producto químico (es decir, detergente) a una relativamente pequeña cantidad de agua que está a vigorosamente mezclada para producir pequeñas burbujas de espuma de alta energía.</li> </ul>
Manejo de Materiales y Transferencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los supresores de polvo deben ser aplicados y mantenidos antes de y después de estabilizar los materiales que rodean el área después del cribado.</li> <li>• El material, de ser transportado en un vehículo, debe ser rociado con un polvo supresor.</li> </ul>

## Superficies de la carretera

- La efectividad del control de los supresores de polvo químico depende de: (i) la tasa de dilución utilizada en la mezcla; (ii) la tasa de aplicación (volumen de solución por unidad de superficie del camino); (iii) el tiempo entre aplicaciones; (iv) el tamaño, la velocidad y la cantidad de tráfico durante el período entre aplicaciones; y (v) condiciones meteorológicas (lluvia, ciclos de congelación/descongelación, etc.) durante el período.

- Los supresores de polvo generalmente se aplican a la superficie de la carretera como una solución de agua y deben aplicarse uniformemente a todas las áreas perturbadas por los vehículos. Cuando se usan para estabilizar áreas con mucho tráfico, los supresores de polvo generalmente requieren preparación del terreno antes de la aplicación y replicación de 1 a 4 veces al año para permanecer efectivos.

- Debido a que la mayoría de los productos químicos necesitan un suelo húmedo, generalmente requieren temperaturas de trabajo por encima de la congelación (a excepción del cloruro de magnesio cloruro de calcio). El cloruro de calcio y el cloruro de magnesio son los supresores de polvo más utilizados para caminos sin pavimentar. Se requiere una adecuada preparación de la superficie de los caminos, nivelación y escarificación antes de aplicar cloruro de calcio o cloruro de magnesio. Cabe señalar que el uso de cloruro de calcio y cloruro de magnesio puede estar restringido en ciertas áreas por las autoridades municipales o estatales.

- Para mayor eficacia y menores costos es importante seguir las instrucciones del fabricante para mezclar y aplicar estos productos químicos.

- PVA polímeros, acrílicos copolímeros, y emulsionado de agua de petróleo resinas, etc. pueden también ser utilizados para mitigar el polvo generado al pavimentar carreteras.

- Se pueden agregar tensioactivos a la operación de riego para aumentar el control del polvo fugitivo. Los tensioactivos son agentes que rompen la superficie de tensión del agua que permite una mejor penetración y saturación de las partículas del suelo.

## Demolición y Deconstrucción

- Se pueden aplicar supresores de polvo/estabilizadores químicos durante las siguientes situaciones: (i) áreas de superficie sin pavimentar dentro de 30 metros donde caerán los materiales de la demolición; (ii) pilas de escombros inmediatamente después de la voladura y periódicamente después; (iii) el área circundante después de la demolición; y (iv) áreas de superficie sin pavimentar donde operará el equipo.

## 5. Consideraciones de diseño para reducir las emisiones en la construcción y edificación

### 5.1 Introducción

Una planificación adecuada durante la etapa de diseño de los proyectos de construcción puede reducir efectivamente las emisiones generadas durante la construcción y el ciclo de vida de las emisiones. El diseño adecuado también puede minimizar las emisiones durante la demolición o la deconstrucción. Las consideraciones de diseño para reducir las emisiones asociadas con los proyectos de construcción incluyen lo siguiente:

- Planificación del sitio.
- Materiales de construcción utilizados.
- Minimizar la congestión del tráfico de vehículos.
- Minimizar las distancias recorridas para la entrega de materiales de construcción.
- Utilizar materiales de construcción "ecológicos".
- Construcción de edificios para maximizar la eficiencia energética.

## 5.2 Plan para minimizar la generación de polvo

La planificación del proyecto debe ser llevada a cabo con el fin de maximizar la eficiencia de la construcción y por lo tanto minimizar las emisiones. El diseño de la obra de construcción debe ser esbozado para minimizar el potencial de generación de polvo fugitivo, incluyendo acceso a caminos, entradas y salidas, pilas de almacenamiento, áreas de estacionamiento de vehículos y otras fuentes potenciales de emisiones de polvo.

Una de las consideraciones de diseño que deben ser implementadas es desarrollar un plan de manejo de polvo para el sitio. El plan de manejo del polvo debe identificar posibles fuentes de emisiones fugitivas de la operación de construcción. Esto puede ser logrado iniciando con un mapa del sitio. Todos los caminos de acarreo pavimentados o sin pavimentar, las existencias y los puntos de transferencia de materiales, material de medios de transporte, estacionamientos, y otras áreas abiertas sujetas a la erosión eólica deben ser identificados en el mapa. La dirección del viento predominante también debe identificarse en el mapa.

Los volúmenes diarios de tráfico deben estudiarse para determinar si los caminos y las áreas abiertas se usan con frecuencia u ocasionalmente. Deben considerarse las modificaciones diarias del tráfico de rutina que reducirán la congestión vehicular en algunas áreas o lo eliminarán por completo. Se debe determinar el método de control de polvo apropiado para cada fuente identificada en el mapa. Para cada fuente y cada método de control identificado, se debe definir la frecuencia de aplicación. Se debe preparar una lista de verificación de auto inspección para poder registrar las aplicaciones programadas.

Otras consideraciones de planificación del sitio que pueden servir para reducir la generación de polvo durante el proyecto de construcción incluyen las siguientes:

- Antes de que se inicien las operaciones de construcción, se debe realizar un levantamiento que evalúe los materiales/herramientas/equipos que se utilizarán/manejarán. Entonces se pueden tomar decisiones con respecto a los materiales/herramientas/equipos apropiados que servirán para minimizar la generación de polvo.
- La reparación y mantenimiento de la infraestructura deben ser coordinados. Por ejemplo: agua, alcantarillado y trabajos eléctricos subterráneos deben ser llevados a cabo de forma secuencial en lugar de tener que excavar y repavimentar el camino varias veces.
- Deben identificarse los receptores sensibles en la zona (por ejemplo, escuelas, hospitales, la vida silvestre en las zonas urbanas, etc.) que requieren protección del medio ambiente a partir de la generación de polvo para tomarse en cuenta en el diseño de las estrategias de mitigación de polvo.



### 5.3 Elegir materiales de construcción para reducir la generación de polvo

La elección adecuada de materiales de construcción para ser utilizado en lugares de construcción puede servir para reducir la generación de polvo fugitivo durante la fase de construcción, así como también durante la vida útil de la estructura. Materiales pre-fabricados y unidades de construcción modular deben ser utilizados siempre que sea posible. Estas unidades se entregan en el sitio de construcción en un estado terminado, lo que reduce la cantidad de corte, rectificado, etc. (y, en consecuencia, emisiones de polvo en el sitio) que se requiere en el sitio de construcción. Las emisiones potenciales en la fábrica donde se hacen los materiales prefabricados/unidades de construcción modular deberían ser adecuadamente dirigidas a través de medidas de control de contaminación eficaces. Es más fácil implementar reducciones de emisiones en grandes instalaciones cerradas permanentemente que en sitios de construcción abiertos.

Los nuevos desarrollos en ciencia de materiales y sus aplicaciones continúan brindando oportunidades para que las operaciones de construcción reduzcan las emisiones. Se están realizando mejoras continuas en la calidad y durabilidad de los materiales de construcción. El aumento de la capacidad del material da como resultado una mayor vida útil de las estructuras, pavimentos, etc. y, en consecuencia, reduce las emisiones del ciclo de vida (ya que se requieren menos reparaciones y reemplazos de materiales, así como el hecho de que la estructura general durará más). La mayoría de los materiales de construcción avanzados deben ser utilizados, siempre que sea posible, en la construcción de proyectos.

Utilizar materiales reciclados también reduce el ciclo de las emisiones. Se puede exigir que el contratista utilice un porcentaje de material reciclado para algunas

operaciones de construcción, incluyendo pavimentación y revestimiento de mezcla en caliente, estructuras de concreto y construcción general de concreto, y la construcción de operaciones de base granular y 'hombro'. La ceniza volante (subproducto de la combustión de carbón en las estaciones de generación de energía eléctrica) que se usa como reemplazo del cemento *Portland* en concreto premezclado también puede reducir las emisiones del ciclo de vida, ya que reduce la cantidad de cemento *Portland* que se debe producir.

En el diseño de las paredes, las dimensiones estándar deben ser incorporadas para que coincidan. Esto reduce la cantidad de corte de material y las emisiones de polvo relacionadas. Para sistemas de paredes secas, el compuesto de relleno "sin polvo" está disponible para el relleno de juntas. Esto reduce la cantidad de polvo generado durante el lijado de juntas.

## 5.4 Mitigar la congestión de avenidas

Los retrasos en el tráfico son el resultado de cierres de caminos, cierres de carriles y estrechamiento de carriles que causan la reducción de la velocidad del vehículo en caminos y autopistas. Los retrasos provocan un aumento de las emisiones de los motores de los vehículos que viajan lentamente a través de la zona de construcción. Las opciones a considerar que aumentan el flujo de tráfico y, por lo tanto, mitigan las emisiones potenciales son: agregar un nuevo carril; realizar actividades un carril a la vez; y redirigir el tráfico.

La construcción rápida en el sitio reduciría la duración de la interferencia del tráfico y, por lo tanto, reduciría las emisiones. Además de las formas de mejorar las tasas de producción, la fabricación de estructuras fuera del sitio tales como puentes también reducen el tiempo de construcción en el sitio. La fabricación de componentes estructurales fuera del sitio también puede mejorar la calidad del trabajo, ya que la producción se lleva a cabo en entornos controlados, y factores externos como el clima y el tráfico no interfieren. La calidad estructural mejorada dará como resultado un ciclo de vida extendido de las estructuras y, por lo tanto, reducirá las emisiones del ciclo de vida.

## **5.5 Minimizar distancias recorridas para la entrega de materiales**

La entrega de materiales como concreto, asfalto y agregados a los sitios de construcción puede generar cantidades significativas de polvo en la carretera y generar un aumento de las emisiones de los vehículos, especialmente en sitios que están relativamente lejos de los fabricantes de materiales. Algunas entregas de materiales pueden ser eliminadas mediante el establecimiento de hormigón temporal, portátil y/o plantas de asfalto, que se encuentran en las obras de construcción. Esta práctica puede ser factible para proyectos de gran tamaño que requieren cantidades sustanciales de estos materiales. Sin embargo, en muchos casos, estas plantas portátiles no serán factibles debido a los costos involucrados (por ejemplo, instalación, permisos, etc.). El establecimiento de las plantas temporales reduce el número de camiones de transporte que viajan en carreteras.

## 5.6 Utilizar materiales de construcción ecológicos

Siempre que sea posible deben ser elegidos materiales de construcción verde con el fin de reducir las emisiones asociadas con el ciclo de vida del edificio. Deben evaluarse pinturas alternativas, suelos, ventanas, aislantes, paredes y otros materiales de construcción. Existe una gran cantidad de información de materiales de construcción verde en internet.

### 5.6.1 Elección del tipo de superficie de la carretera

La mejor superficie del camino para la reducción de emisiones depende en gran medida de la situación (el tipo de superficie que se coloca en un camino, como grava, sello de astillas u hormigón, se basa en el nivel de tráfico y la cantidad de cargas pesadas transportadas). Los diferentes tipos de superficie requieren diferentes cantidades de materiales de agregado como base (las estructuras de pavimento de concreto tienen menos agregado que las estructuras de asfalto). La proximidad de los materiales agregados también juega un papel en el costo de la estructura del pavimento y potencialmente en el pavimento elegido. La cantidad de excavación y movimiento de tierra también varían según el tipo de superficie de la carretera. Normalmente se requiere menos ancho de subrasante para un pavimento de concreto que para un pavimento de asfalto. Además, se requiere menos voladura debido a la subrasante más estrecha.

## 5.7 Diseño y construcción para la máxima eficiencia energética

Hay muchas oportunidades para mejorar la eficiencia energética de los edificios y, en consecuencia, reducir las emisiones de sus ciclos de vida (por ejemplo, selección de electrodomésticos, calefacción y refrigeración, electrónica del hogar, iluminación, equipos de oficina, etc.).



## 6. Reducción de las emisiones de polvo fugitivo de los sitios de construcción y demolición

### 6.1 Diseño y construcción para la máxima eficiencia energética

Esta sección identifica prácticas y describe diversas tecnologías y métodos de trabajo que pueden ser aplicados para minimizar la emisión de polvo fugitivo durante las actividades de construcción y demolición. Las diversas acciones se han descrito en las siguientes actividades de construcción que generan emisiones fugitivas de polvo:

- Preparación del sitio.
- Pilas de almacenamiento.
- Manejo de materiales y sistemas de transferencia.
- Superficies de caminos.
- Procesos de fabricación.
- Demolición y deconstrucción.

### 6.2 Preparación del sitio

Los pasos de preparación del sitio, tales como movimientos de tierra, excavación, remoción del suelo, limpieza y arranque, movimiento de tierras y paisajismo, pueden generar emisiones de polvo significativas, especialmente durante los períodos de

clima seco y particularmente si son seguidos por fuertes vientos. A continuación se detallan varias prácticas y tecnologías de trabajo que pueden emplearse antes, durante y después del proceso de preparación del sitio para minimizar las emisiones de polvo.

## **6.2.1      Proyecte el sitio de construcción en fases**

Cada área de la obra de construcción debe ser clasificada por separado (es decir, no todos a la vez), y programada para coincidir con la construcción real en esa zona. Esto permite que la vegetación y la cubierta permanezcan intactas dentro de la zona de construcción, hasta justo antes de que ocurra la construcción en ese segmento del sitio. La construcción debe ser iniciada en el lugar que está viento arriba de la dirección predominante del viento. La eliminación gradual se considera especialmente crítica para los sitios de proyectos de más de 40 hectáreas en tamaño.

## **6.2.2      Utilizar cercado de viento**

Se deben instalar cercas permanentes perimetrales o temporales dentro de los sitios de construcción lo antes posible en la operación. La guía detallada sobre cercas de viento incluye lo siguiente:

- Una de las barreras de dos metros con 50% o menos de porosidad (bermas o equipo) debe ser situada adyacente a la calzada o a las áreas urbanas.
- La parte inferior de las cercas de viento debe estar suficientemente anclada al suelo para evitar que el material sople debajo de la cerca.

- Los obstáculos colocados en ángulo recto con las corrientes de viento que prevalecen en intervalos de 15 veces la altura de la barrera se recomiendan por ser más eficaces en el control de la erosión por vientos.
- La protección contra el viento y la tela/cerca deben ser mantenidos en una posición vertical y funcional en todo momento hasta que ya no sea necesario.
- Todo el material acumulado en el lado de barlovento de la barrera contra el viento debe ser eliminado periódicamente para evitar el fallo de la barrera contra el viento.

Los ejemplos de cercas de viento incluyen: árboles o arbustos que se dejan en su lugar durante la limpieza del sitio; láminas de madera contrachapada; material de parabrisas como el que se usa alrededor de las canchas de tenis.

### **6.2.3 Estabilizar superficies de movimientos de tierra completas con vegetación**

Las superficies de los movimientos de tierra terminados (incluido el paisajismo) se deben volver a revegetar (es decir, sembrar y cubrir con mantillo) dentro de los 10 días posteriores a la finalización de las operaciones activas.

La cobertura del suelo debe ser de densidad suficiente para exponer menos del 30% del suelo no estabilizado dentro de los 90 días de la siembra, y en todo momento posterior. Tal medida de control de restablecimiento(s) debe ser mantenida y volver a aplicar, si es necesario, de modo que una superficie estabilizada se forme dentro de los 8 meses de la aplicación inicial. El área debe ser restaurada de tal manera que el suelo y las especies vegetales sean similares a las adyacentes o nativas (por ejemplo, sembrar de nuevo usando hierbas nativas). Se debe tener cuidado para evitar la introducción o promoción de la propagación de plantas invasoras o nocivas.

La siembra temporal y el acolchado se pueden aplicar para cubrir el suelo desnudo y evitar la erosión del viento. El suelo debe mantenerse húmedo para establecer la cubierta. El mantillo puede proteger la superficie del suelo hasta que la vegetación recién sembrada pueda hacerse cargo y mejorar la posibilidad de obtener un buen césped rápidamente. Algunos tipos de mantillo requieren labranza para integrarlos en la capa superior del suelo, para que sean efectivos en el control del polvo. Mantillos de luz tales como paja deben ser añadidas en su lugar, ya sea mecánicamente o por aplicación de un agente de pegajosidad química. Las áreas a ser resembradas deben ser mantillo como se describe a continuación:

- Acolchado de grava: debe tener un diámetro máximo de 2.5 centímetros y debe haber sido aplastado o tamizado con un mínimo de una cara angular.

Se recomienda que a los árboles existentes y arbustos grandes (u otro tipo de vegetación perenne viva) se les permita permanecer en su lugar en la mayor medida posible durante los procesos de clasificación del sitio. La vegetación perimetral debe ser plantada tempranamente.



## **6.2.4 Estabilizar superficies de movimientos de tierra terminados con piedra/suelo/geotextiles**

Los siguientes materiales se pueden usar para estabilizar superficies, cuando no es posible la revegetación (por ejemplo, suelos altamente erosionados):

- La piedra (grava gruesa o piedra triturada) puede ser un disuasivo eficaz contra el polvo. Los tamaños de la piedra pueden afectar la cantidad de erosión que tiene lugar. En áreas de viento fuerte, las piedras pequeñas no son tan efectivas como las grandes (por ejemplo, 20 centímetros).
- La tierra vegetal utiliza material del suelo menos erosionado colocado en la parte superior de los altamente erosionados.
- Los geotextiles se pueden usar en superficies gradualmente inclinadas para evitar la erosión del viento y el agua.

## **6.2.5 Crear crestas para evitar el polvo**

Un disco u otro instrumento pueden ser usados en los contornos de las laderas para perturbar las crestas del suelo y dejar los terrones de tierra a la superficie. Estas crestas se desvían y elevan el viento a 12 – 15 centímetros sobre la superficie del suelo. El arado debe comenzar en el lado de barlovento del sitio utilizando arados tipo cincel espaciados aproximadamente a 30 centímetros de distancia, gradas de dientes de resorte o arados similares.

## **6.2.6 Suelo compacto perturbado**

La tierra removida puede ser compactada con rodillos u otros equipos similares con el fin de reducir el potencial de erosión de la zona.

## **6.2.7 Eliminar la quema abierta**

La quema a cielo abierto de desechos vegetales u otros materiales (p. Ej., Basura, escombros de demolición, etc.) no debe llevarse a cabo en el sitio de construcción. La quema al aire libre generalmente está prohibida porque puede causar contaminación del aire que es perjudicial para la salud humana y el medio ambiente, y pone en peligro la propiedad. Los residuos de materiales dispuestos vía quema abierta típicamente consisten en plásticos, otros sintéticos y productos químicos. La combustión a baja temperatura de estos materiales conduce a una combustión incompleta y emisiones tóxicas. Además, las emisiones de la combustión abierta están altamente concentradas.

Durante la limpieza del sitio, el material vegetativo puede astillarse y luego almacenarse para su uso posterior como material de cobertura para carriles de acceso de vehículos o pilas de almacenamiento.

## **6.2.8 Donde sea posible, reduzca ciertas actividades durante condiciones de fuertes vientos**

En épocas de viento, cuando sea factible, se pueden evitar o reducir las operaciones de construcción que generan mayores niveles de polvo. En cambio, estas actividades

se pueden realizar cuando ocurren condiciones climáticas más favorables. La mayoría de aplicación de otras técnicas de supresión de polvo también puede considerarse ante condiciones de mucho viento.

## **6.3 Pilas de almacenamiento**

Se pueden emplear varias prácticas de trabajo para mitigar las emisiones de polvo fugitivo resultantes de las pilas de almacenamiento. Estas prácticas de trabajo reducen principalmente la exposición de las pilas de almacenamiento al viento.

### **6.3.1 Las actividades de la pila de almacenamiento deben realizarse a favor del viento**

La actividad de la pila de almacenamiento (es decir, carga y descarga) debe limitarse al lado a favor del viento de la pila de almacenamiento. Esta práctica se aplica a áreas alrededor de la pila de almacenamiento, así como a la pila misma. Las pilas de almacenamiento también deben ubicarse lejos de los límites del sitio a favor del viento.



## 6.3.2 Utilizar recintos/cubiertas para pilas de almacenamiento

Los cerramientos o el recubrimiento de pilas inactivas son eficaces para reducir la erosión eólica y controlar las emisiones de polvo fugitivo de las pilas de almacenamiento. Los recintos pueden encerrar la fuente ya sea total o parcialmente. Los ejemplos de recintos utilizados para reducir las emisiones de polvo fugitivo de las pilas de almacenamiento incluyen:

- La longitud de los lados no debe ser menor que la longitud de la pila.
- La distancia lateral de la pila no debe ser más del doble de la altura de la pila.
- La altura de los lados debe ser igual a la altura de la pila.
- El material del que están hechos los lados no debe ser más del 50% poroso.
- Silos de almacenamiento (en lugar de pilas abiertas). Cemento a granel, materiales finos secos de bentonita y similares (por ejemplo, menos de 3 milímetros de tamaño de partícula) deben ser almacenados en silos. Los silos deben estar equipados con tecnología de control de emisión de partículas (p. Ej., filtros de tela).
- Edificios abiertos o que encierran completamente la pila dentro de un edificio equipado con tecnología de control de emisiones de partículas.

Las lonas de plástico u otro material también se pueden usar como cobertura temporal. Cuando se utilizan estas cubiertas temporales, deben ser ancladas. Las pilas de almacenamiento inactivas a corto plazo deben estar encerradas o mantenidas bajo láminas. Por ejemplo, si el césped se retira temprano en el proyecto de construcción, puede ser re-utilizado para hierba a largo plazo en pilas de almacenamiento inactivas. Debe observarse qué recintos pueden no ser adecuados bajo ciertas condiciones.

### **6.3.3 Utilizar cercas de viento/ pantallas para pilas de almacenamiento**

Las cercas/pantallas de viento porosas proporcionan un área de velocidad de viento reducida que minimiza el potencial de erosión del viento y las emisiones fugitivas de polvo de la superficie expuesta en el lado de sotavento de la cerca/pantalla.

Las cercas/pantallas contra el viento pueden ser estructuras hechas por el hombre (por ejemplo, cercas contra el viento, bermas, equipos de construcción de estacionamiento en una posición para bloquear el viento) o vegetativos (ver abajo) en la naturaleza y son considerados muy rentables ya que incurren en poco o ningún costo de operación y mantenimiento.

El nivel de reducción de emisiones logrado con cercas/pantallas de viento depende de las dimensiones físicas de la cerca en relación con la fuente que se controla (por ejemplo, la pila de almacenamiento). La longitud de la cerca/pantalla de viento no debe ser menor que la longitud de la pila y la altura debe ser igual o mayor que la altura de la pila.

Una barrera vertical abrupta proporcionará grandes reducciones en la velocidad para distancias de sotavento relativamente cortas, mientras que las barreras porosas proporcionan reducciones menores en la velocidad, pero para distancias más largas. Las barreras deben ser colocadas a intervalos frecuentes. Además, la dirección del viento influye en el tamaño y la ubicación de las áreas protegidas. La zona de protección es mayor para vientos perpendiculares a la longitud de barrera y menos para vientos paralelos a la barrera.

Una porosidad (es decir, porcentaje de área abierta) del 50% logra resultados óptimos para la mayoría de las aplicaciones. La porosidad se puede lograr mediante listones verticales u horizontales o mediante una estructura de malla, siempre que el tamaño del elemento no sea más de aproximadamente un quinto de la altura de la cerca. Algunas investigaciones han indicado que para pilas pequeñas de almacenamiento de suelo, una longitud de pantalla de cinco veces el diámetro de la pila, una distancia de pantalla a pila del doble de la altura de la pila y una altura de pantalla igual a la altura de la pila es óptima.

Además de las pilas de almacenamiento, se pueden usar cercas/pantallas contra el viento para mitigar las emisiones de polvo fugitivo de una amplia variedad de otras fuentes de polvo fugitivo (por ejemplo, variedad de áreas expuestas, operaciones de manejo de materiales, etc.). Desde vallas y pantallas pueden ser portátiles, por lo tanto, son capaces de ser movidas alrededor de la zona, como sea necesario.



### **6.3.4 Usar la cubierta vegetal como protección contra el viento**

La vegetación se puede cultivar en y alrededor de pilas de almacenamiento para mitigar las emisiones de polvo fugitivo. La cubierta vegetal que puede actuar como cortavientos puede consistir en pasto perenne, árboles o arbustos en 1 a 10 hileras. Uno, dos, tres y cinco filas de barreras de árboles resultan ser eficaces para el control de la erosión por el viento. El tipo de especies arbóreas plantadas también tiene una influencia considerable en la efectividad de un cortaviento. En las regiones áridas y semiáridas donde la lluvia es insuficiente para establecer una cubierta vegetal, se puede utilizar el acolchado para conservar la humedad, evitar la formación de costras en la superficie, reducir la escorrentía y la erosión, y ayudar a establecer la vegetación.

Las pilas de almacenamiento también se pueden ubicar aprovechando las características del paisaje y la vegetación existentes, que pueden actuar como una barrera contra el viento.

### **6.3.5 Formar correctamente las pilas de almacenamiento**

Las pilas de almacenamiento deben mantenerse de manera que no tengan lados o caras empinadas. Además, deben evitarse los cambios bruscos de forma en la pila de almacenamiento final. La perturbación de las pilas de almacenamiento también debe minimizarse como sea posible.

### **6.3.6 Programar adecuadamente la entrega de materiales de jardinería**

El material no debe ser ordenado a menos que se pueda utilizar poco después del retiro. Esto minimizará el tiempo de almacenamiento y reducirá el potencial de emisiones.

## **6.4 Manejo de materiales y sistemas de transferencia**

Hay muchas acciones que pueden ser empleadas para mitigar las emisiones de polvo resultante de la manipulación de material y trans-operaciones tales como trituración, molienda en molinos, cribado, transportadores, puntos de transferencia, operaciones de ensacado, recipientes de almacenamiento, y operaciones de carga.

### **6.4.1 Control de barro y suciedad adherida a los vehículos**

El barro y la suciedad adherida a los vehículos al llevar las obras de construcción pueden ocasionar un aumento temporal pero sustancial de las emisiones de caminos pavimentados en muchas áreas. La eliminación de estas adherencias puede reducir significativamente las emisiones. Hay varias técnicas que pueden emplearse para eliminar material de la parte inferior de los camiones y los neumáticos antes de abandonar el sitio, así como técnicas para eliminar periódicamente el seguimiento/transporte de barro/terra de las calles pavimentadas en los puntos de acceso.

### 6.4.1.1 Limpieza de calles

La acumulación de barro, suciedad o restos similares que se deposita sobre caminos pavimentados (incluyendo hombros) adyacentes al sitio debe ser eliminada. Esta limpieza debe ocurrir al final de cada jornada de trabajo, o en un mínimo de una vez cada 24 horas cuando se están produciendo operaciones. En las zonas urbanas, esta limpieza debe ser emprendida inmediatamente si el derrame se extiende más de 10 metros sobre la vía pública pavimentada. Si la huella/arrastre se extiende menos de 10 metros, debe hacerse una limpieza al final de la jornada laboral. Además de los caminos públicos que se encuentran fuera del sitio de construcción, el lodo y la suciedad acumulados también se deben eliminar con frecuencia de las calles interiores pavimentadas para evitar el seguimiento/transporte en la carretera pública pavimentada.

La limpieza de calles recomendada puede llevarse a cabo: barriendo manualmente con escoba y recogiendo material; cepillo rotativo o escoba acompañado o precedido de suficiente humectación; barrido al vacío; lavado de agua; y barredora de agua. Si se utilizan sistemas húmedos, la segunda vuelta debe ser controlada para que no se sature la superficie de la carretera sin pavimentar.

Las áreas de espera de los vehículos también deben inspeccionarse regularmente y mantenerse limpias mediante el cepillado o barrido al vacío.

La tecnología para barrido de calles debe ser seleccionada de acuerdo a la eficiencia en el uso del agua, mientras que al mismo tiempo reduzca al mínimo la generación de polvo. Dado que las barredoras de vacío son más efectivas para eliminar partículas de tierra más pequeñas y finas, han reemplazado las barredoras de escoba convencionales.

Los municipios a menudo operan equipos de barrido de calles. Estos municipios deben coordinar el tiempo, los costos y el uso del equipo para garantizar que la limpieza de las calles se realice tan pronto como se complete la actividad de calificación de genes de polvo o durante el período de seguimiento.

### 6.4.1.2 Caminos de acarreo

Se deben construir caminos de acarreo pavimentados o franjas de grava al inicio del proyecto. Estos caminos de acarreo están diseñados para limitar los depósitos de lodo y tierra en caminos pavimentados públicos. Los caminos de acarreo permiten limpiar los neumáticos de vehículos de construcción antes de trasladarse a una vía pública pavimentada más transitada.

Al pavimentar, la superficie debe extenderse al menos 30 metros dentro del sitio y tener al menos 7 metros de ancho. Los depósitos de barro y la suciedad que se acumulan en el interior de calles pavimentadas deben ser retirados con frecuencia, no menos de una vez por día de trabajo, para evitar que el material se caiga de los camiones en las vías públicas pavimentadas.



Cuando se utiliza una grava cama, grava lavada, roca, roca triturada bajo limo (<5%) u otro material de contenido, debe ser utilizada (tamaño mínimo – 2.5 centímetros de diámetro, preferiblemente entre 3 y 7 centímetros de diámetro) y mantenida en un lugar limpio a una profundidad de al menos 15 centímetros y extendida al menos 7 metros de ancho y al menos 15 metros de largo, y un mínimo de 15 centímetros de profundidad. El lecho de grava debe cubrir todo el ancho de la superficie de salida sin pavimentar. Al instalar el lecho de grava, asegúrese de que esté debidamente nivelado. La grava debe ser re-tamizada y lavada, o grava adicional que debe ser aplicada con el fin de mantener la eficacia. Cualquier grava depositada sobre un carril de circulación por carretera pública pavimentada debe ser retirada al final de la jornada de trabajo o inmediatamente después del último vehículo mediante el teclado de grava, o al menos una vez cada 24 horas, lo que ocurra primero.

### **6.4.1.3 Dispositivos de control de rastreo**

Hay varios tipos de dispositivos que pueden ser instalados con el fin de quitar el barro, la suciedad, etc., de los neumáticos para camiones o de la parte del chasis en los camiones de transporte antes de abandonar el lugar de trabajo, por ejemplo, un sistema de lavado a presión.

También se conoce como una rueda agitadora/rueda difusión y consta de divisores elevados (carriles, tuberías o rejillas) que tienen al menos 7.6 centímetros de altura, por lo menos 15 centímetros de distancia, por lo menos 8 metros de largo y 3 metros de ancho. Se pueden ajustar las arandelas para rociar todo el vehículo, incluido el material almacenado a granel en vehículos de transporte. Deben ser limpiados los grizzlies y las arandelas, manteniéndolos sobre una base regular para asegurar su eficacia.

#### **6.4.1.4 Lavado de camiones**

El lavado de camiones utilizando mangueras y un amplio suministro de agua, debe ser instalado en puntos de acceso específicos para quitar el barro/suciedad de los vehículos antes de salir del sitio. Las ruedas y el cuerpo de cada camión se pueden limpiar para eliminar los materiales derramados después de que el camión se haya cargado y antes de abandonar el sitio de construcción. Los vehículos se pueden lavar antes de cada viaje. El equipo de construcción también se puede lavar al final de cada día de trabajo. Debe señalarse que cada camión requiere planes de manejo ambiental para controlar la escorrentía superficial de la rueda de lavado de agua.

#### **6.4.1.5 Restricciones de sitio**

Algunas restricciones del sitio que deben considerarse para minimizar el seguimiento/traslado incluyen las siguientes:

- Procedimientos de carga de los vehículos (a favor del viento) del material.
- Designar una única entrada y salida del sitio.
- Asegurar que los vehículos permanezcan en rutas de tráfico establecidas dentro del sitio de construcción.

## **6.4.2 Minimice la caída de material en el punto de transferencia y el recinto**

Al cargar materiales sobre los vehículos y transportadores, las alturas de caída deben ser mantenidas en un mínimo y encerradas siempre que sea posible. Los puntos de transferencia y las cintas transportadoras deben estar totalmente encerrados (o las cintas transportadoras deben estar equipadas con no menos de 210 grados de cerramiento) en la parte superior y los lados según sea necesario, y las emisiones recogidas dirigidas al equipo de control de partículas (es decir, casa de bolsas o dispositivo de control similar) en todo momento cuando los transportadores están en funcionamiento. La distancia entre los puntos de transferencia de material también debe minimizarse.

Las cintas transportadoras deben estar equipadas con limpiaparabrisas y tolvas del tamaño adecuado para evitar derrames excesivos. Las transportadoras, así como el suelo bajo éstas, deben ser limpiados periódicamente para eliminar el material residual. La velocidad de la cinta transportadora también debe restringirse para minimizar los derrames.

## **6.4.3 Utilizar sistemas de supresión a base de espuma**

Los sistemas a base de espuma (combinación de agua y un agente tensioactivo químico) pueden ser usados en materiales de transferencia de sistemas para mitigar la generación de polvo. El tensioactivo, o agente tensioactivo, reduce la tensión superficial del agua. Como resultado, se reduce la cantidad de líquido necesaria para lograr un buen control. La principal ventaja de los sistemas de espuma es que

proporcionan control equivalente a menores velocidades de adición de humedad que los sistemas de agua pulverizada.

Algunas pautas de aplicación específicas para sistemas de espuma incluyen las siguientes:

- Se puede hacer que la espuma entre en contacto con el material agregado por cualquier medio (no se requiere un impacto de alta velocidad).
- Deberá ser distribuida a través del material del producto - inyecte la espuma en el material de caída libre en lugar de la cubierta del producto con espuma.
- La cantidad aplicada debe permitir que toda la espuma se disipe. La presencia de espuma con el producto indica que se ha utilizado demasiada espuma o que no se ha dispersado adecuadamente dentro del material.

#### **6.4.4 Cargas seguras en camiones de acarreo**

Existen varias prácticas de trabajo que pueden emplearse para minimizar la cantidad de emisiones de polvo fugitivo que se producen por el transporte de material agregado dentro de un sitio de construcción.



### **6.4.4.1 Recintos parciales o totales**

El área de superficie completa de los materiales a granel transportados debe ser cubierta con una lona anclada, plástico u otro material si el contenedor de carga está vacío o lleno. Alternativamente, se pueden usar camiones completamente cerrados.

Cuando sea posible, la caja de carga de camiones de transporte debe ser limpiado y/o lavado en el sitio de entrega antes/después de la carga o descarga. Esta práctica se puede aplicar con criterio, por ejemplo, a camiones específicos que parecen estar particularmente sucios (es decir, no es necesario para algunos camiones que parecen estar bastante limpios).

El compartimento de carga de todos los camiones de transporte debe ser construido y mantenido de modo que el derrame y pérdida de material a granel no puedan producirse a partir de agujeros o de otras aberturas en planta, lateral y/o el portón trasero del compartimento de carga o la puerta inferior de descarga. Sellar las aberturas, las puertas traseras deberán ser mantenidas apropiadamente para evitar la pérdida de material a granel desde esas áreas. Los sellos deben ser revisados regularmente, retirando rocas atrapadas con el fin de prevenir el derrame.

### **6.4.4.2 Francobordo**

Si es factible, los camiones pueden ser cargados de tal manera que el francobordo no sea inferior a 7 centímetros. En otras palabras, los camiones pueden ser cargados de modo que ninguna parte de la carga que entra en contacto con cualquier aparador, el panel lateral o parte trasera de la carga esté dentro de 7 centímetros de la parte superior de la carcasa para materiales a granel.

### 6.4.4.3 Cargador

El material agregado debe ser vaciado lentamente desde el cargador, manteniendo la cubeta cerca del camión mientras se realiza la maniobra (para minimizar la caída de altura).

### 6.4.5 Prevenir emisiones de PM por derrames

El derrame de material causado por la carga de la pila de almacenamiento y el equipo de mantenimiento puede aumentar significativamente las emisiones de polvo fugitivo asociadas con el tráfico de vehículos. Si el derrame no puede ser impedido debido a la intensa utilización de equipos móviles en el área de la pila de almacenamiento, a continuación, las siguientes prácticas deben ser introducidas:

- Deben estar fácilmente disponibles los métodos y equipos para limpiar inmediatamente los derrames accidentales de materiales polvorientos o potencialmente polvorientos. Si es necesario, use sistemas de alarma audibles y visuales.
- Debe ser usado un camión de vacío para limpiar los derrames de cemento en polvo o materiales polvorientos similares.
- El sitio de transferencia de material (como así como toda la obra de construcción) deben ser inspeccionados periódicamente por derrames. No debe aplicarse la eliminación periódica del material derramado en zonas a menos de 100 metros de la pila de almacenamiento. Considere designar a un individuo para que sea responsable de la respuesta y limpieza de derrames, así como de los requisitos de informes.

## **6.4.6 Minimizar las operaciones de manejo de materiales**

El número de operaciones de manejo de materiales debe ser mantenido al mínimo para garantizar que el material polvoriento no se mueva o se maneje de forma innecesaria. Las velocidades deben ser bajas a fin de reducir de polvo fugitivo emisiones.

## **6.4.7 Utilizar barreras de viento**

Cuando sea práctico, las barreras de viento pueden ser instalados con una porosidad de no menos del 50% contra el viento de cribado en operaciones a la altura del punto de caída.

## **6.4.8 Donde sea posible, reduzca ciertas actividades durante condiciones ventosas**

Según la NAE-SDS-002-2019, con vientos a más de 25 km por hora deben evitarse las actividades de manipulación/transferencia de materiales específicos que generan mayores niveles de polvo. En cambio, estas actividades pueden realizarse cuando ocurran condiciones climáticas más favorables. También se puede considerar una mayor aplicación de agua u otras técnicas de supresión de polvo, si no es posible reprogramar las actividades.

## 6.5 Superficies de rodamiento

Las siguientes acciones de trabajo pueden emplearse para reducir el potencial de emisiones de polvo fugitivo de las diversas superficies de carreteras ubicadas dentro de los sitios de construcción. Los ejemplos de estas superficies de carretera incluyen caminos sin pavimentar, rutas de acarreo, estacionamientos, áreas de preparación de equipos, etc. Se debe hacer una evaluación para determinar qué superficies de caminos, si se tratan, mitigarían la mayor cantidad de polvo (probablemente no se puedan tratar todas las superficies sin pavimentar).

### 6.5.1 Establecer rutas de descanso de vehículos en el sitio

Las restricciones de vehículos limitan la cantidad y el tipo (p. Ej., restricción de caminos a ciertos tipos de vehículos o vehículos con un peso determinado) de tráfico presente en caminos sin pavimentar o disminuye la velocidad media del vehículo que circula por las calles. Por ejemplo, reducir la cantidad de viajes (p. Ej., en un 50%) reducirá la generación de polvo fugitivo de las carreteras sin pavimentar. El tráfico del sitio en general también debe ser limitado a rutas establecidas que han sido regadas o tratadas; deben evitarse los movimientos de vehículos innecesarios. Las barreras deben ser utilizadas para evitar vehículos de motor dentro y / o fuera de la carretera.

Las obras de construcción deben limitar la velocidad de los vehículos que circulan en el accesos sin pavimentar/caminos de acarreo dentro de las obras de construcción a un máximo de 16-24 kilómetros por hora y hasta 10 kilómetros por hora en

dichas superficies. Se deben colocar letreros de límite de velocidad en la entrada de los caminos de acceso/acarreo no controlados y sin pavimentar de cada sitio de construcción.

Como mínimo, las señales de límite de velocidad también deben publicarse al menos cada 150 metros y deben ser legibles en ambas direcciones de viaje a lo largo de caminos no controlados de acceso/acarreo no pavimentados.

## 6.5.2 Mejoras en las superficies de caminos sin pavimentar

La pavimentación de la red interna de caminos, incluidas las calles y los estacionamientos (utilizando asfalto reciclado, hormigón asfáltico u hormigón) al principio del proceso de desarrollo de un proyecto, reducirá significativamente las emisiones de polvo fugitivo. Si se pavimenta una red vial interna, se debe indicar a los empleados que se estacionen solo en áreas pavimentadas.



Si no está pavimentado, la superficie del camino debe cubrirse con material que tenga un bajo contenido de limo (es decir, menos del 5%) a una profundidad de 7 centímetros o más. Los ejemplos incluyen grava, escoria, asfalto reciclado y alfombras de carretera. El gravel debe ser usado en áreas donde la pavimentación, estabilización química o riego frecuente no es factible. Estos caminos deben ser generalmente de grava.

La cubierta vegetal se ha sugerido como una mejora de la superficie para calles de muy bajo volumen de tráfico.

## 6.6 Procesos de fabricación

A continuación, se detallan las prácticas de trabajo que se pueden aplicar para reducir las emisiones de polvo fugitivo de los diversos procesos de fabricación que ocurren en los sitios de construcción. Una práctica laboral común para reducir las emisiones fugitivas de polvo (entre muchos de estos procesos de fabricación) es el uso de detectores de partículas de alta eficiencia (HEPA). Los filtros HEPA controlan las emisiones de partículas finas del trabajo en seco sobre concreto, como granallado, trituración, martilleo, rectificado, taladrado, arenado, pulido y aserrado. Los filtros HEPA pueden capturar el 95% del polvo de sílice.

Los cerramientos también deben usarse siempre que sea posible, ya que son una forma efectiva de evitar el transporte de polvo a través de los edificios y de los edificios al medio ambiente. Pueden diseñarse maderas marco y recintos de película de plástico con presión negativa para asegurarse de que el polvo no fluya fuera del espacio cerrado. Se debe tener en cuenta el potencial de una mayor exposición al polvo en el lugar de trabajo al utilizar recintos dentro de las estructuras.

La canalización de sistemas debe ser de corte para impedir la circulación de polvo durante la construcción y renovación de las actividades.

Las alturas de caída de material para escombros de construcción deben minimizarse siempre que sea posible. Cuando se arrojan escombros desde niveles altos, este material debe dejarse caer sobre varias etapas secuenciales en lugar de toda la distancia a la vez. Las canaletas que se utilizan para dejar caer materiales al nivel del suelo deben cerrarse, si es posible. Además, los contenedores que se usan para recibir materiales también deben cubrirse cuando no se usan.

### **6.6.1 Cortes, molienda y perforación**

Las prácticas de trabajo para minimizar las emisiones fugitivas de polvo de varias operaciones de corte, rectificado y perforación incluyen las siguientes:

- Use materiales prefabricados siempre que sea posible, para evitar la necesidad de usar estos procesos en el sitio de construcción.
- Aplique rociadores de agua junto con equipos de corte.
- Evite eliminar barras de refuerzo.
- Utilice siempre sistemas de extracción/minimización de polvo con amoladoras angulares y cortadoras de disco.
- Al cortar carreteras, pavimentos, bloques, etc., debe utilizarse un diamante con álabes con agua bombeada.

- Al rastrillar mortero/apuntador, se puede utilizar un kit de rastrillado de mortero suave, montado en un estándar de 13 centímetros amoladora angular. Para mortero duro, se puede utilizar una súper sierra con cuchillas oscilantes.

### 6.6.1.1 Consideraciones en el diseño para evitar las aglomeraciones de corte

Si es posible, el corte y el rectificado deben evitarse mediante el diseño y otras técnicas, como:

- Diseñar tolerancias para rellenar en lugar de reducir el trabajo de gran tamaño.
- Aumentar el tamaño de los vertidos de hormigón para reducir la necesidad de moler.
- Uso de agentes de unión.
- Diseñar los componentes concretos para afectar las interfaces.
- Usar chorro de arena húmeda para el trabajo externo.

Si es necesario moler, las emisiones de PM pueden mitigarse: (i) colocando herramientas con bolsas de polvo; (ii) prelavando superficies de trabajo; (iii) detectando las de áreas de molida; y (iv) aspirando, en lugar de barrer, el polvo residual.



## **6.6.2 Arenas duraderas y limpieza de fachadas**

### **6.6.2.1 Utilizar procesos húmedos u otros procesos que minimicen la generación de polvo**

Los procesos húmedos (por ejemplo, chorro de agua de alta presión o agua voladura complementado por abrasivos) debe ser utilizado siempre que sea posible cuando se trabaja arena, grava o bolas de granallado o de limpieza de fachadas. Estos procesos húmedos introducen agua en la corriente de aire / arena, lo que reduce la generación de polvo. Además, debe ser asegurado que las suspensiones no se sequen. Los materiales abrasivos gastados deben humedecerse y retirarse periódicamente del lugar de trabajo. El hidroblastificado, el granallado al vacío y el granallado centrífugo con ruedas también son alternativas que reducen la generación de polvo fugitivo frente al granallado en seco.

### **6.6.2.2 Utilizar recintos**

Si el arenado en seco es necesario, a continuación, las cortinas, los cerramientos o las cubiertas deben ser levantados para rodear completamente la operación de voladura. Esto incluye el área alrededor y debajo de la operación. El suelo no se puede usar como el fondo del recinto a menos que esté completamente cubierto con láminas de plástico o una lona. El recinto debe estar construido de material flexible, como lonas o pantallas de contención, diseñados específicamente para este propósito o para materiales rígidos como la madera contrachapada. Todos los materiales deben mantenerse libres de rasgaduras, cortes u orificios.

Todos los escombros que han sido recolectados por esta operación o que han caído al suelo deben ser recolectados y eliminados posteriormente. La recogida debe ser hecha a menudo tanto como sea necesario, pero como mínimo, al final de cada jornada de trabajo. El almacenamiento debe ser en contenedores de acero o tambores. Todos los recipientes deben incluir tapas que deben ser aseguradas al final de cada jornada de trabajo.

El chorreado en seco debe ser llevado a cabo en el interior, cuando sea posible, con recintos equipados con controles de emisión. Los colectores de polvo de presión negativa también deben usarse junto con los gabinetes y mantener las puertas cerradas para reducir las emisiones de polvo fugitivo.

### **6.6.2.3 Estabilizar la materia particulada en el área circundante después de la voladura**

El material particulado de la zona circundante debe ser limpiado durante y después de las voladuras. El agua o un supresor de polvo deben ser aplicados a los suelos alterados después de la voladura.

### **6.6.2.4 Abrasivos**

Deben utilizarse abrasivos más duraderos con menor potencial de generación de polvo, tales como los abrasivos no friables (que no se desmoronan fácilmente). Debe evitarse la reutilización de los abrasivos que contienen alta cantidad de compuestos tóxicos.

### 6.6.3 Corte de hormigón

Las operaciones de corte de hormigón utilizan diamante o discos abrasivos para operaciones de corte de mano. Es efectivo el uso de agua en cantidades suficientes para humedecer el cortador, el área de trabajo circundante inmediata y el polvo fugitivo que emana inmediatamente de la operación de corte (por ejemplo, el uso de un sistema de vacío húmedo). Esta práctica laboral también se aplica al corte de asfalto.

Los cerramientos, cortinas o cubiertas que rodean el área de trabajo que contienen la emisión de polvo fugitivo también pueden usarse. En este caso, el polvo de la superficie creado debe ser limpiado con prontitud desde la superficie utilizando un proceso de mojado. Se utilizará un vacío para recoger polvo cuando se corten materiales.

### 6.6.4 Procesos de mezcla

Las acciones que pueden emplearse para mitigar la generación de emisiones de PM de las operaciones de mezcla incluyen las siguientes:

- Utilizar concreto premezclado, yesos y compuestos de mampostería servirá para reducir la generación de emisiones de PM en el sitio.
- Usar secciones prefabricadas del tamaño correcto reducirá la necesidad de cortar y perforar en el sitio de construcción.
- Cerrados o áreas protegidas deben ser utilizados para mezclar cemento o bentonita lodos.
- Materiales finos deben ser paletizados y retractilados cuando sea posible.
- Mantener las bases húmedas.
- Usar grandes cantidades de concreto en lugar de pequeñas cantidades repetidas.

## **6.6.5 Acabado y renovación internos y externos**

El equipo de supresión/recolección de polvo debe estar conectado cuando se usa maquinaria de lijado y corte. Además, la limpieza de vacío debe ser utilizada siempre que sea posible.

Barrer el piso puede generar polvo. Cuando la limpieza después del trabajo ha sido completada, también puede ser utilizado el barrido húmedo usando niebla fina. El barrido en seco solo debe utilizarse con métodos de extracción al vacío adjuntos. Los compuestos para barrer el piso también se pueden usar cuando sea apropiado, o se puede usar aserrín húmedo.

## **6.7 Demolición y deconstrucción**

A continuación, se describen prácticas y tecnologías de trabajo que se pueden aplicar para reducir las emisiones de polvo fugitivo de las actividades de demolición y deconstrucción. Hay muchas acciones adicionales que también pueden emplearse, pero las comunes a las actividades de demolición y construcción no se repiten en esta sección.

### **6.7.1 Aplicar técnicas de deconstrucción**

Los edificios que deben ser derribados deben, en la medida de lo posible, ser deconstruidos en lugar de demolidos para que los materiales puedan reutilizarse en otros edificios. La deconstrucción generalmente produce menores emisiones de polvo fugitivo en comparación con la demolición.

### **6.7.2 Minimizar las alturas de caída de escombros**

Las alturas de caída de material para escombros de construcción deben minimizarse siempre que sea posible. Cuando se arrojan escombros desde niveles altos, este material debe dejarse caer en varias etapas secuenciales en lugar de toda la distancia a la vez.

### **6.7.3 Cierre de toboganes y cubos de basura**

Los chutes que se utilizan para colocar los materiales demolidos para la planta de nivel deben estar encerrados, si es factible. Además, los contenedores que se usan para recibir materiales también deben cubrirse cuando no se usen.

## 6.7.4 Uso de sistemas de nebulización

El sistema de nebulización puede ser utilizado en el área de polvo fugitivo. Si las gotas de niebla y el polvo en el aire se mezclan, las partículas de polvo se adhieren a las gotas de agua, lo que agrega peso a las partículas de polvo. El aumento de la masa de las partículas de polvo hace que se caigan del aire. Los sistemas de niebla solo se pueden usar en un área que tenga un bolsillo o una cubierta.

## 6.7.5 Barreras para prevenir la dispersión

Se pueden utilizar cerramientos, cortinas o cubiertas durante la fase de demolición para limitar la generación de polvo. Los colectores de polvo de presión negativa se pueden utilizar para recoger el polvo que ha sido confinado por los recintos, etc. Los recintos, cortinas o cubiertas pueden no ser prácticos durante las actividades de demolición que duran unos días o menos.

Antes de la voladura, los edificios deben ser revisados con pantallas y sábanas adecuadas.



## **6.7.6 Evitar voladuras cuando sea factible**

El uso de explosivos tiene el potencial de generar grandes cantidades de emisiones de polvo fugitivo en un período de tiempo muy corto. Se debe evitar la voladura y utilizar otros métodos de demolición y deconstrucción siempre que sea posible. Se hace notar que en algunos casos, con chorro es la manera más segura para llevar rápidamente hacia abajo una estructura.

Las operaciones de voladura pueden reducir significativamente el tamaño del edificio y sus materiales componentes.

## **6.7.7 Vaciado de escombros**

La aspiradora o dispositivos similares para limpieza deben ser utilizados para limpiar completamente las superficies pavimentadas y otras operaciones de voladura. Debe utilizarse un vacío industrial para escombros limpios antes de la utilización de aire a alta presión.

## **6.7.8 Prácticas de trabajo para cargar escombros**

Los cargadores deben volcar los escombros en los camiones de transporte con una distancia mínima de caída para minimizar las emisiones de polvo de los escombros. Si es posible, deben colocarse residuos finos en el cubo de camiones en primer lugar, seguido de los residuos más grandes en la parte superior. Alternativamente, si es posible, lo seco debe ser colocado primero en el cubo de camión, seguido de los escombros mojados en la parte superior. Las cargas de escombros deben ser

equilibradas en los contenedores de camiones; no deben compactarse utilizando el impacto de un cucharón de carga.

### **6.7.9 Evite el almacenamiento prolongado de escombros**

Evite el almacenamiento prolongado de escombros en el sitio y su exposición al viento. Los contenedores de basura deben cubrirse cuando se retiran del sitio de construcción.

## **7. Reducción de otras emisiones en sitios de construcción y demolición**

### **7.1 Introducción**

En este capítulo se documentan las acciones que pueden reducir las emisiones de las actividades de construcción y demolición, más allá de las emisiones de polvo fugitivo. Tres categorías de fuentes de emisión separadas se tratan en esta sección, específicamente:

- Motores de vehículos y equipos.
- Producción de mezcla de asfalto en caliente en plantas portátiles.
- Compuestos orgánicos volátiles.

Si bien el enfoque de este capítulo está en las emisiones que no sean PM, la sección sobre motores de vehículos y equipos identifica acciones que también pueden

reducir las emisiones de partículas de las pilas de vehículos y equipos (es decir, no emisiones fugitivas de PM).

## 7.2 Motores de vehículos y equipos

Las actividades de construcción de avenidas y de ingeniería pesada se basan en la utilización de una amplia gama de equipos móviles, como excavadoras, niveladoras, adoquines, etc. El escape del motor de estos vehículos, especialmente los que funcionan con combustible diésel, representan una fuente de partículas y otras emisiones (por ejemplo,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ , COVs, HPA,  $\text{CO}_2$ ) del sitio de construcción. A continuación, se detallan las tecnologías y prácticas de trabajo que pueden emplearse para reducir estas emisiones. Se aconseja a las empresas constructoras que se aseguren de que sus garantías sobre los vehículos no se anulen, en caso de que se readapten con tecnologías de control de emisiones o el uso de combustibles alternativos.

### 7.2.1 Usar filtros de partículas diésel

El uso de catalizadores y filtros de partículas diésel puede reducir significativamente las emisiones de partículas de los gases de escape de vehículos o equipo con motor diésel. Estos filtros pueden venir equipados en vehículos recién comprados o pueden ser instalados en la flota vigente de vehículos con motor diésel operados por una empresa de construcción (es decir, vehículos existentes adaptados).

Todos los vehículos nuevos con motor diésel deben usar filtros de partículas diésel de última generación. Todos los vehículos existentes deben ser evaluados, y siempre que sea técnicamente factible y rentable, modernizarse.

Los filtros de partículas diésel a base de catalizador utilizan materiales catalíticos para reducir la temperatura a la que se oxida la materia particulada diésel. El material catalizador o bien puede ser directamente incorporado en el sistema de filtro, o se puede agregar al combustible como un catalizador a base de combustible (ver más abajo). Los filtros de partículas diésel a base de catalizador se pueden usar con combustibles diésel de contenido variable de azufre. Sin embargo, muy bajo contenido de azufre de combustible (es decir, no más de 15 mg/kg) debe ser utilizado con los vehículos equipados con estos filtros con el fin de lograr una reducción de emisiones óptima.

## **7.2.2 Usar catalizadores a base de combustibles**

Los catalizadores de combustible pueden ser usados para reducir las emisiones de PM, NO<sub>x</sub>, COVs y monóxido de carbono de los motores de gasolina fuera de carretera. Estos productos generalmente contienen un catalizador en línea de oxidación de metal sólido que cambia la composición del combustible diésel inmediatamente antes de su uso en un motor.

Otra versión de esta tecnología es un catalizador concentrado a base de combustible líquido que contiene de 4 a 8 partes por millón de platino soluble en combustible y metal de cerio que reduce las emisiones de materia particulada de los motores diésel. El catalizador a base de combustible cataliza la velocidad de oxidación del hollín y disminuye la temperatura a la que tiene lugar la oxidación del hollín.

### **7.2.3 Utilizar catalizadores de oxidación diésel**

Un catalizador de oxidación diésel utiliza una sustancia catalítica (como el platino o el paladio) para acelerar las reacciones químicas. Cuando los gases de escape entran en contacto con el catalizador, los hidrocarburos residuales y el monóxido de carbono se oxidan. La oxidación de hidrocarburos también se extiende a materiales tales como hidrocarburos policíclicos aromáticos (HPA) y la fracción orgánica soluble de partículas de diésel. Deben emplearse catalizadores de oxidación diésel en las empresas de construcción para reducir las emisiones asociadas a sus vehículos con motor diésel.

El contenido de azufre del combustible diésel es crítico para el desempeño de los catalizadores de oxidación diésel. El catalizador utilizado para oxidar la fracción orgánica soluble también puede oxidar dióxido de azufre para formar partículas de sulfato, que se mide como parte de las partículas. Los catalizadores de oxidación diésel activos también pueden oxidar el óxido nítrico a dióxido de nitrógeno. Se han desarrollado catalizadores que selectivamente oxidan la fracción orgánica soluble, el monóxido de carbono y la HPA, mientras minimiza la oxidación del dióxido de azufre y el óxido nítrico.

### **7.2.4 Asegurarse de que los convertidores catalíticos estén funcionando de manera eficiente**

Los convertidores catalíticos se usan en motores a gasolina para reducir las emisiones (por ejemplo, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, compuestos

orgánicos volátiles) asociados con la operación del vehículo. Un convertidor catalítico transforma estos gases en dióxido de carbono, nitrógeno, oxígeno y agua. Las operaciones de construcción deben garantizar que los convertidores catalíticos más avanzados estén instalados en sus vehículos que funcionan con gasolina y que estos convertidores estén funcionando a su máxima eficiencia.

Deben evitarse prácticas que contribuyan a reducir la eficacia de los convertidores catalíticos en los vehículos de construcción de gasolina. Por ejemplo, algunos aditivos de aceite de motor o problemas del motor que causan cambios en la mezcla o la temperatura de los gases de escape reducen la efectividad y la vida útil del convertidor catalítico. Por ejemplo, el uso excesivo de aditivos de combustible puede acortar considerablemente la vida útil de un convertidor catalítico. Los selladores de juntas y los cementos también pueden envenenar un convertidor. Además, cada vez que un motor funciona fuera de las especificaciones adecuadas, se puede ocasionar desgaste y daños innecesarios al convertidor catalítico, así como al propio motor.



### **7.2.5 Mantener adecuadamente los motores y los sistemas de escape**

Motores de vehículos y equipos deben ser mantenidos adecuadamente para reducir las emisiones de escape de CO, COVs y PM. El equipo que está en buenas condiciones también reducirá el consumo de combustible. El equipo debe ser inspeccionado antes del inicio de un proyecto. Mientras el equipo está en el sitio, una inspección diaria debe ser llevada a cabo, sus partes y mangueras que muestren signos de desgaste deben ser reemplazados de inmediato. Las piezas dañadas también deben repararse o reemplazarse.

Se debe solicitar a los contratistas que proporcionen registros de mantenimiento para su flota como parte de la oferta del contrato y a intervalos regulares durante la vigencia del contrato.

### **7.2.6 Usar diésel con bajo contenido de azufre**

Los combustibles con bajo contenido de azufre pueden mejorar la calidad del aire de dos maneras distintas: (i) al reducir las emisiones de SO<sub>2</sub> y PM del vehículo debido a los niveles más bajos de azufre; y (ii) por el aumento de la eficacia de dispositivos de control de emisiones existentes y que permiten el uso de dispositivos de control de emisiones más avanzados.

## 7.2.7 Combustibles alternativos

Hay varios combustibles alternativos que deben ser utilizados para reducir el nivel de emisiones que de otro modo ocurrirían con el uso de diésel de combustible (o gasolina). Los combustibles alternativos que podrían ser utilizados incluyen biodiesel, etanol, propano, gas natural y varios aditivos. La electricidad también se puede utilizar, principalmente para fines de equipamiento, pero también para vehículos. El biodiesel se describe con mayor detalle a continuación.

## 7.2.8 Reducir o eliminar el tiempo de inactividad

El encendido de motor sin movimiento de vehículos todo terreno en sitios de construcción a menudo se practica por las siguientes razones:

- Proporcionar calor o aire acondicionado para el vehículo.
- Para mantener el combustible y el motor calientes en climas fríos para evitar arranques en frío.
- Mientras se opera activamente, como cuando se espera para cargar y descargar mercancías.
- Camiones y camiones con remolque pueden necesitar de inactividad con el fin de operar el equipo auxiliar, incluyendo el poder toma de fuerza (PTO) del equipo.

Los beneficios de la reducción del encendido de motor sin movimiento (además del medioambiente) se traducen en términos de consumo reducido de combustible y desgaste del motor y, en consecuencia, el ahorro de dinero para el propietario/operador. El encendido de motor sin movimiento de los vehículos fuera del camino cuando éste no está en movimiento, o cuando el equipo fuera del camino no está trabajando, debe ser limitado a menos de 5 minutos en cualquier

ubicación. Se alienta a las empresas constructoras a instituir una campaña contra el encendido de motor sin movimiento.

Hay tecnologías disponibles que apagan automáticamente el motor después de un tiempo preestablecido. Estas tecnologías de control de encendido de motor sin movimiento deben ser aprovechadas. La instalación de tales sistemas en vehículos de construcción evita la dependencia de los operadores para cumplir con un límite de tiempo.

## **7.2.9      Evaluar alternativas para calefacción y aire acondicionado para vehículos todo terreno**

Existen alternativas basadas en la tecnología para la provisión de calefacción/aire acondicionado. Los ejemplos de tecnologías disponibles incluyen sistemas de energía auxiliar o motores principales y electrificación a bordo. El propósito de estas tecnologías alternativas es desplazar el uso del motor principal más contaminante para proporcionar potencia y comodidad a la cabina. Estos sistemas se utilizan normalmente por remolques de tractor en carretera, sin embargo hay más oportunidades ahora o en el futuro para la utilización dentro de la construcción de vehículos.

Un sistema de energía auxiliar generalmente consiste en un motor y un compresor para suministro de energía eléctrica y control de clima a la cabina del camión. La unidad generalmente se instala en lugar de un tanque de combustible y pesa aproximadamente 140 kilogramos. Existen varios métodos para alimentar un sistema de energía auxiliar, incluido el combustible diésel y la energía eléctrica.

La electrificación a bordo es una alternativa para proporcionar la energía para el control de climatización HVAC y para alimentar dispositivos auxiliares. Una toma de corriente simple en el perímetro del espacio del camión generalmente suministra la

energía de 110 voltios o 220 voltios. Para utilizar la electrificación a bordo para el control del clima, puede ser necesaria la compra de equipo adicional. Debe ser observado que hay sistemas que pueden ser alimentados solo por 110 voltios de potencia tales como un calentador de espacio o pequeño refrigerador, pero hay cuestiones en cuanto a la viabilidad de tales dispositivos para este uso.

### **7.2.10 Minimizar arranques en frío**

Tanto la eficiencia de combustión del motor como la efectividad del dispositivo de control de emisiones son mínimas durante un arranque en frío y, por lo tanto, las emisiones tienden a ser altas. Para corregir este problema, los calentadores de bloque del motor y los convertidores catalíticos precalentados (que usan una fuente de calor eléctrica) pueden instalarse en los motores para una combustión más eficiente y una oxidación más completa del escape en los convertidores catalíticos.

Tenga en cuenta que minimizar los arranques en frío no significa aumentar los tiempos de inactividad.

### **7.2.11 Las pérdidas por evaporación deben minimizarse**

Las pérdidas por evaporación de los equipos de construcción se asocian principalmente con los tanques de combustible. Existen tecnologías de control de emisiones por evaporación que pueden reducir dichas emisiones hasta en un 96%. Estas tecnologías incluyen: (i) el sistema de combustible cerrado (tanque modificado); (ii) ventilación del tanque a las latas de carbón; y (iii) tanque lleno de malla metálica expandida. Estas tecnologías se pueden adaptar a la flota existente de vehículos de construcción, así como instalarse en vehículos nuevos.

## **7.3 Producción de plantas portátiles de mezcla de asfalto en caliente**

Existen prácticas de trabajo y tecnologías que deben emplearse para minimizar las emisiones de partículas, emisiones gaseosas, olores y ruidos. El enfoque de esta sección está en las prácticas de trabajo para reducir las emisiones de gases de las plantas portátiles de mezcla de asfalto en caliente (las prácticas de trabajo para reducir las emisiones de partículas se discutieron en capítulos anteriores). Estas emisiones gaseosas se producen por el proceso de combustión empleado en las plantas portátiles de mezcla de asfalto en caliente, que se utiliza para secar el agregado antes de mezclarlo con el asfalto. Las emisiones gaseosas incluyen óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono y compuestos orgánicos volátiles.

### **7.3.1 Mantener la proporción adecuada de aire en el sistema de combustión**

La proporción de aire adecuada en la combustión debe ser mantenida con el fin de quemar el combustible suministrado completa y eficientemente. La combustión incompleta del combustible da como resultado niveles más altos de monóxido de carbono y compuestos orgánicos volátiles.

### 7.3.2 Los sistemas de quemadores y aire deben inspeccionarse y mantenerse regularmente

El sistema quemador de aire y debe ser inspeccionado regularmente y mantenerse con el fin de asegurar que se reduzca el consumo de combustible, el monóxido de carbono y las emisiones de compuestos orgánicos volátiles. Personal calificado debe realizar las reparaciones en el sistema del quemador cuando sea necesario y un seguimiento debe ser llevado a cabo anualmente para asegurar la eficiencia. Se recomiendan las siguientes inspecciones del sistema del quemador para garantizar que estas piezas funcionen de acuerdo con las especificaciones del fabricante:

- Todas las válvulas de quemador y edades de enlace.
- La presión del combustible, las proporciones de aire-combustible, y la presión de aire de combustión.
- Todas las partes móviles que estén lubricadas.
- Todos los sistemas de filtro y tintes.
- Boquillas libres de materiales extraños.
- Sopladores.

La fuga de aire afecta directamente la relación aire/combustible, lo que resulta en una combustión ineficiente y mayores emisiones. Por lo tanto, el tambor y puntos de sellado de conductos de aire (es decir, el sistema de aire) debe realizarse inspección y mantenimiento con regularidad. Las fugas de aire más alejadas del quemador provocan los impactos más negativos en el proceso de combustión.

### 7.3.3 Realizar inspecciones periódicas de otros equipos

Debe realizarse mantenimiento e inspección regularmente a otros equipos dentro de las plantas portátiles de mezcla de asfalto en caliente (aparte del quemador y los sistemas de aire), esto para garantizar que el proceso de combustión funcione a la máxima eficiencia. Se deben realizar inspecciones periódicas del siguiente equipo para garantizar que esté funcionando correctamente y según las especificaciones del fabricante:

- Amortiguador: componente clave para controlar la relación combustible/aire.
- Tramos de secado: el velo adecuado de un agregado permite que el sistema del quemador funcione a niveles óptimos.
- Colectores primarios y secundarios: para la acumulación de material que puede reducir el flujo de aire en todo el sistema.
- Sistemas de calentadores de aceite caliente: asegúrese de que los sistemas de quemadores del calentador de aceite estén limpios y que las líneas del calentador de aceite caliente funcionen correctamente. El calentador de aceite caliente debe ser probado anualmente para asegurar que la oxidación no está tomando lugar.

### **7.3.4 Los termopares y otros sensores deben calibrarse regularmente**

Se instalan termopares y otros sensores para controlar el cambio de temperatura y presión dentro del sistema del quemador. Los termopares y otros sensores deben calibrarse regularmente para garantizar que funcionen a sus niveles óptimos.

### **7.3.5 Combustibles con bajo contenido de azufre**

Los combustibles con bajo contenido de azufre deben utilizarse en la medida de lo posible en plantas portátiles de mezcla de asfalto en caliente para reducir las emisiones de SO<sub>2</sub> (así como las emisiones de partículas).

## **7.4 Compuestos orgánicos volátiles**

Los compuestos orgánicos volátiles (COVs) se emiten principalmente desde el sector de la construcción y la demolición a través de las siguientes fuentes: (i) revestimientos superficiales arquitectónicos; (ii) operaciones de marcado de tráfico; (iii) pavimento de hormigón asfáltico; y (iv) techos de asfalto hervidores de agua. A continuación, se detallan las diversas prácticas laborales que deben emplearse para reducir las emisiones de COVs de estas fuentes.

## 7.4.1 Revestimientos arquitectónicos de superficie

Las operaciones de revestimiento de superficies arquitectónicas consisten en aplicar una capa delgada de revestimiento como pintura, imprimación, barniz o laca a superficies arquitectónicas. Los revestimientos arquitectónicos de superficie se aplican a una variedad de superficies (p. Ej., metal, madera, plástico, concreto, ladrillos y yeso). Los COVs que se usan como solventes en los recubrimientos se emiten durante la aplicación del recubrimiento y también cuando se seca. La cantidad de recubrimiento utilizada y el contenido de COVs del recubrimiento son los factores principales que determinan las emisiones de esta fuente. Los solventes también se usan como diluyentes en los recubrimientos y para actividades de limpieza.



### **7.4.1.1 Recubrimiento duradero y de alto rendimiento con baja producción de COVs**

Se deben usar recubrimientos con un bajo contenido de COVs y que cumplan con los estándares de rendimiento establecidos. La información sobre el contenido de COVs de los revestimientos adquiridos para su uso en las operaciones de construcción debe ser solicitada a los proveedores y en su defecto, de los fabricantes.

La durabilidad y el rendimiento son factores críticos en la selección de revestimientos y tienen un impacto en el ciclo de vida de las emisiones de COVs. Un producto más duradero con un mayor rendimiento reducirá la frecuencia de recubrimiento, reduciendo así las emisiones de COVs. Como ejemplo, un sistema de recubrimiento con un contenido de COVs de 20% más alto que un producto alternativo puede reducir la cantidad de veces que un objeto debe ser repintado, reduciendo así las emisiones de COVs del ciclo de vida. Además, al comparar el contenido de COVs del producto, se debe tener en cuenta la cantidad total de producto a aplicar. Por ejemplo, si un recubrimiento tiene un bajo contenido de COVs, pero requiere numerosas aplicaciones, puede dar lugar a emisiones de COVs de mayor ciclo de vida que un recubrimiento alternativo con mayor contenido de COVs.

### **7.4.1.2 Las emisiones de COVs del almacenamiento, manipulación y preparación de recubrimientos deben minimizarse**

Las prácticas de trabajo que reducirán las emisiones de COVs del almacenamiento, manejo y preparación de recubrimientos se centran principalmente en minimizar la duración de la exposición de la superficie del recubrimiento líquido al aire circundante, e incluyen lo siguiente:

- Todos los revestimientos de contenedores deben cerrarse bien durante su transporte y almacenamiento.
- No se debe abrir un nuevo recipiente de pintura si ya está abierto.
- Los recipientes deben mantenerse cubiertos cuando no estén en uso (para evitar la evaporación excesiva del movimiento del aire de convección).
- Una pequeña cantidad de disolvente debe ser añadido a los contenedores vacíos (establecer acuerdo con el proveedor) antes de su retorno a los proveedores a fin de evitar el secado de pintura en las paredes interiores. Esto asegurará que sólo se use una cantidad mínima de solvente de limpieza en la operación de limpieza del tambor.
- Los revestimientos deben ser mezclados antes de la transferencia en recipientes más pequeños. Si se usan recipientes pequeños, entonces deben estar llenos para reducir el número de operaciones de mezcla que deben llevarse a cabo.
- Los diluyentes deben ser añadidos a los recubrimientos antes de la aplicación con el fin de evitar la larga permanencia de los tiempos.
- Los revestimientos deben ser diluidos con agua o compuestos exentos de COVs.

- Siempre mezcle el diluyente con el recubrimiento de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- Las operaciones de mezcla deben llevarse a cabo para minimizar la exposición del recubrimiento al aire (por ejemplo, en contenedores sellados).

### **7.4.1.3 El desperdicio de recubrimientos por derrames y salpicaduras debe minimizarse**

Los procedimientos de manejo deben diseñarse para reducir el desperdicio de recubrimientos a través de derrames y salpicaduras, por ejemplo, siguiendo lo siguiente:

- Durante transferencias, las tapas de recipientes, tapones, tapones, o válvulas no pueden permanecer abiertos, sino que deben ser reemplazados o cerrados inmediatamente después de que la transferencia se ha completado.
- Si es necesario abrir el recubrimiento de recipientes para períodos prolongados, el uso de revestimientos flexibles (por ejemplo, película de plástico o de hoja, tela de tejido) para cubrir la superficie de la capa debe ser considerado para minimizar COVs pérdidas.
- Durante las transferencias de recubrimientos a partir de un recipiente a otro, una bomba y un sistema de manguera se utilizará cuando sea posible para reducir al mínimo las emisiones de COVs fugitivas. Orificios de ventilación en el contenedor de la fuente deben ser abiertas para evitar la creación de un vacío que podría impedir el drenaje adecuado y potencialmente dar lugar a un escape inesperado.
- La decantación de un recipiente a otro debe ser realizada lentamente y con cuidado para minimizar los derrames y las salpicaduras.
- Siempre que sea posible, los sistemas de bombeo deben ser utilizados por

separado para diferentes colores de pintura. Si esto no es posible, deben ser secuenciadas las aplicaciones de color para minimizar el enrojecimiento.

#### **7.4.1.4 Superficie a revestir debe estar debidamente preparada**

Las superficies bien preparadas no necesitarán un volumen excesivo de recubrimientos. La preparación adecuada de la superficie puede incluir: (i) la eliminación de material indeseable del sustrato; (ii) sellado de grietas y fisuras; y (iii) lijado para lograr una rugosidad deseable para una adecuada adhesión del recubrimiento. Las superficies a ser recubiertas deben ser preparadas según las especificaciones de los fabricantes de revestimiento. Toda la suciedad, óxido, astillas, partículas sueltas, pintura desintegrada, grasa, aceite y otras sustancias deben ser eliminadas de todas las superficies que van a ser pintadas. Cada superficie con o sin fisuras debe ser llenada con materiales apropiados sólidos (masilla, compuestos para juntas), selladores o cebadores para minimizar los espacios donde los recubrimientos pueden acumularse.

### 7.4.1.5 Los operadores de pistolas pulverizadoras deben utilizar técnicas de aplicación correctas

Se pueden conseguir reducciones significativas en los revestimientos desperdiciados y, en consecuencia, en las emisiones de COVs al implementar técnicas de aplicación adecuadas por parte de los operadores. Se deben cumplir las siguientes técnicas de aplicación:

- La distancia de la pistola rociadora a la superficie debe ser consistente. Si la herramienta está demasiado cerca de la superficie, el revestimiento se aplica pesadamente y se hunde. Si la pistola está demasiado lejos de la superficie, se obtendrá una sobrepulverización excesiva, una pulverización seca, un acabado arenoso y una baja eficiencia de transferencia. Las pistolas de pulverización de alto volumen y baja presión deben mantenerse a una distancia de 15 a 20 centímetros de la superficie que se está recubriendo. Las pistolas asistidas por aire de pulverización deben ser usadas a 20 a 25 centímetros de distancia (20 a 30 centímetros si es electrostática). Las pistolas pulverizadoras sin aire deben mantenerse a una distancia de 30 a 26 centímetros.
- La velocidad de la pistola cuando se mueve a través de la superficie debe ser consistente. Una velocidad constante de la pistola ayudará a obtener un espesor uniforme de recubrimiento. Una velocidad de pistola más alta que las especificaciones del fabricante puede distorsionar el patrón de rociado y no permitir que la cantidad máxima de material alcance la superficie.
- Debe aplicarse una superposición adecuada del patrón de pulverización. Esta superposición está determinada por el revestimiento que se aplica. La superposición adecuada puede variar del 50 al 80%. Una mayor superposición puede provocar trazos desperdiciados, y una menor superposición puede generar rayas.

- La pistola de pulverización debe usarse perpendicular a la superficie a recubrir. Hacer un arco con la pistola en áreas difíciles de alcanzar da como resultado material desperdiciado, ya que se aplica una capa desigual. Estas áreas deben ser recubiertas con el cambio de la posición de la pistola o el operador. Algunos recubrimientos se aplican a superficies irregulares (p. Ej., barandillas de escaleras, molduras decorativas) para las cuales la eficiencia de transferencia de recubrimientos con equipos de rayos sp es bastante baja. Para superficies irregulares, deben usarse métodos de aplicación manuales para aumentar la transferencia de la eficiencia.
- Deben utilizarse los ajustes de sistema recomendados por los fabricantes para el aire y la presión del fluido y el recubrimiento de consistencia. Estos parámetros se pueden ajustar a través de un proceso de prueba y error.
- Las emisiones de COVs también pueden ser reducidas evitando la excesiva aplicación de capas de acabado. Se aplican cebadores de acuerdo con las recomendaciones del fabricante con el fin de reducir al mínimo la cantidad de capa de acabado que tiene que ser aplicada. La aplicación de capas de acabado debe respetar las tasas de cobertura recomendadas por los fabricantes y el espesor de la aplicación (espesor de película húmeda y espesor de película seca).



### **7.4.1.6 Técnicas alternativas de aplicación de revestimientos**

Cuando sea factible, deben usarse rodillos o cepillos en lugar de pistolas de pulverización con el fin de reducir la cantidad de disolventes de pintura a base de disolvente que se requieren. Además, la eficiencia de transferencia para los métodos de aplicación directa (es decir, rodillos, cepillos) puede acercarse al 100%.

### **7.4.1.7 Alternativa de limpieza o de bajo COVs de limpieza**

Cuando sea posible, deben usarse agentes de limpieza sin COVs o de bajo COVs en lugar de disolventes. Para la preparación de la superficie así como para las operaciones de limpieza, se utilizarán agentes de limpieza alternativos a los disolventes (por ejemplo, soluciones acuosas de tensioactivo).

### **7.4.1.8 Los solventes utilizados para la limpieza deben ser minimizados**

Cuando se usan productos de limpieza que contienen COVs, se deben aplicar las siguientes prácticas laborales para reducir la cantidad que se debe usar:

- Utilizar disolventes con una baja presión de vapor, evitando el uso de alcoholes minerales comunes que tienen típicamente un punto de inflamación 40 ° C.

- Establecer una práctica para asegurar que el disolvente usado será dispuesto o reciclado solamente cuando pierda su eficacia de limpieza, no sólo porque se vea sucio.
- Minimizar la cantidad de agente de limpieza utilizado por soplado, tanto la pintura vieja como sea posible a través de las líneas con aire comprimido (o por el raspado de la pintura fuera de la superficie).
- Utilizar cantidades predeterminadas y medidas de disolvente (es decir, saber cuánto es para ser utilizado con anterioridad).
- Usar recipientes con tapas herméticas cuando se requiera remojar.
- Devolver a recipientes sellados los disolventes usados para su disposición como residuos o para el reciclaje y la reutilización.
- Los limpiadores deben estar contenidos (es decir, cubiertos) y sellados herméticamente siempre que sea posible para reducir las pérdidas por evaporación.
- Los trapos empapados de disolvente deben ser dispuestos de en una cubierta del recipiente.
- Separar los solventes de limpieza y recuperarlos/reutilizarlos.
- Utilizar cierre automático de embudos en barriles y mangueras para el trasvase de disolvente.
- La pistola de pulverización debe ser vaciada de pintura antes de limpiar de modo que el sistema de la pistola esté completamente seco.
- El equipo debe ser limpiado inmediatamente después de su uso con el fin de prevenir el secado de revestimientos y por lo tanto la necesidad de utilizar disolventes adicionales en la operación de limpieza.

### **7.4.1.9 Prácticas de acabado alternativos deben ser usados**

Los revestimientos de superficie sin COVs (paredes, pisos, techos) deben usarse siempre que sea económico y factible.

## **7.4.2 Operaciones de marcado del tráfico**

Las operaciones de marcado de tráfico incluyen el marcado de líneas centrales de avenidas, franjas de borde, marcas direccionales y estacionamientos.

Los siguientes materiales de pintura, típicamente utilizados para el marcado de tráfico, emiten COVs:

- Pintura de tráfico sin aerosol.
- Pintura para marcar aerosoles: pinturas utilizadas para aplicar rayas o marcas en superficies exteriores, como calles, campos de golf, campos deportivos, etc.
- Cintas preformadas aplicadas con impresión adhesiva.

Algunas alternativas a las pinturas de tráfico basadas en disolventes son pinturas, termoplásticos, cintas preformadas a base de agua, sistemas de reacción y marcadores permanentes. Algunas de estas alternativas (por ejemplo, pinturas de tráfico a base de agua) pueden ser utilizadas en los meses de verano para evitar el uso de compuestos orgánicos volátiles. Además, se debe abstener de la línea de pintura de tráfico por completo cuando existan alertas de smog en la zona.

Muchas de las prácticas de trabajo descritas anteriormente para recubrimientos de

superficies arquitectónicas también se pueden aplicar a las operaciones de marcado de tráfico.

### **7.4.3 Pavimentación de concreto asfáltico**

Hay tres categorías de concreto asfáltico, específicamente: (i) mezcla en caliente; (ii) reducción; y (iii) emulsionado. El asfalto de mezcla en caliente es una mezcla de agregado (roca) y cemento de asfalto (pegamento) que se puede personalizar para aplicaciones de pavimentación específicas. El asfalto reducido se hace mediante la adición de destilados de petróleo (por ejemplo, nafta, queroseno, etc.) al cemento asfáltico. Como resultado, el asfalto reducido contiene el mayor contenido de diluyente de las tres categorías de asfalto y, en consecuencia, emite los niveles más altos de COVs por tonelada utilizada. El uso principal del asfalto reducido es en las operaciones de tachuela y sellado (relacionadas con la reparación de carreteras) y en la preparación de carreteras para la aplicación de asfalto de mezcla en caliente. El asfalto emulsionado se hace por adición de agua y un agente emulsionante (por ejemplo, jabón) de hormigón asfáltico. El asfalto emulsionado se usa en la mayoría de las mismas aplicaciones que el asfalto reducido, pero tiene menos COVs.

#### **7.4.3.1 El uso de asfalto emulsionado debe estar restringido**

Asfaltos emulsionadas que contienen compuestos orgánicos en exceso de 3% por volumen que se evaporan a 260° C o más baja no deberían utilizarse para la pavimentación, la construcción de carreteras o de ruta de mantenimiento.

### **7.4.3.2 La temperatura de las operaciones de asfalto debe ser monitoreada y controlada**

Las emisiones de COVs del almacenamiento, la mezcla y la aplicación de cemento asfáltico se duplican por cada aumento de aproximadamente 11° C (por encima de 125° C) en la temperatura de funcionamiento del cemento asfáltico. Las temperaturas de operación deben ser monitoreadas de cerca y minimizado en la medida de lo posible para reducir el potencial de emisiones de COVs.

## **7.4.4 Hervidores de techos de asfalto**

Los COVs se emiten desde la instalación y reparación de techos de asfalto en edificios comerciales e industriales, específicamente desde teteras para techos. Las teteras para techos se utilizan para derretir, calentar o contener asfalto o alquitrán de hulla.

### **7.4.4.1 La temperatura del material dentro de la caldera de techo debe estar restringida**

La temperatura del material dentro de un hervidor de techo debe limitarse a lo siguiente para reducir la generación de emisiones de COVs:

- Asfalto 260° C

- El carbón de alquitrán de tono 200° C

Los tejados deben ser instalados y mantenidos con buen orden de funcionamiento.

#### **7.4.4.2 Ajustar tapas en los hervidores de techos**

Durante las operaciones de drenaje del hervidor de techo, los vapores de COVs del hervidor deben estar contenidos por una tapa hermética. Una tapa ajustada es una cubierta impermeable a los COVs que se ajusta de forma segura sobre un techo hervidor de agua u otro recipiente para que no exista un espacio mayor de 1 centímetro entre el cuerpo del hervidor y la tapa. La(s) tapa(s) no se deben abrir, excepto para cargar la tetera con material sólido para techos o a menos que el material en la tetera sea menor a 65° C.

Dentro de 2 minutos después de que la operación ha sido completada, el recipiente que recibe el material de cubierta caliente debe ser cubierto con una tapa para evitar la liberación de humo visible desde el recipiente.

#### **7.4.4.3 La ventilación de la caldera debe mantenerse cerrada**

Cualquier ventilación de la caldera debe permanecer cerrada durante una liberación de presión causada por el tapajuntas del material del techo.

#### **7.4.4.4 Todos los hervidores de techo deben estar equipados con cámaras de postcombustión**

Si es factible, los hervidores de techo deben estar equipados con tapas de postcombustión, que prácticamente eliminan las emisiones de COVs de esta fuente. Las teteras existentes se pueden adaptar con estos postquemadores.

Estas tapas de postquemador son diferentes a las tapas ajustadas identificadas anteriormente, ya que estas tapas en realidad destruyen las emisiones de COVs del hervidor de techo. Estas tapas logran mayores niveles de reducción de emisiones de COVs (a pesar de que son más caras).

## **8. Medición/monitoreo y mantenimiento de registros**

### **8.1 Introducción**

Un aspecto crítico de la gestión de la generación de polvo fugitivo en los sitios de construcción y demolición es realizar la medición y el monitoreo necesarios de actividades y parámetros específicos. El programa de medición y monitoreo puede ayudar a determinar la necesidad de acciones de polvo fugitivo, así como la eficacia de estas acciones en la mitigación de polvo fugitivo. Es importante que se establezca y mantenga un proceso sistemático de mantenimiento de registros durante toda la duración del proyecto de construcción/demolición. Esto generalmente toma la forma de mantener un registro diario. Se proporcionan

orientación y ejemplos de medición/monitoreo y actividades de mantenimiento de registros dentro de esta sección.

Se reconoce que medir, monitorear y mantener registros es una tarea costosa y que requiere mucho tiempo. Se alienta a las autoridades reguladoras, así como a las empresas constructoras, a considerar estas prácticas e implementarlas cuando sea factible y práctico.

## 8.2 Medición y monitoreo

A continuación, se detallan los procedimientos recomendados para medir y controlar la opacidad, las superficies estabilizadas y la velocidad del viento. Principales parámetros se consideran ser uno de los más críticos para medir/monitor en obras de construcción y demolición. Existen otros parámetros que también pueden monitorearse que se relacionan con la generación de emisiones fugitivas de polvo. Se les anima a las empresas de construcción y de demolición a trabajar bajo los permisos de la autoridad local a fin de identificar qué parámetros deben ser medidos y controlados en conjunto con sus actividades generadoras de polvo fugitivo.

### 8.2.1 Monitoreo de opacidad

La opacidad del polvo que sale de la línea de propiedad donde se realizan las actividades de construcción y demolición no debe exceder el 20%. Los pasos a seguir para controlar la opacidad de las fuentes de polvo fugitivo se proporcionan a continuación.

1. Párese al menos a 5 metros de la fuente de polvo fugitivo para proporcionar una visión clara de las emisiones con el sol orientado en el sector de 140 grados hacia atrás. Siguiendo los requisitos anteriores, haga observaciones

de opacidad para que la línea de visión sea aproximadamente perpendicular a la columna de polvo y la dirección del viento. Si hay varias columnas involucradas, no incluya más de una columna en la línea de visión a la vez.

2. Registre la ubicación de la fuente de polvo fugitivo, el tipo de fuente, el método de control utilizado, si corresponde, el nombre del observador, los datos de certificación y la afiliación, y un boceto de la posición del observador en relación con la fuente de polvo fugitivo. Además, registre el tiempo, la distancia estimada a la ubicación de la fuente de polvo fugitivo, la dirección aproximada del viento, la velocidad estimada del viento, la descripción de la condición del cielo (presencia y color de las nubes), la posición del observador a la fuente de polvo fugitivo y el color de la columna. y tipo de antecedentes sobre la observación de emisiones visibles de ambos cuando se inician y completan las lecturas de opacidad.
3. Realice observaciones de opacidad, en la medida de lo posible, utilizando un fondo de contraste que sea perpendicular a la línea de visión. Haga observaciones de opacidad aproximadamente 1 metro por encima de la superficie a partir de la cual se genera el penacho. Tenga en cuenta que la observación se debe realizar en un solo punto visual después de la generación de un penacho, en lugar de seguir visualmente toda la longitud de un penacho de polvo a medida que se crea a lo largo de una superficie. Haga dos observaciones por fuente, comenzando con la primera lectura a cero segundos y la segunda lectura a los cinco segundos. La observación de cero segundos debe comenzar de inmediato después de que se haya creado un penacho sobre la superficie involucrada. No mirar continuamente a la columna de humo, pero en su lugar, observar brevemente la pluma a cero segundos y luego de nuevo a cinco segundos.
4. Registre las observaciones de opacidad al 5% más cercano en una hoja de registro de observación. Cada observación momentánea registrada representa la opacidad promedio de las emisiones durante un período de 5 segundos.
5. Repita los pasos 3 y 4 hasta que haya registrado un total de 12 lecturas de

opacidad consecutivas. No hay límite en cuanto a cuándo deben ser tomadas las 12 lecturas consecutivas. Observaciones anteriores y siguientes observaciones interrumpidas inmediatamente pueden ser consideradas consecutivas.

6. Promedio de las 12 lecturas de opacidad. Si la lectura promedio de opacidad es igual o inferior al 20%, la fuente está por debajo del estándar de opacidad recomendado para los sitios de construcción y demolición.

## 8.2.2 Superficies estabilizadas

El propósito de esta prueba es verificar si una propiedad tiene suficiente corteza para evitar el polvo arrastrado por el viento. El equipo que se necesita para esta prueba es el siguiente:

- Una bola de acero. Diámetro: 1.6 centímetros, masa: 16-17 gramos.
  - Una regla o cinta métrica.
  - Un marco de cartón con una abertura de 30 por 30 centímetros (opcional).
1. Seleccione un área de inspección de 30 por 30 centímetros que sea representativa, o un ejemplo típico, de la superficie con costra.
  2. Mantenga la pequeña bola de acero a 30 centímetros del suelo directamente encima de su área de inspección. Use una regla o cinta métrica para asegurarse de que su mano esté a la distancia correcta sobre el suelo. Deje caer la pelota dentro del área de inspección.
  3. Determinación de aprobación/reprobación: Observe el suelo de cerca alrededor de la pelota antes de levantarla. ¿La bola se hundió en la superficie de modo que está parcial o totalmente rodeada por granos sueltos de tierra? ¿Se ha perdido completamente de vista? Luego recoja la pelota. Mire de cerca dónde cayó la pelota. ¿Son granos sueltos de suciedad visible? Si ha respondido "sí" a alguna de las preguntas anteriores, la

superficie ha fallado en la primera prueba de caída. Tenga en cuenta que si la bola provoca una pequeña hendidura en la superficie, pero no se ven granos sueltos, la superficie ha pasado la prueba.

4. Seleccione dos áreas adicionales dentro del área de estudio de 30 por 30 centímetros para dejar caer la pelota. Repita los pasos 2 y 3. Si la superficie pasa dos o los tres de los ensayos de caída, el área de estudio es considerado como que pasó la prueba.
5. Seleccione al menos otras dos áreas de estudio que sean representativas de la superficie con costra. Elija las áreas al azar y asegúrese de que estén espaciadas a cierta distancia. Deje caer la pelota 3 veces dentro de cada una de estas áreas de encuesta adicionales. Una vez más, si la superficie pasa la prueba dos o tres veces, cuente el área de estudio como aprobada.
6. Examinar los resultados: Si todas las áreas de la encuesta han pasado la prueba, la superficie es estable o está suficientemente encostrada. Si una o más áreas de prospección no pasaron la prueba, la superficie no tiene la corteza suficiente.

### **8.2.3 Velocidad del viento**

Se recomienda el monitoreo del viento específico de la zona en los sitios de construcción y demolición debido a la precisión mejorada en comparación con los monitores de viento regionales. Además, el monitoreo del viento específico del sitio puede documentar vientos fuertes que no son capturados por los supervisores regionales del viento. La siguiente guía se ha preparado para ayudar a las actividades que llevan a cabo la vigilancia del viento. Gran parte de la orientación proporcionada para medir la velocidad del viento solo será práctica para los sitios de construcción más grandes.

Los aspectos de un programa de monitoreo exitoso incluyen la selección del equipo adecuado, la ubicación del instrumento, el mantenimiento del instrumento y del sitio, auditorías periódicas y la revisión frecuente de datos. Los instrumentos deben

ubicarse de manera que caractericen el flujo de aire entre las áreas de energía y receptor. En terreno plano, o donde los receptores están cerca de la fuente, un sitio meteorológico puede ser adecuado. Es posible que se necesiten sitios adicionales de monitoreo del viento en terrenos complejos.

La altura del sensor estándar para medir los vientos de superficie es 10 metros por encima del suelo de nivel más abierta, el nivel del terreno. Esto generalmente requiere la instalación de una torre o mástil. Para que el instrumento se ubique sobre terreno abierto, debe haber obstrucciones mínimas para el flujo del viento, como por ejemplo, desde edificios, colinas o árboles. En general, los sensores de viento deben ser situados donde la distancia de los sensores a cualquier obstrucción es al menos 10 veces la altura de que la obstrucción. Cuando se coloca en un edificio, sensores de viento deben ser montados 1,5 veces la altura de la construcción. Dado que estas directrices que localizan a veces no son posibles, especialmente en las zonas urbanas, se recomienda que el emplazamiento que se desvía de estas directrices sean revisadas por las autoridades locales que lo permiten o por un consultor con experiencia antes de la instalación.

Registadores de datos son el método preferido de grabación y archivo de los datos. Son más precisos y requieren menos mantenimiento que los registradores de gráficos de tiras. Los registradores de datos también permiten que los datos se transmitan por teléfono o radio a una computadora central. Los registros de datos deben ser mantenidos durante un periodo de al menos tres años después que ha terminado la recogida de datos. La recuperación de datos desde un sistema meteorológico auto-mantenido debe ser al menos el 90% completa en una base anual, sin espacios vacíos de datos de gran tamaño (es decir, huecos mayores de dos semanas). El uso de registradores de datos probablemente solo sea práctico para el más grande de los sitios de construcción.

Para los sensores de viento, el umbral de arranque debe estar clasificado a no más de 0.5 metros por segundo (m/s). Si hay alguna sospecha de que el sitio sería tener un número significativo de horas de las velocidades del viento en virtud de 0,5 m/s, deben ser utilizados sensores con un menor umbral, tales como 0,2 m/s. Los

sistemas de velocidad del viento deben ser precisos dentro de  $0.2 \text{ m/s} \pm 5\%$  de la velocidad observada. Los errores totales del sistema de dirección del viento no deben exceder los 5 grados. Esto incluye una precisión del instrumento de  $\pm 3$  grados para la linealidad y  $\pm 2$  grados para la alineación a una dirección conocida.

La revisión frecuente de datos, preferiblemente diariamente, es crítica para recolectar buenos datos meteorológicos. Además, las inspecciones visuales de cada sitio deben realizarse al menos una vez al mes. Esto ayudará a identificar los problemas de alineación del sensor que pueden no ser obvios en los datos.

Con el fin de asegurar que los sensores funcionan dentro de las especificaciones del fabricante, una calibración de los sensores debe ser realizada una vez cada seis meses por un técnico capacitado o el fabricante del sensor.

Los datos que son críticos para fines regulatorios deben ser auditados independientemente por un individuo calificado que no esté afiliado a la organización que mantiene y calibra el instrumento. Las auditorías deben estar en un horario apropiado para las mediciones. Por lo general, una vez al año es adecuado si se mantiene un programa de mantenimiento y calibración de rutina. Un informe de auditoría debe ser escrito y los problemas deben ser corregidos tan pronto como sea posible. La auditoría debe comparar los sensores individuales con los criterios de rendimiento del sensor, y también observar el sistema de recopilación de datos en su conjunto, incluido el registrador de datos y la ubicación, para garantizar que los datos sean representativos y precisos.



## 8.3 Mantenimiento de registros

Los proyectos de construcción/demolición deben mantener registros diarios de auto inspección y esa información debe ser retenida por al menos 3 años después de la finalización del proyecto. Se deben mantener registros de uso de combustible. Además, cualquier actividad que utilice supresores químicos del polvo para el control del polvo debe mantener registros que indiquen el tipo de producto aplicado, el nombre del proveedor y el método, frecuencia, concentración y cantidad de aplicación. Toda la información de mantenimiento de registros debe ponerse a disposición de la autoridad local de permisos inmediatamente previa solicitud. También se recomienda conservar una copia del mantenimiento de registros en el sitio cuando menos un año después de haber terminado la construcción.