



**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

Tesis para optar al título de  
Magíster en Ingeniería Ambiental

**Análisis de prácticas locales de gestión ambiental para  
la construcción de puentes carreteros**

Autor: Martín Paz Urban  
Directora: Dra. Ing. Alice Elizabeth González

Montevideo, Uruguay  
2022

## PÁGINA DE APROBACIÓN

### FACULTAD DE INGENIERÍA

El tribunal docente integrado por los abajo firmantes aprueba la Tesis de Investigación:

TÍTULO

.....

.....

AUTOR

.....

TUTOR

.....

CARRERA

.....

PUNTAJE

.....

TRIBUNAL

Profesor .....

Profesor .....

Profesor .....

FECHA

.....

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer muchísimo a Elizabeth, quien no solo puso a disposición su conocimiento, experiencia e idoneidad, sino que también ha sabido officiar de consejera y mentora, siempre con gran humildad y afecto.

A mi familia y amigos, a todos ellos. Me han aguantado durante este proceso, como cuando me tenía que quedar en casa avanzando con la tesis o estudiando para los cursos. De ellos, la más damnificada fue mi pareja Victoria, a quien le estoy muy especialmente agradecido por haberme acompañado durante todo este proceso.

A mi lugar de trabajo, la Dirección Nacional de Vialidad, comenzando por el Director, Sr. Hernán Ciganda, que muy cordialmente ha accedido a brindarnos autorización para utilizar toda la información allí disponible para la realización de este trabajo. También quiero mencionar especialmente al Ing. Martín Goyeneche, quien me ha ayudado un montón con la búsqueda de fotos y con el cual hemos compartido muchas visitas a obras y hemos visto “lo mejor y lo peor” de la gestión ambiental de éstas.

A la Ing. Gimena Bentos Pereira, de la Intendencia de Montevideo, que muy amablemente ha compartido información valiosa en la temática de residuos de obra civil.

Y por último, le quiero dedicar este trabajo a la memoria de mi abuela Victoria, que con sus casi 100 años nos dejó hace muy poco. Así como ella me dedicó el ejemplar del libro *Platero y yo* que me regaló cuando cumplí 6 años, yo le quiero dedicar este trabajo.



## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>14</b>
<b>1.1. Contextualización de la problemática .....</b>	<b>14</b>
<b>1.2. Objetivos.....</b>	<b>17</b>
<b>1.3. Hipótesis y metodología de trabajo.....</b>	<b>17</b>
<b>2. MOTIVACIÓN Y ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....</b>	<b>19</b>
<b>2.1. Gestión ambiental en obras de la DNV .....</b>	<b>19</b>
2.1.1. Manual Ambiental para Obras Viales de la DNV .....	19
2.1.2. Incumplimientos de las condiciones ambientales .....	20
<b>2.2. Auditorías Ambientales de obras de la DNV.....</b>	<b>21</b>
2.2.1. Estructura de la Auditoría Ambiental .....	22
2.2.2. Análisis de frecuencia de incumplimientos .....	23
<b>3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>31</b>
<b>3.1. Introducción .....</b>	<b>31</b>
<b>3.2. Autorizaciones Ambientales para obras de puentes .....</b>	<b>32</b>
3.2.1. Introducción .....	32
3.2.2. Institucionalidad ambiental nacional .....	32
3.2.3. Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) .....	32
<b>3.3. Gestión de residuos sólidos de obra .....</b>	<b>41</b>
3.3.1. Introducción .....	41
3.3.2. Generación .....	44
3.3.3. Clasificación y gestión .....	44
3.3.4. Gestión de ROC .....	49
<b>3.4. Gestión de efluentes en la producción de hormigón.....</b>	<b>64</b>
3.4.1. Condiciones de vertido a curso de agua.....	65
3.4.2. Disposición por infiltración al terreno .....	72
3.4.3. Reutilización del agua de lavado .....	73
<b>3.5. Gestión ambiental para la producción de áridos naturales .....</b>	<b>75</b>
3.5.1. Introducción .....	75
3.5.2. Actividades principales .....	75
3.5.3. Aspectos ambientales de la producción de áridos.....	87
3.5.4. Emisiones sonoras .....	89
3.5.5. Vibraciones.....	104

3.5.6. Emisiones atmosféricas.....	114
3.5.7. Gestión de efluentes.....	139
3.5.8. Recuperación ambiental.....	144
<b>4. FICHAS AMBIENTALES DE ACTIVIDAD.....</b>	<b>158</b>
4.1. Introducción.....	158
4.2. Estructura de las Fichas.....	158
4.3. Identificación de las Fichas.....	159
4.4. Índice de las Fichas.....	160
4.5. Contenido de las Fichas.....	162
<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>421</b>
5.1. Síntesis final.....	421
5.2. Conclusiones del trabajo.....	421
5.3. Recomendaciones prácticas.....	422
5.4. Líneas de trabajo a futuro.....	423
5.5. Reflexión personal.....	424
<b>6. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>426</b>
<b>7. ANEXOS.....</b>	<b>433</b>
7.1. Autorización de la DNV para el uso de la información.....	433

## **RESUMEN**

En el presente trabajo se analizaron las prácticas locales de gestión ambiental, enfocándose en las obras de puentes carreteros.

En primer lugar, se analizó el estado actual de la gestión ambiental, su papel y sus herramientas disponibles en las obras de la DNV, institución bajo cuya órbita se encuentran las obras de este tipo, además de las obligaciones de los Contratistas al momento de firmar contratos de obra pública con esa institución.

A partir de la base de datos de gestión ambiental de dicha institución, se procedió a extraer de la misma el conjunto de obras correspondiente a todos los contratos específicos de puentes en un intervalo de tiempo determinado, y a recopilar los informes de auditorías ambientales correspondientes.

En función de los incumplimientos constatados en este conjunto de auditorías, éstos se clasificaron con el fin de determinar si existen falencias más recurrentes en la gestión ambiental de estas obras. Efectivamente, éstas se encontraron y se realizó una búsqueda bibliográfica con el fin de ahondar en los conceptos teóricos claves, las prácticas adecuadas, la normativa vigente y la situación en Uruguay de algunos aspectos en particular.

Finalmente, se generó un material que, de manera lo más exhaustiva posible y de fácil consulta, contemple los temas de gestión ambiental de cada tarea de la obra e indique los procedimientos, factores ambientales potencialmente afectados, normativa vigente, así como las prácticas recomendadas y las no recomendadas. Además, se recopiló material fotográfico de obras de DNV de distintas fuentes para apoyar visualmente su comprensión.

## **PALABRAS CLAVE**

Gestión ambiental, obras, puentes.

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1. Listado de obras a ser considerado en el análisis de incumplimientos. ...	24
Tabla 2-2. Categorías de incumplimientos a ser consideradas en el análisis. ....	26
Tabla 2-3. Resultados generales del procesamiento de incumplimientos.....	27
Tabla 2-4. Incidencia de cada categoría de incumplimientos.....	28
Tabla 3-1. Valores ejemplo de parámetros de calidad de agua de lavado de camiones mixer (extraído de dos Santos et al., 2017).....	65
Tabla 3-2. Clasificación española de obras de paso en carreteras según longitud de vano (luz) extraída de la norma 5.2 – IC “Drenaje Superficial”.....	66
Tabla 3-3. Comparación de los parámetros de la Tabla 3-1 con el estándar de vertido a curso de agua. ....	68
Tabla 3-4. Parámetros relevantes del estándar de vertido para disposición por infiltración al terreno (extraídos del Decreto 253/979).....	73
Tabla 3-5. Principales tareas de mantenimiento de maquinaria con sus posibles emisiones asociadas. ....	80
Tabla 3-6. Principales aspectos ambientales junto a sus actividades asociadas en la producción de áridos. ....	88
Tabla 3-7. Niveles objetivo de calidad acústica en espacios abiertos (extraído de GESTA Ruido, 2014a).....	92
Tabla 3-8. Niveles de referencia resultados de mediciones y adoptados por el <i>Roadway Construction Noise Model</i> (extraído de FHWA, 2016).....	100
Tabla 3-9. Valores guía para las velocidades pico de vibraciones según la percepción de las personas (extraído de la norma BS 5228-2:2009).....	109
Tabla 3-10. Estándares de emisión para actividades que comprenden a las canteras (extraído del Art. 28 del Decreto 135/021). ....	122
Tabla 3-11. Objetivos de calidad de aire aplicables hasta el año 2023 (extraído del Art. 4 del Decreto 135/021). ....	123
Tabla 3-12. Factores de emisión de actividades relacionadas a explotación de canteras (extraídos de EPA, 2004). ....	128
Tabla 4-1. Grupos temáticos de las Fichas Ambientales de Actividad.....	160
Tabla 4-2. Índice de Fichas Ambientales de Actividad.....	160

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Secuencia de elementos involucrados que convergen en la importancia de la gestión ambiental en obras de puentes carreteros.....	16
Figura 2-1. Distribución geográfica de las obras seleccionadas para el procesamiento de datos. ....	26
Figura 2-2. Frecuencia de ocurrencia de incumplimientos por categoría .....	28
Figura 2-3. Incidencia de cada categoría en el total de incumplimientos. ....	29
Figura 3-1. Esquema del proceso de obtención de la AAP (extraída de la Guía para la SAAP de DINAMA, 2009).....	36
Figura 3-2. Áreas naturales protegidas al año 2020 (extraída de SNAP, MA). ....	38
Figura 3-3. Esquema de módulos del relleno sanitario de Felipe Cardoso (extraído de Bajsa, 2020). ....	51
Figura 3-4. Datos de ingreso por tipo de residuos al relleno sanitario de Felipe Cardoso (extraído de Bajsa, 2020). ....	52
Figura 3-5. Planta de tratamiento de lixiviados (izq.) y sistema de recolección de biogás (der.) del relleno sanitario de Felipe Cardoso (extraído de Bajsa, 2020). ....	52
Figura 3-6. Porcentaje sobre la generación total de ROC según destino final (extraído de la consultoría BID – IM). ....	54
Figura 3-7. Planta trituradora de RCD RECICLAJE (extraído de la Consultoría BID – IM). ....	60
Figura 3-8. Bloque producido con RCD procesado (extraído de la Consultoría BID – IM). ....	60
Figura 3-9. Esquemas de un sistema tipo de tratamiento de efluentes generados en la producción de hormigón (extraído de CVU, 2012). ....	69
Figura 3-10. Distribución granulométrica de los sólidos en efluente de lavado (extraído de dos Santos et al., 2017). ....	70
Figura 3-11. A la izquierda: descenso de interfase en ensayo de columna de sedimentación. A la derecha: representación gráfica de la curva de variación de la altura de la interfase en función del tiempo en dicho ensayo (extraído de Metcalf & Eddy, 2003). ....	71
Figura 3-12. Retroexcavadora (extraído de <a href="http://www.cat.com">www.cat.com</a> ). ....	77
Figura 3-13. Martillo hidráulico montado sobre retroexcavadora fragmentando restos de hormigón armado (extraído de <a href="http://www.cat.com">www.cat.com</a> ). ....	78
Figura 3-14. Pala cargadora (extraído de <a href="http://www.cat.com">www.cat.com</a> ). ....	78
Figura 3-15. Motoniveladora (extraído de <a href="http://www.cat.com">www.cat.com</a> ). ....	78
Figura 3-16. Retroexcavadora combinada sobre ruedas (extraído de <a href="http://www.cat.com">www.cat.com</a> ). ....	79
Figura 3-17. Esquema del ciclo de trabajo en una excavación en roca mediante perforación y voladura (extraído de MOPT, 1993b). ....	81
Figura 3-18. Perforadora rotativa (extraído de <a href="http://www.cat.com">www.cat.com</a> ). ....	81

Figura 3-19. Esquema de barrenos de diámetro $D$ , con colocación de explosivos en una altura $L_2$ , a una distancia $V$ al frente de voladura en un banco de altura $H$ (extraído de MOPT, 1993b).....	82
Figura 3-20. Trituradora de mandíbulas (izq.) y trituradora de cono (der.) (extraído de <a href="https://www.aulacarreteras.com/planta-de-aridos/">https://www.aulacarreteras.com/planta-de-aridos/</a> ).....	84
Figura 3-21. Trituradora de cono (extraído de <a href="https://www.terex.com/mps/en-in/products/static/static-cone-crusher">https://www.terex.com/mps/en-in/products/static/static-cone-crusher</a> ).....	84
Figura 3-22. Zaranda vibratoria (extraído de <a href="https://www.terex.com/finlay/es/product/inclined-screens/694">https://www.terex.com/finlay/es/product/inclined-screens/694</a> ).....	85
Figura 3-23. Camión con chata transportando pavimentadora de asfalto (extraído de FHWA, 2006). ....	86
Figura 3-24. Sobrepresión estimada para voladuras en función de la distancia reducida (extraído de IGME, 1987). ....	98
Figura 3-25. Valores guía para daños cosméticos en estructuras reforzadas (Línea 1) y no reforzadas o livianas (Línea 2) (extraído de la norma BS 5228-2:2009). ....	107
Figura 3-26. Alcances máximos estimados en función del tamaño de los fragmentos ( $T_b$ ), de la densidad de la roca ( $\rho_r$ ) y del diámetro de los barrenos, correspondiente al modelo sueco (extraído de IGME, 1987).....	110
Figura 3-27. Ejemplo de gráfica de predicción de vibraciones por voladuras elaborada a partir de mediciones y en función de un parámetro de distancia normalizada (extraído de la norma BS 5228-2:2009). ....	113
Figura 3-28. Arranque de piedra en cantera mediante martillo hidráulico (extraído de <a href="https://www.recambiosdemquinariaop.com/utilizan-martillos-hidraulicos/">https://www.recambiosdemquinariaop.com/utilizan-martillos-hidraulicos/</a> ).....	117
Figura 3-29. Emisiones atmosféricas de voladura en cantera (extraído de <a href="https://meteosim.com/herramientas-planificacion-voladuras/">https://meteosim.com/herramientas-planificacion-voladuras/</a> ).....	118
Figura 3-30. Sistema de control de emisiones mediante aspersores en equipo triturador (extraído de <a href="https://iapltd.files.wordpress.com/2011/09/pegson-1100-x-650-crusher-spec-sheet-from-iap-ltd.pdf">https://iapltd.files.wordpress.com/2011/09/pegson-1100-x-650-crusher-spec-sheet-from-iap-ltd.pdf</a> ).....	119
Figura 3-31. Operación de trituradora con cinta transportadora cubierta que genera emisiones de partículas en la caída sobre un acopio (extraído de <a href="https://posada.pe/chancadora-de-piedra-y-material-de-la-construccion-posada/">https://posada.pe/chancadora-de-piedra-y-material-de-la-construccion-posada/</a> ). ....	119
Figura 3-32. Velocidad de caída de partículas esféricas según su tamaño y densidad (extraído de Vallero, 2008).....	121
Figura 3-33. Gráfica que muestra la relación entre el costo y la confiabilidad de distintos métodos de estimación de emisiones (extraído de EPA, 2015).....	126
Figura 3-34. Esquema de dispersión a través de un penacho gaussiano considerando que toda la masa emitida se encuentra bajo las curvas de las campanas (extraído de Vallero, 2008).....	132
Figura 3-35. Esquema de equipo de muestreo HVS de $PM_{10}$ (extraído de MAVDT, 2010).....	134
Figura 3-36. Carta comparativa de escala de Ringelmann (extraído del Manual Ambiental de la DNV).....	135

Figura 3-37. Operadora utilizando la escala de Ringelmann para medir humos de escape de camiones en obras de pavimentación de carreteras (extraído de <a href="https://es.wikipedia.org/wiki/Escala_de_Ringelmann">https://es.wikipedia.org/wiki/Escala_de_Ringelmann</a> ). .....	136
Figura 3-38. Camión de carga con lona (extraído de <a href="https://www.tauro.mx/accesorios-para-asegurar-tu-carga/">https://www.tauro.mx/accesorios-para-asegurar-tu-carga/</a> ). .....	137
Figura 3-39. Camión regador humedeciendo superficie a fin de evitar las emisiones por rodadura (extraído de <a href="https://meteosim.com/medidas-mitigacion-entornos-mineros/">https://meteosim.com/medidas-mitigacion-entornos-mineros/</a> ). .....	138
Figura 3-40. Cañón nebulizador rociando el penacho de una planta de procesamiento de áridos en una cantera (extraído de <a href="https://www.interempresas.net/ObrasPublicas/Articulos/246396-Como-reducir-el-polvo-generado-en-las-canteras.html">https://www.interempresas.net/ObrasPublicas/Articulos/246396-Como-reducir-el-polvo-generado-en-las-canteras.html</a> ).....	139
Figura 3-41. Ejemplo de pista de lavado de maquinaria con sistema de tratamiento (extraído de CVU, 2012). .....	140
Figura 3-42. Esquema de unidad de sedimentación de aguas pluviales (extraído de CVU, 2012). .....	143
Figura 3-43. Metodología para la elaboración del presupuesto de restauración (extraído de ITGE, 1989).....	148
Figura 3-44. Esquema de la metodología para determinar el potencial de restauración (extraído de Bohórquez, 2013).....	150

## SIGLAS Y ACRÓNIMOS

AA:	Autorizaciones Ambientales
AAE:	Autorización Ambiental Especial
AAO:	Autorización Ambiental de Operación
AAP:	Autorización Ambiental Previa
ANCAP:	Administración Nacional de Combustibles, Alcohol y Pórtland
BID:	Banco Interamericano de Desarrollo
CND:	Corporación Nacional para el Desarrollo
CVU:	Corporación Vial del Uruguay S.A.
DEGAC:	Departamento de Gestión Ambiental y Calidad de la DNV
DINACEA:	Dirección Nacional de Calidad y Evaluación Ambiental
DINAGUA:	Dirección Nacional de Aguas
DINAMA:	Dirección Nacional de Medio Ambiente
DINAMIGE:	Dirección Nacional de Minería y Geología
DNT:	Dirección Nacional de Transporte
DNV:	Dirección Nacional de Vialidad
EAE:	Evaluación Ambiental Estratégica
EIA:	Evaluación de Impacto Ambiental
EPA:	<i>Environmental Protection Agency</i>
EsIA:	Estudio de Impacto Ambiental
FE:	Factor de Emisión
IM:	Intendencia de Montevideo
MA:	Ministerio de Ambiente
MAV:	Manual Ambiental de DNV (vigente a la fecha)
MDN:	Ministerio de Defensa Nacional



MIEM:	Ministerio de Industria, Energía y Minería
MTOP:	Ministerio de Transporte y Obras Públicas
MTSS:	Ministerio de Trabajo y Seguridad Social
MVOTMA:	Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente
NFU:	Neumáticos Fuera de Uso
ODM:	Objetivos de Desarrollo del Milenio
ODS:	Objetivos de Desarrollo Sostenible
ONU:	Organización de las Naciones Unidas
PCG:	Pliego General de Condiciones
PGA:	Plan de Gestión Ambiental
PGRS:	Plan de Gestión de Residuos Sólidos
PM:	<i>Particulate Matter</i> (material particulado)
PPV:	<i>Peak Particle Velocity</i> (velocidad pico de la partícula)
PRA:	Plan de Recuperación Ambiental
RAE:	Real Academia Española
RAP:	<i>Reclaimed Asphalt Pavement</i>
RCD:	Residuos de Construcción y Demolición
ROC:	Residuos de Obra Civil
RSU:	Residuos Sólidos Urbanos
SCSV:	Sector Contralor de Servicios de Volquetas de la IM
SECCA:	Servicio de Calidad y Control Ambiental de la IM
SEGAO:	Seguimiento de Gestión Ambiental de Obras
SIG:	Sistemas de Información Geográfica
SMA:	Servicio de Material y Armamento
SPL:	<i>Sound Pressure Level</i> (nivel de presión sonora)
STDFR:	Servicio de Tratamiento y Disposición Final de Residuos de la IM

SySO            Seguridad y Salud Ocupacional

TPDA:        Tránsito Promedio Diario Anual

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Contextualización de la problemática

La sostenibilidad de todas las actividades humanas es un aspecto clave para el desarrollo y para la protección del ambiente. Forma parte de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) establecidos en el año 2000 por las Organización de las Naciones Unidas (ONU), los cuales se enfocan en los problemas más radicales asociados al desarrollo humano. En particular, el ODM 7 establece como objetivo “*garantizar la sostenibilidad del medio ambiente*” refiriéndose a la sostenibilidad ambiental como “*responder a las necesidades humanas presentes sin destruir la capacidad del medio ambiente para atender estas necesidades en el largo plazo*”.

En 2015, la ONU sucede a los ODM a través de los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) de manera de establecer un “*plan para lograr un futuro mejor y más sostenible para todos*”. Estos objetivos son pretendidos para ser alcanzados en el año 2030, consistiendo en 17 metas de distinta índole. En el contexto de este trabajo, se destacan las siguientes:

*9- Industria, innovación e infraestructura*

*10- Reducción de las desigualdades*

*11- Ciudades y comunidades sostenibles*

*13- Acción por el clima*

*14- Vida submarina*

*15- Vida de ecosistemas terrestres*

*16- Paz, justicia e instituciones sólidas*

En el marco de los ODM, Uruguay adhirió a estos objetivos y particularmente, a través de la Ley 17.283 (Ley de Protección del Medio Ambiente), al ODM 7 en el Art. 4 en el que se establece lo siguiente:

*“Es deber fundamental del Estado y de las entidades públicas en general, propiciar, un modelo de desarrollo ambientalmente sostenible, protegiendo el ambiente y, si éste fuera deteriorado, recuperarlo o exigir que sea recuperado.”*

Además, establece en el literal A del Art. 6 de la misma ley, el principio de distinción a nivel de política nacional ambiental:

*“La distinción de la República en el contexto de las naciones como “País Natural”, desde una perspectiva económica, cultural y social del desarrollo sostenible.”*

Por otra parte, Uruguay cuenta con una de las redes viales más densas de América Latina, cuya cantidad de cruces con cursos de agua hace que existan actualmente más de 750 puentes de jurisdicción nacional en toda la extensión del país y de distintos portes.

En ese sentido, las obras de puentes se realizan constantemente en nuestro país ya sea por cualquiera de los siguientes motivos:

- Existen estructuras dentro de la red que deben readecuarse para cumplir con determinados estándares de servicio, así como exigencias geométricas y de cargas
- Existen estructuras dentro de la red que han llegado al final de su vida útil y deben ser reemplazadas
- Existirán nuevos cruces de caminería sobre cursos de agua que deben ser sorteados, o cruces existentes cuyas crecidas se han vuelto más intensas y frecuentes

Además, estas obras cuentan con diversas particularidades. A efectos de este trabajo, se destacarán las siguientes:

- Constituyen obras onerosas, en las que los países deben solicitar préstamos a menudo para poder financiarlas
- Su emplazamiento no admite usualmente una gran variabilidad espacial
- Son obras que potencialmente pueden tener impactos ambientales negativos, debido a su fuerte interacción con los ecosistemas circundantes

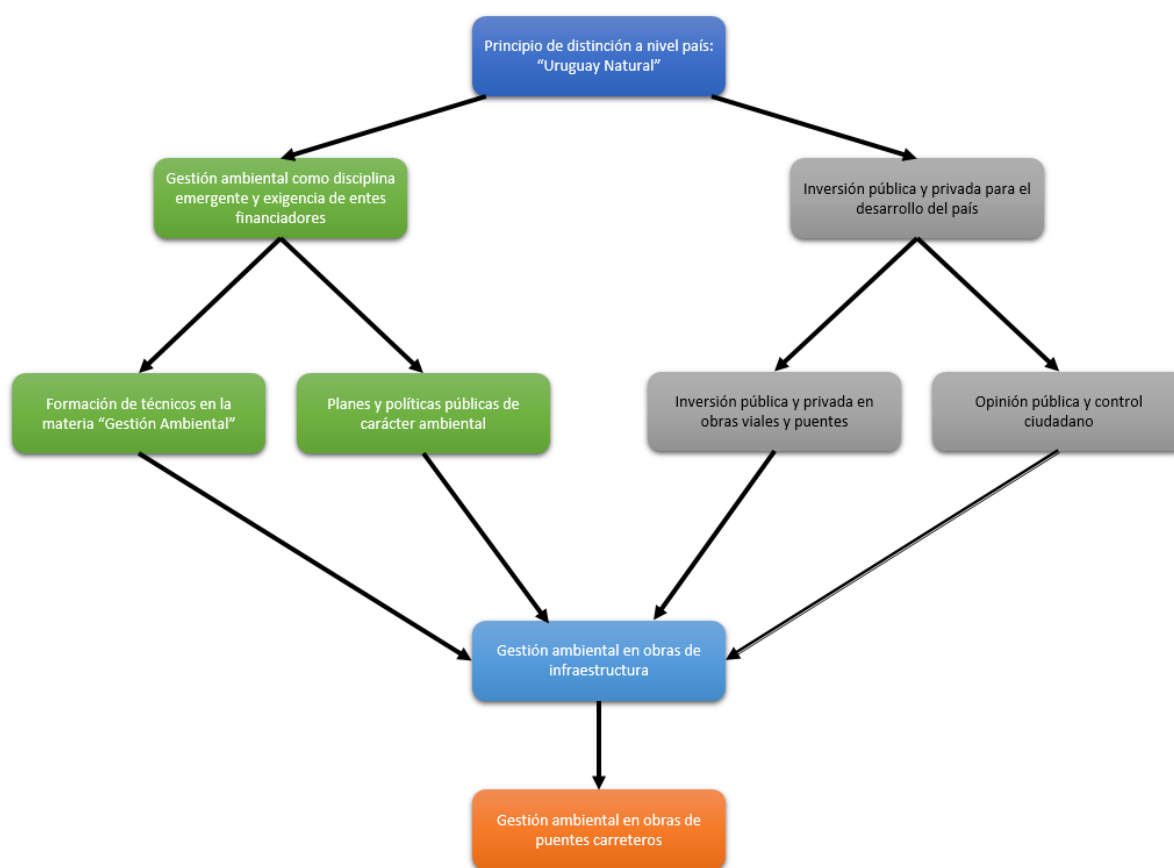
Estas últimas dos características dejan en evidencia que la adecuada gestión ambiental constituye un pilar fundamental de la sostenibilidad de la inversión en infraestructura y, en particular, de estas obras. Asimismo, el hecho de que las obras sean onerosas tiene como consecuencia la entrada de otro tipo de actores a la toma de decisiones: los entes financiadores, a menudo internacionales (BID, CAF, BM, etc.). Estos entes, que prestarán los fondos para financiar las obras, buscarán que éstos sean volcados a obras que no repercutan negativamente en la sociedad y el ambiente, por lo que exigirán a los países que adopten medidas a estos efectos.

La gestión ambiental es, por tanto, una disciplina cada vez más importante cuya adecuada implementación forma parte de las exigencias de estos entes financiadores. Además, no debe pasarse por alto que esta disciplina está esencialmente relacionada al compromiso del país con el desarrollo sostenible suscrito a través del principio de distinción, el cual se encuentra difundido bajo la marca “Uruguay Natural”. Este principio, no obstante, debe ser reafirmado mediante la implementación de políticas y planes ambientales a nivel nacional. Por todo lo mencionado, surge entonces la

necesidad del país de formar nuevos técnicos en la materia y vincularlos rápidamente al ámbito de estas obras.

No debe olvidarse además que el beneficiario de la construcción de nueva infraestructura y la mitigación de los impactos ambientales asociados a esta actividad terminará siendo el país y, por ende, su gente. La inversión del Estado (ya sea que su financiamiento provenga de fondos públicos o privados) y la aplicación de los planes y políticas ambientales deben estar auditados permanentemente por la sociedad, a través de la opinión pública y el control ciudadano.

Mediante el esquema presentado en la Figura 1-1 se busca ilustrar de manera gráfica cómo cobra importancia la gestión ambiental en obras de puentes mediante la secuencia de razones previamente descripta.



**Figura 1-1. Secuencia de elementos involucrados que convergen en la importancia de la gestión ambiental en obras de puentes carreteros.**

En cuanto a cómo está diagramado el presente trabajo, está compuesto de tres partes bien diferenciadas. En primer lugar, se presenta de manera concisa la gestión ambiental de las obras viales de jurisdicción nacional, las cuales se encuentran bajo la órbita de la Dirección Nacional de Vialidad (DNV) del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP). Luego, en función de datos relevados de la base de datos de gestión ambiental de dicha institución para un conjunto de obras de puentes

comprendidas dentro de un determinado intervalo de tiempo, se buscará identificar cuáles son las falencias más habituales en la gestión ambiental de las obras.

En segundo lugar, se presenta una revisión bibliográfica referente a las falencias críticas determinadas, sus conceptos teóricos clave, sus prácticas adecuadas, su situación en el ámbito local y su normativa.

Finalmente, como producto final original de esta tesis, se ha generado una serie de fichas temáticas que intentan abarcar, de manera exhaustiva, el conjunto de tareas, asociadas a la construcción de puentes carreteros, que requieren de la aplicación de medidas de gestión ambiental. En estas fichas se incluyen los factores ambientales potencialmente afectados, los procedimientos de gestión ambiental, las recomendaciones y las prácticas a evitar, buscando también apoyar visualmente al lector mediante la incorporación de registros fotográficos tomados de distintas obras.

## 1.2. Objetivos

El presente trabajo tiene como objetivo general contribuir a la mejora en la gestión ambiental de las obras de puentes carreteros.

Por otra parte, los objetivos específicos son los siguientes:

- Identificar el marco legal e institucional de la gestión ambiental en las obras públicas de construcción de puentes carreteros en Uruguay.
- Determinar las falencias más frecuentes en la gestión ambiental de obras de construcción de puentes carreteros en Uruguay.
- Profundizar en los conceptos asociados a las falencias de más frecuente aparición en la gestión ambiental de las obras de puentes carreteros en Uruguay.
- Generar un material que contemple de la manera más completa y práctica posible los temas de gestión ambiental en la obra, en un formato de fácil consulta para propiciar el máximo cumplimiento de las exigencias ambientales.

## 1.3. Hipótesis y metodología de trabajo

En lo referente a las hipótesis de trabajo, se asume que existen falencias en la gestión ambiental de las obras de puentes realizadas por la DNV. En particular, se asume además que hay un conjunto de falencias que son más recurrentes que otras y que pueden ser delimitadas para su análisis más detallado.

También se asume que, debido a la gran base de datos de gestión ambiental con la que cuenta la DNV, estas falencias recurrentes pueden ser determinadas mediante una simple revisión de documentos de gestión ambiental referentes a estas obras.

Como metodología de trabajo, se propone la revisión de los resultados de las auditorías ambientales realizadas por la DNV y la CVU a un conjunto de obras de

puentes, seleccionadas mediante criterios a ahondar posteriormente. Debido a que los informes de auditorías indican detalladamente el incumplimiento en la gestión ambiental de la obra, se podrán agrupar a éstos en determinadas categorías temáticas de las cuales las más frecuentes serán las estudiadas en detalle.

## 2. MOTIVACIÓN Y ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

En Uruguay, casi la totalidad de los puentes existentes se encuentran en terrenos de dominio público, si bien existen puentes dentro de terrenos privados. En ese sentido, es razonable suponer que estos puentes provienen de la ejecución de obras públicas cuyas jurisdicciones dependerán de la propiedad del terreno de dominio público en que los mismos se encuentren emplazados.

Las obras de infraestructura vial más importantes, tanto en porte como en montos de obra, son realizadas bajo jurisdicción nacional por el Poder Ejecutivo a través de la Dirección Nacional de Vialidad (DNV) del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP).

### 2.1. Gestión ambiental en obras de la DNV

Las obras públicas de jurisdicción nacional que realiza la DNV se contratan habitualmente a empresas constructoras, bajo distintos instrumentos que pueden ser:

- Licitaciones
- Pedidos de precios
- Adjudicaciones directas
- Convenios

Las condiciones que estas obras deben cumplir, se encuentran incluidas en los distintos documentos de obra, en los cuales la Administración explicita dichas condiciones. Estos documentos poseen un orden jerárquico, el cual debe ser respetado. A continuación se enlistan los principales documentos en orden de jerarquía siendo el superior el que cuenta con la máxima jerarquía:

- Contrato de obras
- Pliego de condiciones particulares de la obra
- Pliego General de Condiciones (PGC) de la DNV
- Normas técnicas, laborales y manuales
- Otros documentos

Dentro de las condiciones que se incluyen en los pliegos de condiciones particulares de la obra, se suele incluir que todos los trabajos deben realizarse bajo el cumplimiento de lo establecido por el Manual Ambiental de la DNV. Esto significa que el cumplimiento de dicho manual pasa, de estar en el cuarto lugar de la jerarquía, a estar en el segundo lugar, junto con las restantes condiciones del pliego de condiciones particulares de la obra.

#### 2.1.1. Manual Ambiental para Obras Viales de la DNV

El Manual Ambiental de la DNV es un documento incluido en los procesos licitatorios, el cual incluye las especificaciones que, según su última revisión, “recogen los



*criterios y principales rectores que hacen a la Gestión Ambiental de la DNV-MTOP*”, y que tal como se mencionó anteriormente, en caso de “*incompatibilidad entre lo expresado en el PCG y estas Especificaciones Técnicas Ambientales, prima lo establecido en éstas*” (refiriéndose como PCG al Pliego de Condiciones Generales).

El Manual Ambiental original fue realizado en el año 1998, como un documento titulado *Manual Ambiental para Obras y Actividades del Sector Vial*, el cual adquiere rango legal al promulgarse el Decreto 176/003. La revisión vigente data del año 2015, titulada *Manual Ambiental para Obras Viales (MAV)*, la cual adquiere fuerza legal mediante el Decreto 10/020, derogando el Manual vigente a la fecha.

Por otra parte, la Corporación Vial del Uruguay S.A. (CVU) financia gran parte de las obras de DNV (aproximadamente el 90 % en volumen), y además impone sobre éstas algunas condiciones ambientales particulares. La CVU es una empresa privada propiedad de la Corporación Nacional para el Desarrollo (CND), la cual es una persona pública de derecho privado. La CVU tiene por única actividad la operación de una Concesión Vial otorgada por el MTOP, de acuerdo a su página web. Entre las condiciones que impone la CVU, se encuentran la exigencia a los Contratistas de contar con certificación según las normas ISO 14.000 – *Sistemas de Gestión Ambiental*, así como someterse a una serie de auditorías ambientales de obra. Además, la CVU cuenta con sendos documentos con condiciones ambientales (*Manual de Gestión Ambiental*, 2009, y *Manual de Mejores Prácticas Ambientales*, 2012) pero, a diferencia del *Manual Ambiental para Obras Viales* de la DNV, éstos no tienen rango legal al no estar aprobados mediante Decreto Presidencial ni estar incluidos en los pliegos, por lo que resultan útiles como guías, pero no corresponden a exigencias legales.

### 2.1.2. Incumplimientos de las condiciones ambientales

El Manual Ambiental, en sus distintas revisiones, preveía la aplicación de instrumentos para asegurar la correcta gestión ambiental. Estos instrumentos corresponden a penalizaciones económicas (multas y retenciones de pago), previendo la existencia de un rubro específico para tareas ambientales. En la revisión original el rubro era “Recuperación Ambiental”, pasando a llamarse “Gestión Ambiental” en la última revisión del Manual y tiene una incidencia mínima del 3 % el monto total del contrato.

La constatación de los incumplimientos puede ser realizada, tanto por el contralor de la obra (Dirección de Obra) como por la realización de auditorías ambientales de obra. La DNV realiza periódicamente auditorías ambientales a sus obras, de acuerdo con su última revisión del Manual Ambiental (y también previo a la aprobación de la misma, debido a exigencias de entes financiadores internacionales). Por otra parte, la CVU realiza auditorías por su cuenta, de acuerdo a su propio Sistema de Gestión Ambiental.

Los incumplimientos de las exigencias ambientales, sean constatados por el contralor como por la auditoría, resultan en multas, retenciones y/o cese de pagos del rubro “Recuperación Ambiental” o “Gestión Ambiental” (dependiendo del Manual vigente a la fecha de la contratación).

## 2.2. Auditorías Ambientales de obras de la DNV

De acuerdo a la norma UNIT-ISO 14.004:2016 (*Sistemas de gestión ambiental - Directrices generales para su implementación*), la definición de “auditoría” es la siguiente:

*proceso sistemático, independiente y documentado para obtener las evidencias de auditoría y evaluarlas de manera objetiva con el fin de determinar el grado en el que se cumplen los criterios de auditoría.*

Esto significa que, a diferencia de otras herramientas de gestión ambiental, la auditoría es un proceso independiente de la actividad que se está evaluando. Por lo tanto, es muy común que el auditor sea externo a la organización que realiza la actividad (en este caso, la gestión ambiental de la obra), a fin de compararla con la mayor objetividad posible con los criterios de auditoría que, en este caso, serán las exigencias ambientales que el Comitente le impone al Contratista. Otro aspecto en que se diferencia a la auditoría ambiental de otras herramientas de gestión ambiental, como por ejemplo la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) o la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE), es que la auditoría evalúa el grado de cumplimiento de lo ya realizado a la fecha de la misma y no evalúa lo que aún no se ha realizado. No obstante, es común que el auditor realice recomendaciones para mejorar la gestión.

Como la mayoría de los Contratistas están certificados en Sistemas de Gestión Ambiental, de acuerdo a las exigencias de la CVU o por política interna de las respectivas empresas, esta definición tiene sentido, ya que se audita al Sistema de Gestión Ambiental de la empresa y su aplicación particular a la obra. En cuanto al criterio de auditoría mencionado en la definición, se deben tomar documentos de referencia que sean exigibles, que en este caso resulta ser el Manual Ambiental de la DNV vigente a la firma del contrato (y por consiguiente, la normativa ambiental nacional, como el mismo manual lo especifica).

Por lo tanto, uno de los instrumentos con los que cuentan la DNV y la CVU para constatar el cumplimiento de las condiciones ambientales exigidas para las obras, es la realización de auditorías ambientales de obra. Debido a las condiciones de pago del rubro “Gestión Ambiental”, las auditorías se pueden clasificar como “de seguimiento” o “de cierre”.

A continuación, se presentarán las características de estas auditorías, su estructura y su documentación correspondiente. Luego, se tomará un conjunto de obras de

puentes y se realizará un filtrado y análisis de los incumplimientos constatados, a modo de motivación para la redirección del presente trabajo.

### 2.2.1. Estructura de la Auditoría Ambiental

La auditoría ambiental es un proceso que abarca más instancias que la visita a obra. Requiere de la revisión de documentos, de las condiciones a exigir, por lo que es importante contar con una adecuada planificación.

El MAV indica que la planificación es una *“herramienta para evidenciar debilidades en la gestión ambiental”*, y establece las instancias que cree importante considerar en la misma, a saber:

- Objetivo
- Alcance
- Equipo Auditor
- Criterios de la Auditoría
- Procesos y responsables a ser auditados
- Procedimiento y lista de verificación para la realización de la auditoría (realización de listas de chequeo para facilitar la tarea de auditoría).

Luego de la planificación de las auditorías, se realiza la visita a la obra. A modo de ejemplo, las instancias mínimas que la auditoría ambiental debe incluir son las siguientes:

- Análisis preliminar de documentos
- Reunión de apertura y presentación de las partes involucradas (Equipo Auditor y actores de la obra)
- Recolección de evidencia
- Constatación de hallazgos
- Reunión de cierre
- Realización del informe de auditoría

El informe de la auditoría es el documento que resulta del proceso de auditoría. En el mismo se indican las actividades realizadas en la auditoría, los hallazgos, entre otros. A continuación se presenta un ejemplo de índice de contenidos de un informe de auditoría:

- Alcance
- Criterios de Auditorías
- Contrapartes y actores presentes
- Descripción de la obra
- Actividades realizadas y frentes de obra
- Seguimiento de auditorías anteriores
- Hallazgos
- Oportunidades de mejora y fortalezas

- Fotografías y evidencias

En cuanto a los incumplimientos de los requisitos de las condiciones establecidas por los documentos correspondientes al Criterio de Auditoría, los mismos se incluyen en el apartado “Hallazgos”. De acuerdo con la norma UNIT-ISO 14.050:2009 (*Gestión Ambiental – Vocabulario*) los “hallazgos” de una auditoría son “*resultados de la evaluación de la evidencia de la auditoría frente a los criterios de auditoría*”, mientras que la “*evidencia*” de la auditoría corresponde a los “*registros, declaraciones de hechos o cualquier otra información que son pertinentes para los criterios de auditoría y que son verificables*”.

Dichos hallazgos pueden clasificarse en incumplimientos menores e incumplimientos mayores o, como se clasifican en las auditorías de DNV y CVU:

- Observaciones
- No conformidades

De acuerdo a lo establecido en las anteriores definiciones, vale destacar que la constatación de incumplimientos debe estar acompañada por su respectiva evidencia objetiva. En el caso de un informe de auditoría ambiental de obra, esta evidencia usualmente corresponde a registros fotográficos y análisis de documentación ambiental de la misma.

### 2.2.2. Análisis de frecuencia de incumplimientos

La DNV, a través de su Departamento de Gestión Ambiental y Calidad (DEGAC), cuenta con una base de datos de gestión ambiental de obras denominada Seguimiento de Gestión Ambiental de Obras (SEGAO). En el SEGAO se cuenta, desde el año 2014, con toda la documentación ambiental de cada obra, así como todos sus informes de auditorías ambientales. Esto último es de gran utilidad, tanto para la gestión ambiental como para el presente trabajo, ya que corresponde a contar con un historial del desempeño ambiental de cada obra.

Este historial permite clasificar los incumplimientos registrados según su importancia (“No conformidad” u “Observación”), así como por aspecto de la obra (“Residuos sólidos”, “Gestión de efluentes”, etc.). A partir de esto último, se selecciona un conjunto de obras de puentes dentro de la base de datos del SEGAO, de manera de determinar la frecuencia con la que se presentan los distintos tipos de incumplimientos.

Las características que deberán cumplir estas obras para ser incluidas en este conjunto a evaluar son las siguientes:

- Deberán corresponder a obras que incluyan puentes.
- Deberán tener su contrato firmado previo a la fecha 31 de diciembre de 2019. Esto es porque al 1° de enero de 2020, cambia el criterio de auditoría ya que entra en vigencia la nueva versión del Manual Ambiental (realizada en el año

2015), por lo que podría introducir un sesgo entre los incumplimientos hallados en las nuevas auditorías y las auditorías con el criterio anterior (Manual Ambiental con la revisión original del año 1998).

- Se contabilizarán además las ampliaciones de estos contratos, aunque no incluyan trabajos en puentes. Esto es razonable debido a que, cuando a un Contratista se le amplía el contrato, suele realizarse para trabajos geográficamente cercanos al trabajo original. En consecuencia, sería razonable y es usual que suceda que, de ser así, se utilicen las mismas instalaciones (por ejemplo, los obradores y las canteras); esto redundaría en que sea razonable esperar que incumplimientos o formas de trabajo defectuosas, se traspasen desde los trabajos de obra del contrato original hacia los trabajos involucrados en la ampliación de dichos contratos.

Dado que los criterios de auditoría se comparten, se utilizarán para el procesamiento de los datos tanto las auditorías de DNV como de CVU.

Un aspecto importante que debe ser destacado es que, si bien se indica qué conjunto de obras son consideradas en este análisis, no se hará referencia a incumplimientos en obras en particular ni a nombres de empresas, de manera de mantener el anonimato de los mismos, debido a que este trabajo se realiza con fines únicamente académicos.

El listado de obras a ser consideradas en el análisis se presenta en la Tabla 2-1, y su distribución geográfica se esquematiza en la Figura 2-1.

Tabla 2-1. Listado de obras a ser considerado en el análisis de incumplimientos.

<b>Obra</b>	<b>Descripción</b>
AB/04	Ruta 7 - Nuevo puente y accesos sobre Arroyo Pando
AB/15	Proyecto y construcción de nuevos puentes y adecuación de accesos en la Ruta Nacional 7 sobre los Arroyos Sarandí del Quebracho (326km500) y Quebracho (331km400)
AB/17	Ruta 4 - Nuevo puente y accesos Río Queguay Grande
AB/34	Ruta 7 - Ensanche y refuerzo del puente sobre el Arroyo Sauce
AC/10 (06/13)	Puente sobre Arroyo Fraile Muerto en variante de Ruta 7
P/23	Ruta 8 - Nuevo puente sobre Arroyo Corrales
P/26	Puente José Ignacio - Ruta 10 - Maldonado
P/27	Ruta 30 - Nuevos puentes y accesos sobre Arroyo Yucutujá y sangrador

<b>Obra</b>	<b>Descripción</b>
P/29	Ruta 11 - Nuevo puente sobre el Río Santa Lucía
P/30	Ruta 8 - Ensanche, refuerzo y adecuación de accesos del puente sobre Río Cebollatí
P/31	Proyecto y construcción de 5 pasajes peatonales en Ruta Interbalnearia
P/32	Ruta 5 - Nuevo puente sobre Arroyo Tranqueras
P/33	Ruta 5 - Ensanche y refuerzo de los puentes sobre Arroyos Villasboas y Molles, sobre la Cañada La Zorra y pasaje superior sobre la vía férrea en km 266
P/34	Ruta 5 - Ensanche y refuerzo de los puentes sobre los Arroyos Quebrada Grande, Batoví y Sauce de Batoví
P/35	Ruta 1 - Proyecto y construcción de un nuevo puente sobre el Río Rosario y sus accesos en la calzada norte
P/36	Ruta 97 - Construcción de badén de hormigón Paso Albertano (9k500)
P/37	Ruta 8 - Ensanche y refuerzo del puente sobre el río Olimar
P/38	Puente y accesos sobre el Arroyo Tres Cruces
P/39	Ruta 30 - Nuevos puentes insumergibles sobre el Arroyo Cuaró y Cañada La Comisaría
P/40	Ruta 26 - Ensanche y refuerzo de los puentes sobre los Arroyos Araújo y Soto
06/00	Contrato Camino de las Sierras – Doble vía Ruta 8, entre Pando y Ruta 11
06/14	Construcción del nuevo puente sobre el Arroyo Minas Viejas

Es importante destacar que algunas de estas obras aún no han finalizado, o pueden tener ampliaciones de contrato en el futuro. A efectos de clarificar el conjunto de auditorías contemplado, se considerarán todas las auditorías de los contratos mencionados, anteriores a la fecha 31 de diciembre de 2020.



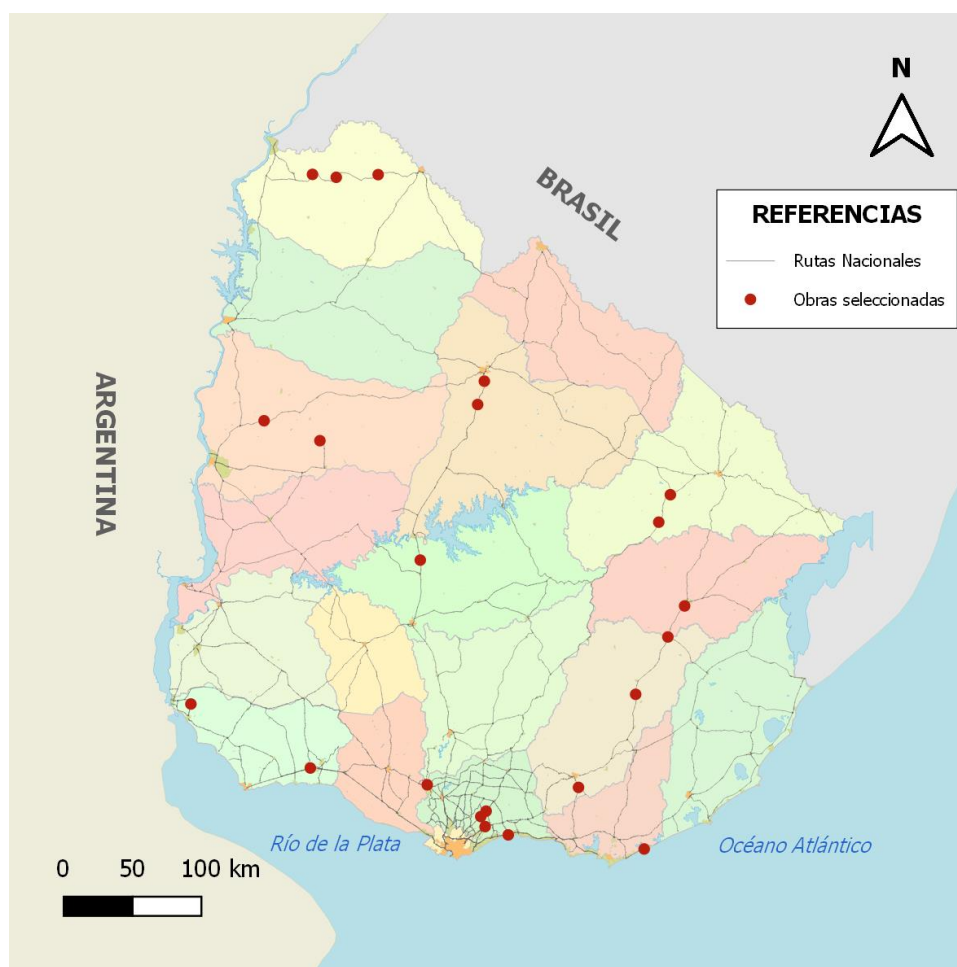


Figura 2-1. Distribución geográfica de las obras seleccionadas para el procesamiento de datos.

En cuanto al procesamiento de los datos, se agrupan los incumplimientos en 12 categorías. Estas categorías se corresponderán con distintos aspectos de obra, de manera de identificar las principales debilidades en la gestión ambiental de estas obras. Las categorías de incumplimientos a ser consideradas se presentan en la Tabla 2-2.

Tabla 2-2. Categorías de incumplimientos a ser consideradas en el análisis.

Categoría	Descripción
1 - Actores	Presencia o ausencia de responsables o técnicos
2 - Documentación	Documentación faltante o que requiere revisión (planes de gestión o recuperación, informes ambientales, etc.)
3 - Trazabilidad	Falta de trazabilidad (registros, remitos, etc.)
4 - Autorizaciones ambientales	Autorizaciones ambientales (AAP, AAO) no tramitadas completamente, o no se cumplen las condiciones para las cuales fueron otorgadas

<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>
5 - Autorización a instalaciones	Autorizaciones faltantes para predios de obradores, instalaciones auxiliares, extracciones de agua, etc.
6 - Gestión de residuos	Gestión deficitaria de residuos (acopios, material sobrante, envases, baterías, filtros, etc.)
7 - Erosión	Generación de procesos erosivos o falta de protección
8 - Monitoreo	Monitoreo de variables ambientales que no se ajusta a exigencias
9 - Gestión de efluentes	Gestión deficitaria de efluentes (lavado de maquinaria, hormigón, baños, pluviales, etc.)
10 - Manejo de sustancias	Manejo deficitario de sustancias (asfalto, cemento, combustible, aceites, agua no potable, etc.)
11 - Recuperación ambiental	Recuperación ambiental ausente o deficitaria
12 - Otros	Otros

Finalmente, se presentan los resultados del procesamiento. Luego del recuento total de incumplimientos, se calculó el porcentaje de incidencia de cada categoría, de manera de constatar si hay aspectos de obra en los que se evidencien claras debilidades.

En las Tablas 2-3 y 2-4 se muestran los resultados del procesamiento, mientras que en las Figuras 2-2 y 2-3 éstos se presentan en forma gráfica.

**Tabla 2-3. Resultados generales del procesamiento de incumplimientos.**

<b>Tipo</b>	<b>Cantidad</b>
Contratos de obra	22
Auditorías ambientales	91
Incumplimientos totales	188
No conformidades	93
Observaciones	95



Tabla 2-4. Incidencia de cada categoría de incumplimientos.

Categoría	Incumplimientos	Incidencia (%)
1 - Actores	0	0
2 - Documentación	20	10,6
3 - Trazabilidad	0	0
4 - Autorizaciones ambientales	45	23,9
5 - Autorización a instalaciones	19	10,1
6 - Gestión de residuos	42	22,3
7 - Erosión	3	1,6
8 - Monitoreo	9	4,8
9 - Gestión de efluentes	18	9,6
10 - Manejo de sustancias	15	8,0
11 - Recuperación ambiental	12	6,4
12 - Otros	5	2,7

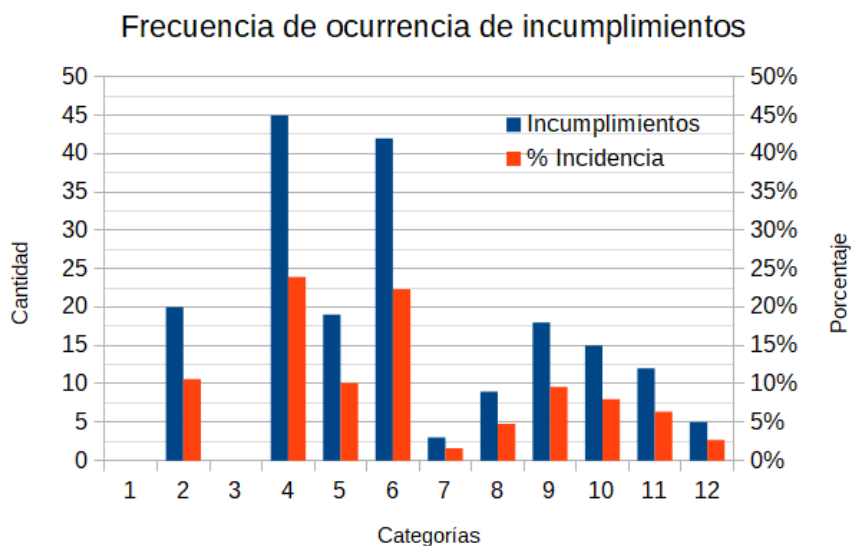


Figura 2-2. Frecuencia de ocurrencia de incumplimientos por categoría

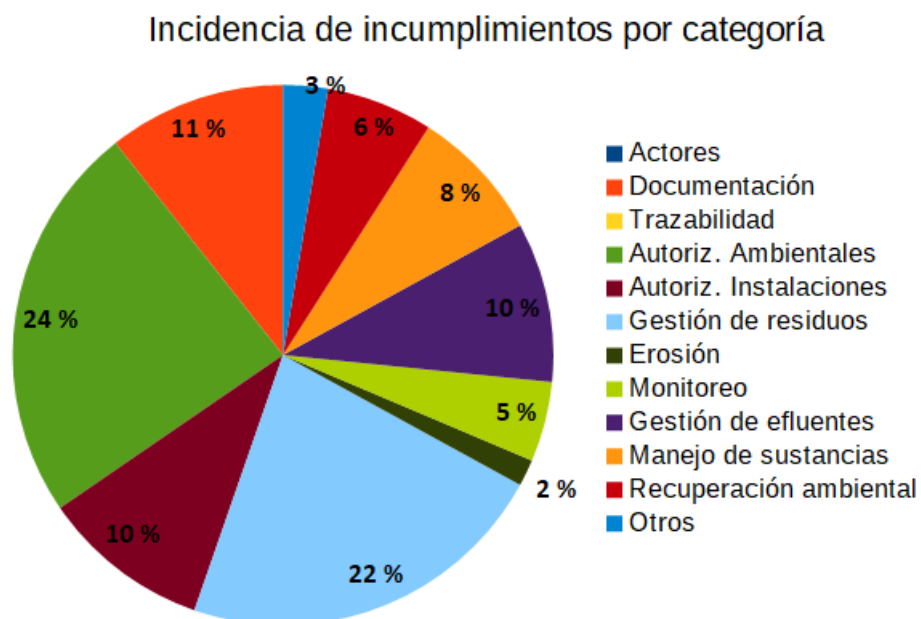


Figura 2-3. Incidencia de cada categoría en el total de incumplimientos.

De los resultados presentados, se puede observar que hay por lo menos 6 categorías con 15 incumplimientos en el recuento. No obstante, hay 2 categorías que presentan una clara debilidad dada su recurrencia en el recuento de los incumplimientos, los cuales son los siguientes:

- Autorizaciones ambientales
- Gestión de residuos

Las siguientes dos categorías, según su incidencia en los incumplimientos del recuento realizado, se corresponden a exigencias realizadas principalmente por el Comitente (en este caso la DNV) o por autorizaciones de instituciones distintas a la DINAMA (DNV, DINAGUA, Intendencias, etc.). Éstas son las siguientes:

- Documentación
- Autorizaciones a instalaciones

La siguiente categoría con mayor incidencia es “Gestión de efluentes”. Esta categoría, además de tener incidencia ambiental, requiere una cierta manera de trabajar de parte del Constructor, de manera de gestionar adecuadamente dichos efluentes. Además, los efluentes generados por la producción y lavado de hormigón son un aspecto importante en las obras de puentes, debido al gran volumen de este material que necesita ser ejecutado.

Finalmente, de este análisis se concluye que los aspectos más importantes a ser considerados para la redirección de la revisión bibliográfica del presente trabajo, de acuerdo a la situación actual en materia de obras de puentes, son los siguientes:

- Autorizaciones ambientales
- Gestión de residuos sólidos (con énfasis en los residuos característicos de estas obras)
- Gestión de efluentes provenientes de la producción y lavado de hormigón

## 3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 3.1. Introducción

En este capítulo se presentará una revisión bibliográfica acerca de algunos aspectos de obra. La selección de aspectos a profundizar en este capítulo surge del análisis de los datos de auditorías presentado en el capítulo anterior.

No obstante, surge la necesidad de incorporar la temática de la correcta operación de las canteras y, por ende, de las trituradoras de piedra. Esta actividad tiene la particularidad de generar una cantidad significativa de emisiones acústicas, de vibraciones y de material particulado, con la consecuente afectación a la calidad de aire. Esta temática no ha resultado del procesamiento de auditorías debido a que el criterio de auditoría (*Manual Ambiental para Obras y Actividades del Sector Vial*, del año 1998) no posee límites explícitos de emisión, por lo que únicamente los casos más alevosos podían constituir hallazgos. Vale igualmente destacar que la nueva revisión del Manual Ambiental de la DNV sí fortalece estas debilidades, pero al ser su aplicación relativamente reciente, no corresponde realizar un juicio sobre su efectividad en la mejora de la gestión.

Finalmente, los aspectos seleccionados se enlistan a continuación:

- Autorizaciones ambientales
- Gestión de residuos sólidos, con especial énfasis en los residuos de la obra civil
- Gestión de efluentes provenientes de la producción y lavado de hormigón
- Operación de canteras y trituradoras de piedra

## 3.2. Autorizaciones Ambientales para obras de puentes

### 3.2.1. Introducción

En Uruguay, las obras de puentes cuentan con requisitos en materia de autorizaciones ambientales. De manera de especificarlas a continuación, en primer lugar se debería determinar cuáles autorizaciones son “ambientales”.

Se definirá, a efectos de este apartado, como “autorizaciones ambientales” a aquellas que son exigidas y expedidas por la autoridad ambiental nacional.

### 3.2.2. Institucionalidad ambiental nacional

La política ambiental nacional se encuentra en la órbita del Poder Ejecutivo instrumentada actualmente por el Ministerio de Ambiente (MA), creado recientemente mediante el Art. 291 de la Ley N° 19.889 del año 2020 (Ley de Urgente Consideración).

La creación del Ministerio de Ambiente se realiza a partir de la separación de la materia ambiental del anterior Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA). Éste último había sido creado en 1990 a partir de la promulgación de la Ley N° 16.112, y cuya Unidad Ejecutora en materia ambiental era la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA).

De acuerdo a la Ley N° 19.889 en su Art. 293 Literal F, dentro de las competencias atribuidas al Ministerio de Ambiente se encuentran las siguientes:

*“Ejercer la competencia atribuida por la ley a la Dirección Nacional de Medio Ambiente y a la Dirección Nacional de Aguas (DINAGUA), y las competencias en materia ambiental, de desarrollo sostenible, cambio climático, preservación, conservación y uso de los recursos naturales y ordenamiento territorial, que las leyes le hayan atribuido al Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (...)”*

Esto último indica que ambas Unidades Ejecutoras (DINAMA y DINAGUA) se traspasan al nuevo ministerio, con sus competencias originales. En ese sentido, toda la normativa vigente a esa fecha que involucra a estas Unidades Ejecutoras permanece incambiada, debido a que las mismas conservan su competencia. Actualmente la Unidad Ejecutora dentro del nuevo ministerio que reglamenta las autorizaciones ambientales es la Dirección Nacional de Calidad y Evaluación Ambiental (DINACEA).

### 3.2.3. Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), es un procedimiento de carácter preventivo de impactos ambientales de un proyecto. Es preventivo porque se realiza previo a la etapa de construcción, aunque requiera que la fase de proyecto tenga un

grado de avance y definición significativo para realizarla con la suficiente exhaustividad. Conesa Fernández (2010) lo define como: *“proceso de identificación, predicción, evaluación y mitigación de los efectos biofísicos, sociales y otros impactos relevantes ocasionados por propuestas de desarrollo previa la toma de decisiones mayores y la realización de compromisos”*.

Su objetivo es minimizar los posibles impactos ambientales de un proyecto previo a su definición y construcción, y comúnmente deriva en un acto administrativo que es la autorización ambiental para la ejecución del proyecto, por parte la autoridad competente. Una de las principales herramientas de la EIA es el Estudio de Impacto Ambiental (EsIA), el cual es un estudio técnico cuyos objetivos incluyen la identificación, cuantificación y valoración de impactos ambientales de un proyecto, para establecer oportunamente medidas de mitigación, potenciación o compensación de dichos impactos.

En cuanto al procedimiento de EIA, el mismo tiene necesariamente tres componentes: técnico, participativo y administrativo. Es necesariamente participativo porque, por un lado, la consulta a los actores involucrados es un elemento importante que compone a las evaluaciones de los impactos (por ejemplo, en los EsIA) y, además, porque la normativa prevé instancias de participación de la comunidad en determinadas circunstancias (puestas de manifiesto y audiencias públicas, por ejemplo). En la mayoría de los casos, la EIA se realiza con el objetivo de obtener una autorización ambiental, añadiendo al procedimiento el carácter administrativo mencionado previamente.

#### 3.2.3.1. Marco normativo

En Uruguay, el proceso de EIA fue introducido en la normativa nacional a través de la Ley 16.466 de 1994 (Ley de Evaluación de Impacto Ambiental). Más concretamente, establece la obligatoriedad de realizar estudios de EIA a una serie de actividades, proyectos u obras que se enlistan en el Art. 6. En particular, en el Literal A de dicho Artículo se indica *“Carreteras, puentes, vías férreas y aeropuertos.”*

A su vez, introduce la necesidad de obtención de la autorización previa por parte del MVOTMA (ministerio con competencia ambiental a la fecha, correspondiendo actualmente al MA) para la ejecución de dichas actividades, proyectos u obras, definiendo además en el Art. 2º el concepto de impacto ambiental negativo como:

*“...toda alteración de las propiedades físicas, químicas o biológicas del medio ambiente causada por cualquier forma de materia o energía resultante de las actividades humanas que directamente o indirectamente perjudiquen o dañen...”*.

La ley fue reglamentada por el Decreto 435/1994, cuya revisión resulta en la aprobación del Decreto 349/005, siendo este último el actual Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental.

### 3.2.3.2. Reglamentación de la EIA

El Decreto 349/005, reglamentario de la Ley N° 16.466, establece las disposiciones del Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental para la tramitación de las autorizaciones ambientales a otorgar originalmente por el MVOTMA, actualmente por el MA.

Los tres tipos de autorización ambiental previstos en el reglamento (y cuyas condiciones de obtención determina) son:

- Autorización Ambiental Previa (AAP)
- Autorización Ambiental de Operación (AAO)
- Autorización Ambiental Especial (AAE)

Otro tipo de instrumento contemplado en el reglamento es la Viabilidad Ambiental de Localización (VAL). En el caso de obras de puentes, la localización no es una variable de gran escala debido a que la construcción se realiza generalmente para dar paso sobre un curso de agua (a diferencia de los viaductos) a una carretera con trazado existente o con una posibilidad de cambio de ubicación muy localizada.

#### **AUTORIZACIÓN AMBIENTAL PREVIA (AAP)**

En el Art. 2 del Decreto 349/005 se incluye una lista de proyectos que requerirán Autorización Ambiental Previa (SAAP), siendo ésta *“sin perjuicio de aquellas otras actividades, construcciones u obras que sean incorporadas por el Poder Ejecutivo”*. En particular, a efectos del presente trabajo interesan los siguientes numerales:

- 1- *“Construcción de carreteras nacionales o departamentales y toda rectificación o ensanche de las existentes, salvo respecto de las carreteras ya abiertas y pavimentadas, en las que la rectificación o ensanche deberá modificar el trazado de la faja de dominio público, con una afectación superior a las 10 (diez) hectáreas”*
- 3- *“Construcción de nuevos puentes o la modificación de los existentes cuando implique realizar nuevas fundaciones”*
- 13- *“Extracción de minerales a cualquier título, cuando implique la apertura de minas (a cielo abierto, subterráneas o subacuáticas), la realización de nuevas perforaciones o el reinicio de explotación de minas (a cielo abierto, subterráneas o subacuáticas) o perforaciones que hubieran sido abandonadas y cuya autorización original no hubiera estado sujeta a evaluación de impacto ambiental*  
*Se exceptúa la extracción de materiales de la Clase IV prevista en el artículo 7° del Código de Minería (Decreto-Ley N° 15.242, de 8 de enero de 1981), de los álveos de dominio público del Río Uruguay, Río de la Plata, Océano Atlántico y Laguna Merín, así como la extracción en otros cursos o cuerpos de agua en zonas que hubieran sido definidas como de uso recreativo o turístico por la autoridad departamental o local que corresponda”*

33-“Toda construcción u obra que se proyecte en la faja de defensa de costas definida por el artículo 153 del Código de Aguas (Decreto-Ley N° 15.859, de 15 de diciembre de 1978, en la redacción dada por el artículo 193 de la Ley N° 15.903, de 10 de noviembre de 1987)”

34-“Las actividades, construcciones u obras que se proyecten dentro de las áreas naturales protegidas que hubieran sido o sean declaradas como tales y que no estuvieran comprendidas en planes de manejo aprobados con sujeción a lo dispuesto en la Ley N° 17.234, de 22 de febrero de 2000”

El procedimiento para la obtención de la AAP constará, de acuerdo con el Art. 3, de las siguientes etapas:

- Comunicación del Proyecto.
- Clasificación del Proyecto.
- Solicitud de la AAP.
- Puesta de Manifiesto.
- Audiencia Pública.
- Resolución Ministerial.

Dentro de este procedimiento, la previsión de etapas de Solicitud de la AAP, Puesta de Manifiesto y Audiencia Pública, dependerá de la Clasificación del Proyecto. El Art. 5 del reglamento define las categorías en las que un proyecto puede ser clasificado:

- Categoría A: “incluye aquellos proyectos de actividades, construcciones u obras, cuya ejecución sólo presentaría impactos ambientales negativos no significativos, dentro de lo tolerado y previsto por las normas vigentes”.
- Categoría B: “incluye aquellos proyectos de actividades, construcciones u obras, cuya ejecución pueda tener impactos ambientales significativos moderados, cuyos efectos negativos pueden ser eliminados o minimizados mediante la adopción de medidas bien conocidas y fácilmente aplicables. En estos casos, deberá realizarse un estudio de impacto ambiental sectorial”.
- Categoría C: “incluye aquellos proyectos de actividades, construcciones u obras, cuya ejecución pueda producir impactos ambientales negativos significativos, se encuentren o no previstas medidas de prevención o mitigación. Dichos proyectos requerirán un estudio de impacto ambiental completo”.

Se destaca que todas las actividades, proyectos u obras contempladas por el Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental tienen presencia física. A su vez, en el régimen uruguayo no se considera el balance ambiental de estas actividades, proyectos u obras, sino que solamente se consideran los impactos ambientales negativos que la ejecución de las mismas pueda generar.

En la Figura 3-1 se presenta un esquema del procedimiento de obtención de la AAP, la cual fue extraída de la Guía para la Solicitud de la Autorización Ambiental Previa realizada por la DINAMA y aprobada por Resolución Ministerial 1354/09 del MVOTMA.



## AUTORIZACIÓN AMBIENTAL DE OPERACIÓN (AAO)

La Autorización Ambiental de Operación (AAO) es una autorización expedida, según el Art. 23 del reglamento:

*“...para la operación y funcionamiento de las actividades, construcciones u obras que hubieran recibido Autorización Ambiental Previa, comprendidas en los numerales 5 y 6, 9 a 13, 15 a 17 y 19 a 23 del artículo 2° del presente reglamento”.*

De los numerales citados a efectos del presente trabajo, sólo queda incluido el numeral 13 (“extracción de minerales a cualquier título...”).

El Art. 24 establece que dicha autorización se otorgará la AAO:

*“...una vez constatado el cumplimiento de las condiciones previstas en la Autorización Ambiental Previa respectiva, el proyecto y el Estudio de Impacto Ambiental”.*

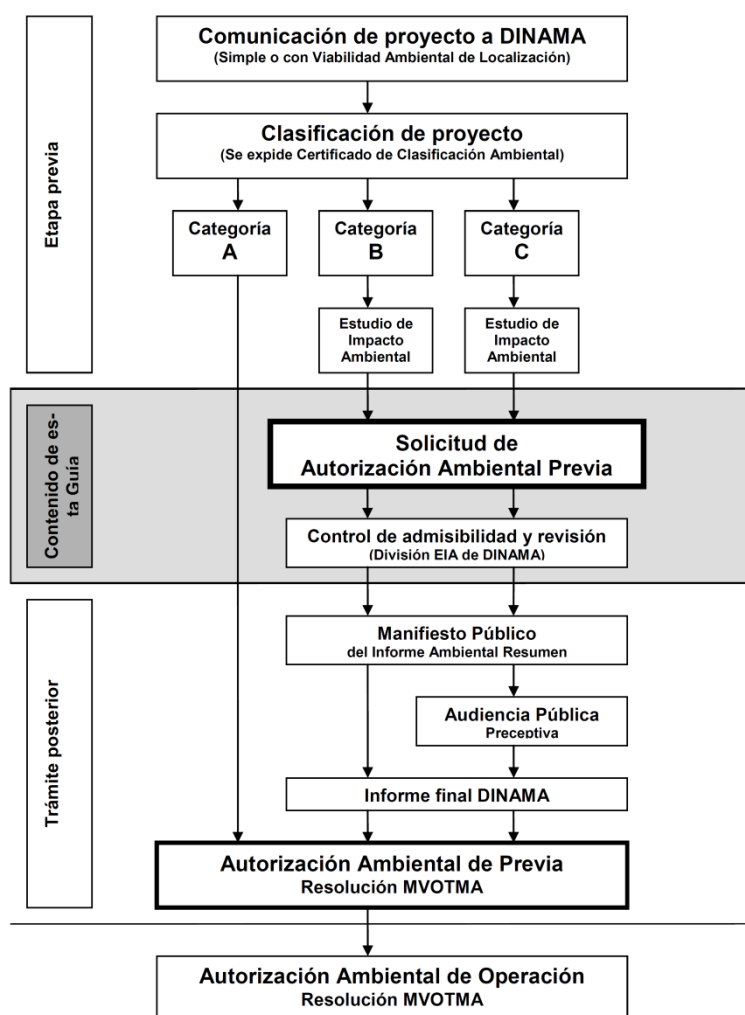


Figura 3-1. Esquema del proceso de obtención de la AAP (extraída de la Guía para la SAAP de DINAMA, 2009).

Por otro lado, el Art. 23 también indica que la AAO deberá ser renovada cada 3 años, “salvo que se introduzcan modificaciones, reformas o ampliaciones significativas”. En ese caso, podría ser necesaria la obtención de la AAP para estas modificaciones.

### **AUTORIZACIÓN AMBIENTAL ESPECIAL**

El Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental contempla en el Art. 25 a los proyectos de ciertas características que “hubieran sido construidas, autorizadas o puestas en operación sin haber requerido Autorización Ambiental Previa”. El objetivo de esta autorización es regularizar a aquellos proyectos construidos previo a la fecha de vigencia del reglamento y que estén en operación.

No todos los tipos de proyectos se encuentran contemplados por este instrumento. El Art. 25 especifica cuáles son los proyectos que requieren ser sometidos al mismo. En particular, interesa a efectos de este trabajo el siguiente literal:

- c) “Las minas a cielo abierto, a cualquier título, en operación a la fecha de entrada en vigencia del presente decreto”.

#### 3.2.3.3. Requerimiento de AA

Las obras de puentes carreteros pueden variar tanto en tamaño como en complejidad, porque no solo se trata de la construcción de nuevos puentes, sino que toda modificación de los existentes queda incluida en este grupo de obras. A modo de ejemplo, se enlistan a continuación algunos tipos de obras de puentes:

- Construcción de puente nuevo con demolición de puente preexistente.
- Construcción de nuevo puente sobre una variante de trazado de la carretera.
- Ensanches y refuerzos que impliquen modificaciones en las fundaciones.
- Ensanches y refuerzos que no impliquen modificación de las fundaciones.
- Modificaciones menores, como por ejemplo en los elementos de contención del tránsito (barandas, barreras, veredas).
- Reparaciones menores, cartelería o pintura

De esta lista se puede concluir entonces que, dado lo especificado en el Decreto 349/005, no toda obra de puentes necesita la obtención de una autorización ambiental. Esto es, una obra de puentes requerirá la expedición de la autorización en los siguientes casos:

- Si el trabajo implica modificar las fundaciones del puente (esto es, obras de acondicionamiento mayores que impliquen aumentar la carga de diseño, obras mayores de reparación en fundaciones, obras de refundación y nuevos puentes).
- Si el trabajo incluye además una variante de trazado de la carretera con cambio de la faja de dominio público en una superficie superior a 10 hectáreas (por ejemplo, por expropiaciones).

- Si el trabajo se realiza en áreas naturales protegidas o en la faja de defensa de costas. Cabe destacar que dependerá de la naturaleza del trabajo, ya que para la sustitución de un cartel no sería razonable que se requiera la expedición de la AAP; trabajos de construcción (aunque sean reparaciones menores) sí deberán tramitar dicha autorización.

A modo ilustrativo, se presentan en la Figura 3-2 la ubicación de las áreas protegidas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) al año 2020.

Si bien las actividades de construcción y la implantación del puente son los que están previstos en la normativa, esto no quiere decir que los aspectos auxiliares a la obra no estén contemplados al momento de la expedición de la autorización. Aspectos como, por ejemplo, la ubicación del obrador e instalaciones auxiliares a la obra, gestión de insumos y residuos, también son considerados.



Figura 3-2. Áreas naturales protegidas al año 2020 (extraída de SNAP, MA).

De acuerdo al MAV, es obligación del Constructor entregar a dicha administración, entre otros documentos, un Plan de Gestión Ambiental de Construcción (PGA) y un Plan de Recuperación Ambiental (PRA). A su vez, la utilización de los predios escogidos para la implantación del obrador e instalaciones auxiliares deberá estar autorizada por su propietario (en caso de ser faja de dominio público deberá contar con autorización de la Administración que posea jurisdicción sobre la misma) y por la

DNV. Esto no es tan claro para el caso de las autorizaciones expedidas por la DINACEA. Sin embargo, es habitual que dicha Dirección exija condiciones para la ubicación de los obradores e instalaciones accesorias, así como para la gestión ambiental de la obra en general (pudiendo exigir aprobar el PGA para el inicio de los trabajos). Pueden existir otras condiciones a ser exigidas por la DINACEA para la obtención de la AAP, como por ejemplo, el monitoreo de distintas variables ambientales sobre distintos aspectos de la construcción y de la operación de la obra (por ejemplo, monitoreo de ruido en la operación de nuevos trazados de carreteras que pueden incluir obras de puentes nuevos).

Otro aspecto importante a destacar, es que el Decreto 349/005 en su Art. 2 numeral 13, exige que las canteras hayan obtenido, previo a su explotación, la correspondiente AAP y, además, requiere para la operación de la misma se cuente con AAO vigente. Esto es especialmente importante para obras de puentes que requieran de la producción de hormigón, ya que en éstas es necesaria la extracción y trituración de grandes volúmenes de áridos (por lo que es usual que la obra tenga asociada la operación de una cantera).

#### 3.2.3.4. Otras AA

Pueden existir otras autorizaciones ambientales relacionadas indirectamente a la obra, y no necesariamente sea obligación del Constructor tramitarlas. Por ejemplo, existen actividades o aspectos de la obra que requieren de proveedores o productos que deben estar habilitados por la autoridad ambiental nacional. A modo de ejemplo y sin perjuicio de que existan otras, se enlistan a continuación algunas de estas actividades, aspectos o productos con requisitos ambientales a ser cumplidos:

- Suministro de baños químicos. El mismo se debe realizar por una empresa habilitada por la autoridad municipal, y en caso de realizar vertidos a última instancia podrá requerir habilitaciones ante la DINAMA, actualmente DINACEA.
- Suministro de pinturas. La composición de las pinturas suministradas deberá cumplir con la normativa nacional, concretamente con el Decreto 69/011 (Reglamentación sobre las limitaciones al contenido de plomo en pinturas y barnices).
- Gestión de residuos especiales. Es común que la gestión de residuos especiales se realice mediante proveedores externos, por lo que los mismos deberán contar con las habilitaciones correspondientes y ajustarse a la normativa vigente municipal y nacional (por ejemplo, el Decreto 373/003 para baterías, el Decreto 315/010 para envases, etc.).
- Suministro de hormigón premezclado o piezas de hormigón prefabricado. Es necesario que el Constructor verifique que su proveedor cuenta con las debidas autorizaciones, tanto para asegurar mediante la trazabilidad del árido que el mismo provenga de canteras autorizadas, como asegurar que el desagüe de la planta cumpla con los estándares de vertido del Decreto 253/979

(en caso de suministrarse piezas prefabricadas, el proveedor deberá contar con Autorización de Desagüe Industrial a expedir por la DINAMA, actualmente DINACEA).

No se incluyen aquí aspectos relacionados a Seguridad y Salud Ocupacional (SySO), cuyos aspectos pueden tener relación a requisitos ambientales, y que en algunos casos particulares pueden formar parte de exigencias de la DINACEA. Sin embargo, los mismos se encuentran bajo la órbita de otra normativa y de otros actores, como el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (MTSS). Tampoco se incluye en el listado anterior al transporte de sustancias, el cual se encuentra regulado por el Decreto 560/003 ya que la habilitación no es de carácter ambiental (aunque su incumplimiento pueda generar consecuencias ambientales).

### 3.3. Gestión de residuos sólidos de obra

#### 3.3.1. Introducción

Toda actividad de construcción o industrial tiene en su balance de masa la generación de material residual, del cual el generador tendrá la intención o la obligación de desprenderse. La norma UNIT 1239:2017 define a los residuos como *“toda sustancia, material u objeto del cual se dispone o elimina, se tiene la intención, o se está obligado a disponer o eliminar”*.

De la definición anterior se puede identificar el grado de subjetividad de la misma, ya que, de no contar con la obligación de disponer dicho objeto como residuo, lo que lo define como tal es la intención del generador.

La gestión de los residuos sólidos varía dependiendo de la actividad que lo genera, su contexto socioeconómico y cultural, así como de la composición de los mismos. De acuerdo con esto último, existen varias clasificaciones de residuos, que variarán de acuerdo al enfoque utilizado en el proceso de caracterización. Algunos ejemplos de clasificaciones se enlistan a continuación:

- Por su contenido orgánico (orgánicos e inorgánicos)
- Por su peligrosidad (inflamable, corrosivo, reactivo, tóxico, patógeno, etc.)
- Por la actividad que lo genera (urbanos, industriales, sanitarios, de construcción, etc.)
- Por su composición (materiales orgánicos, papel, plástico, cartón, metal, etc.)
- Por sus propiedades físicas (densidad, capacidad de campo, etc.), químicas (análisis elementales, contenido energético, etc.) y biológicas (biodegradabilidad, producción de olores, proliferación de vectores, etc.)

Cada tipo de residuo podrá requerir tratamientos especiales, adicionales, o sencillamente diferentes a los restantes. No obstante, y sin entrar en un análisis del ciclo de vida de los elementos, las etapas que necesariamente compondrán a la gestión de residuos son la generación, recolección, tratamiento y disposición final.

La normativa nacional contiene sus propias definiciones en lo referente a la gestión de residuos sólidos. En particular, el Decreto 182/013 define a éstos últimos como:

*“los residuos incluyen todo residuo o desecho en fase sólida o semisólida, líquida o gaseosa, que por sus características fisicoquímicas no pueda ser ingresado en los sistemas tradicionales de tratamiento de emisiones”*

La Ley 19.829, no obstante, es más específica con la definición de residuos y agrega la definición de gestión y valorización de residuos:

*“A efectos de esta ley se entiende por:*



A) *Residuo o desecho: las sustancias, materiales u objetos, de los cuales alguien se desprende o da disposición final, o se propone o está obligado a desprenderse o dar disposición final.*

*Dejan de tener dicha condición cuando son sometidos a alguna operación de valorización, en las condiciones que establezca la reglamentación. (...)*

C) *Valorización de residuos: conjunto de acciones cuyo objetivo es recuperar un residuo o uno o varios de los materiales que lo componen, incluyendo el poder calorífico de los mismos. La valorización comprende la preparación para la reutilización, el reciclaje y la valorización energética. (...)*

F) *Gestión de residuos: todas las acciones operativas a las que se somete un residuo para su valorización o disposición final, incluyendo, entre otras, la caracterización y la clasificación, la disposición inicial, la recolección, el transporte, los tratamientos y las transformaciones, la comercialización y la disposición final.”*

En cuanto a la gestión, tanto en la normativa nacional (Ley de Gestión Integral de Residuos N° 19.829 del año 2019) como en el Marco Normativo Europeo, la misma se rige bajo el concepto de “jerarquía de residuos” o “principio de jerarquía” de residuos. Este concepto fue introducido indirectamente en el marco normativo en la Unión Europea en 1975 en la Directiva 75/442/CEE de la siguiente manera:

*“(..) es importante favorecer la recuperación de los residuos y la utilización de materiales de recuperación a fin de preservar los recursos naturales. (...) la parte de los costes no cubierta por la explotación de los residuos debe costearse de acuerdo con el principio “quien contamina, paga” (...)*

*(...) Los Estados miembros adoptarán las medidas adecuadas para promover la prevención, el reciclaje y la transformación de los residuos, la obtención a partir de éstos, de materias primas y eventualmente de energía, así como cualquier otro método que permita la reutilización de los residuos.”*

En el 2008, el principio de jerarquía fue explícitamente incluido en la Directiva 2008/98/CE, incluyendo la definición de la misma, a saber:

*“La política en materia de residuos debe tener también por objeto reducir el uso de recursos y favorecer la aplicación práctica de la jerarquía de residuos. (...)*

*(...) La siguiente jerarquía de residuos servirá de orden de prioridades en la legislación y política sobre la prevención y gestión de los residuos:*

- a) *prevención;*
- b) *preparación para la reutilización;*
- c) *reciclado;*

- d) otro tipo de valorización, por ejemplo, la valorización energética;
- e) eliminación.”

En Uruguay, la Ley de Gestión Integral de Residuos define el concepto jerarquía en el Art. 11 (*Directrices generales de gestión de residuos*):

*“La gestión de residuos se debe ajustar a las siguientes directrices generales:*

A) *Escala jerárquica:*

- 1) *Se debe priorizar la minimización de la generación en origen frente a cualquier alternativa, a través de la búsqueda de la eficiencia de los procesos productivos, la aplicación de mejores tecnologías disponibles, las mejores prácticas ambientales y los criterios de producción y consumo sustentables.*
- 2) *En forma subsidiaria, se debe promover la reutilización y la valorización del residuo a través del reciclado.*
- 3) *Se establece en tercer lugar de la escala jerárquica la valorización energética y otras formas de valorización de residuos, impulsando la mejora continua y estimulando el incremento de los índices correspondientes.*
- 4) *La alternativa de disposición final se considerará como opción de última instancia, contemplando la prevención, mitigación o compensación de los impactos ambientales negativos que de ella pudieran derivarse.”*

A su vez, declara la gestión de residuos como de interés general en el Art. 2 mediante la sustitución del inciso 1° del Art. 21 de la Ley 17.283 (de Protección del Ambiente), que únicamente declaraba de interés general al “manejo y disposición de residuos” (es decir, cuando la materia ya haya sido declarada como tal, y no en la totalidad de su ciclo de vida, dejando afuera las etapas de generación y valorización). En ese sentido, la Ley de Gestión Integral de Residuos establece que:

*“Es de interés general la protección del ambiente contra toda afectación que pudiera derivarse de la generación, el manejo y de cualquiera de las operaciones de gestión de los residuos y de sus componentes, cualquiera sea su tipo y en todo su ciclo de vida.”*

En ese sentido, y priorizando la aplicación de los principios de jerarquía de residuos, las instancias de la gestión de los residuos de la obra son las siguientes:

- 1) Generación
- 2) Clasificación y segregación
- 3) Recolección y almacenamiento
- 4) Valorización
- 5) Transporte
- 6) Disposición final



De acuerdo a lo especificado en el Art. 7 de la Ley 19.829 del 2019:

*“Todo generador de residuos de cualquier tipo será responsable de la gestión de los mismos en todas las etapas, correspondiéndole la asunción de los costos para ello, salvo las excepciones que establece la ley y de conformidad con lo que disponga la reglamentación.*

*Las distintas operaciones correspondientes a la gestión de residuos podrán ser cumplidas por terceros, siempre que se encuentren debidamente autorizados o habilitados según establezca la reglamentación.”*

### 3.3.2. Generación

La generación de residuos sólidos en la obra, que inherentemente influirá en los procedimientos a realizar para la correcta gestión, dependerá de las actividades que comprenderán a la obra. En el MAV se tiene, a modo ilustrativo, un listado de tipos de residuos sólidos a generar en obras viales, incluyendo a los puentes (sin perjuicio de que puedan existir residuos que no estén incluidos en ninguna categoría de las siguientes). Se cita el listado a continuación:

- Excavación a depósito
- Excedente de material de destape o descubierta
- Escombros, probetas, residuos de materiales de construcción
- Residuos de fresado
- Lodos
- Chatarra, residuos metálicos
- Madera, restos de encofrados
- Empaques, envases y embalajes
- Llantas y neumáticos usados
- Residuos especiales o peligrosos
- Papel blanco de oficina
- Residuos equiparables a domésticos

Vale destacar que, en el contexto de una obra de puente, el generador de los residuos es el propietario de la obra, que puede ser un actor público o privado. Por este motivo, es importante exigir al Constructor o Contratista conformar y poner en práctica un Plan de Gestión de Residuos Sólidos (PGRS). En el caso de obras públicas, es común que la Administración lo exija. Por ejemplo, en el caso del MTOP y en particular para puentes, la DNV lo exige a través de la presentación de un Plan de Gestión Ambiental (PGA) específico de la obra.

### 3.3.3. Clasificación y gestión

De acuerdo a la naturaleza de la obra, se puede ampliar o reducir el abanico de residuos generados. No obstante, un primer paso de la gestión de los residuos posterior a que dichos materiales sean declarados como tales, es la clasificación. La

Ley 19.829 define los términos “clasificación de residuos en origen” y “segregación en la disposición inicial de los residuos clasificados” tal y como sigue:

*“Clasificación de residuos en origen: acción efectuada por el generador consistente en distinguir, discriminar y agrupar los residuos según sus características y de acuerdo con los criterios que establece la normativa.”*

*“Segregación en la disposición inicial de los residuos clasificados: proceso realizado por el generador, gestor o clasificador de residuos que consiste en la discriminación entre aquellos residuos que seguirán la vía de la valorización o de la disposición final.”*

En ese sentido, el MAV establece la siguiente clasificación de residuos:

- Residuo sólido aprovechable: aquellos que tienen valor de uso directo o indirecto, y no se encuentran mezclados con residuos no aprovechables o peligrosos.
- Residuo sólido no aprovechable: aquellos que no tienen ningún valor comercial, requieren tratamiento y disposición final generando costos de disposición.
- Residuo o desecho peligroso: aquellos que poseen características infecciosas, tóxicas, explosivas, corrosivas, inflamables, volátiles, combustibles, radiactivas o reactivas que puedan deteriorar la salud o la calidad ambiental (incluyendo los envases, empaques o embalajes que hayan estado en contacto con éstos).

En cuanto a la tipología de residuos, los mismos pueden agruparse en las siguientes categorías.

- Residuos asimilables a domésticos.
- Residuos de obra civil.
- Residuos de poda.
- Residuos reciclables.
- Residuos especiales.

De acuerdo a esta última clasificación, los tipos de residuos del listado anterior se podrán clasificar, de la misma manera que se debe realizar en la obra.

#### 3.3.3.1. Residuos asimilables a domésticos

Estos residuos, como su nombre lo indica, son aquellos que también puedan ser encontrados cotidianamente en un local destinado a vivienda. Generalmente son residuos mezclados por lo que no tienen alternativa de valorización y que, según la UNIT 1239:2017, pueden incluir: papel higiénico, paños húmedos, pañales, cerámicas, huesos, material de barrido de establecimientos, colillas de cigarrillos, etc. Los restos de alimentos según la citada norma estarían contemplados en la categoría

“Residuos compostables”, pero dado que no es una práctica usual de obra, los mismos son mezclados con los residuos anteriores y dispuestos de igual manera.

Los tipos de residuos asimilables a domésticos incluidos en el listado extraído del MAV son los siguientes:

- Residuos equiparables a domésticos (que incluyen los residuos provenientes de servicios de bienestar, comedores y oficinas de los frentes de obra, obradores y campamentos).
- Empaques, envases y embalajes. Siempre que estos no puedan o no sea razonable su reciclaje y no estén contaminados de manera de ser considerados residuos especiales.
- Papel blanco de oficina. Usualmente son residuos reciclables que muchas veces, por política de empresas certificadas en Gestión Ambiental ISO 14.000 o simplemente por buena práctica, se incluyen en canales de reciclaje local (en algunos casos, hasta con resarcimiento económico). A su vez, es un residuo con una generación muy fácil de minimizar mediante las buenas prácticas (utilizar ambas caras del papel, no realizar impresiones o fotocopias innecesarias, etc.).

Estos residuos, por tanto, son dispuestos por los mismos canales que los residuos provenientes de viviendas (vertedero, relleno sanitario, etc.), dependiendo del municipio o localidad más cercana.

#### 3.3.3.2. Residuos de poda

Los residuos de poda comprenden a los residuos vegetales derivados de las actividades de retiro de vegetación. Estas actividades comprenden a la poda propiamente dicha, al retiro de vegetación y al sobrante del material de destape que no será utilizado para la restauración ambiental de áreas intervenidas y de taludes.

De acuerdo a la norma UNIT 1239:2017, estos residuos son compostables. No obstante, éstos podrían ser sometidos a otros procesos de reutilización o valorización ya que el compostaje no es frecuente en el ámbito de estas obras.

El único tipo de residuos de poda incluido en el listado extraído del Manual Ambiental de DNV es el excedente de material de destape o descubierta. El Manual lo define como material orgánico proveniente de tareas de desmonte o limpieza, y lo considera aprovechable.

Entre los materiales resultantes de las tareas de limpieza, se pueden incluir:

- Tierra de destape. Es útil para la recuperación ambiental de zonas intervenidas (como campamentos u obradores) así como de taludes, cunetas, zonas de acopios, etc.

- Restos de troncos, ramas, etc. Los mismos pueden ser sometidos a valorización energética, ya que, de no estar contaminados, pueden ser utilizados para la cocción de alimentos o calefacción.
- Otros restos vegetales como pasto, hojas, entre otros. Pueden ser utilizados de igual manera para la recuperación ambiental, ya que, mezclados con la tierra orgánica de destape, sus nutrientes pueden ayudar a mejorar el crecimiento posterior de nueva vegetación.

### 3.3.3.3. Residuos especiales

Los residuos especiales son aquellos que deben ser sometidos durante su gestión a un tratamiento diferencial previo a su disposición final. Originalmente, la definición de residuos especiales era indirectamente determinada mediante la promulgación de decretos nacionales que regulaban la gestión de algún tipo de residuos particular (por ejemplo, el Decreto 373/003 reguló el manejo y disposición de baterías de plomo y ácido utilizadas).

En 2019, la Ley 19.829 los define explícitamente en el Art.5 inciso H, a saber:

*“Especiales: los que por su composición o características han sido regulados para tener una gestión independiente de los otros tipos de residuos.*

*A los efectos de la presente Ley, se consideran residuos especiales:*

- 1) *los residuos de envases y embalajes, cualquiera sea su origen y función;*
- 2) *otros residuos plásticos distintos a envases y embalajes;*
- 3) *los residuos de baterías y pilas;*
- 4) *los residuos electro-electrónicos;*
- 5) *los neumáticos fuera de uso;*
- 6) *los aceites usados no comestibles;*
- 7) *los aceites usados comestibles;*
- 8) *los vehículos fuera de uso;*

*La reglamentación definirá su composición, los criterios y pautas de gestión correspondiente a cada uno, así como las características que definan su peligrosidad de conformidad con otras normas nacionales e instrumentos internacionales aplicados.”*

De esa manera, la Ley incluye en la categoría de “Especiales” a aquellos residuos que, si bien no se encuentran en la lista del presente artículo, sus características estén diferenciadas en otra normativa (en principio nacional, aunque podría ser internacional).

Los tipos de residuos especiales incluidos en el listado extraído del MAV son los siguientes:

- Madera, restos de encofrados. Estos pueden ser considerados residuos especiales en el caso de estar contaminados o de contener sustancias que puedan ser consideradas de tratamiento especial (por ejemplo, hidrocarburos).
- Empaques, envases y embalajes. En especial, los que contengan sustancias químicas tóxicas, peligrosas o contaminantes. En el caso de envases plásticos, no se deben incluir en circuitos de reciclaje sin el tratamiento correspondiente (por ejemplo, someterlos a triple lavado).
- Llantas y neumáticos usados. Los mismos poseen normativa particular para su gestión (Decreto 358/015), pero aun así son establecidos como residuos especiales según la Ley 19.829. Aunque en el mencionado Decreto establece: *“los neumáticos fuera de uso no se clasifican como residuos peligrosos”*, también establece que *“la acumulación de neumáticos fuera de uso en condiciones inadecuadas, presenta además el riesgo sanitario de la proliferación de vectores, entre los que se destaca el mosquito Aedes aegypti, transmisor del dengue”*.

Actualmente, es incipiente el uso de neumáticos usados para la elaboración de mezclas asfálticas y emulsiones, aunque, no obstante, en España el uso está explícitamente contemplado en el PG-3 (Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes) como en el *Manual de Empleo de Caucho de NFU en Mezclas Bituminosas* del año 2007. En Uruguay, en el 2016 se realizó un recapado de 1.300 m sobre la Ruta 9 utilizando cemento asfáltico modificado con polímeros provenientes de polvo de neumático (Grupo BITAFAL, 2016).

- Residuos especiales o peligrosos. En este grupo se incluyen todos aquellos que hayan estado en contacto con productos químicos (pinturas, aceites, lubricantes, etc.) así como materiales utilizados en contención de derrames de éstos, incluyendo guantes, trapos y otros textiles. También se incluyen a las baterías, tanto de vehículos como de equipos de comunicación o electrónicos y cartuchos de tinta o tóner. Finalmente, se contempla en este grupo también los residuos de enfermería (regulados como residuos sanitarios por el Decreto 586/009).

Se debe incluir en esta categoría, si bien no se corresponde con un residuo estrictamente sólido, a los aceites lubricantes usados. Por otro lado, se debe tener en consideración que el material granular, así como los escombros y la chatarra contaminada con productos químicos deben incluirse en el grupo de residuos especiales y ser gestionado de forma diferencial con respecto a la fracción no contaminada.

Otro factor a destacar es que los diferentes tipos de residuos especiales están regulados por normativa específica, de manera de que su gestión sea diferenciada o “especial” con respecto a los otros residuos, y que la misma sea llevada a cabo por un gestor que cumpla con los requisitos especificados en la normativa incluyendo la autorización expresa expedida por la Dirección Nacional de Medio Ambiente. Dicho gestor será el proveedor que suministrará tratamiento y disposición final al residuo.

#### 3.3.3.4. Residuos de obra civil (ROC)

Se denominan Residuos de Obra Civil (ROC), según el Digesto Departamental de la Intendencia de Montevideo (Vol. V, Libro IV, Parte R, Título IX, Cap. II.I, Art. 424.110.19), al *“residuo sólido que se genera durante la construcción, demolición, reacondicionamiento o mantenimiento de cualquier obra civil. Incluye los excedentes de excavaciones.”* Por su parte, el Plan Director de Residuos Sólidos de Montevideo y Área Metropolitana (2005) los define como aquellos que incluyen a los siguientes tipos:

- Residuos de construcción y demolición (RCD):  
*“Son residuos mayoritariamente inertes con posibles contenidos (aproximadamente 10 %) de otros materiales usados en la construcción (madera, plásticos, pinturas, etc.). Actualmente, debido a la forma de su manejo, también están contaminados con RSU (léase, residuos sólidos urbanos) y eventualmente con un pequeño porcentaje de residuos que pueden considerarse peligrosos”.*
- Residuos de excavación: *“son residuos inertes compuestos de tierra y roca”.*
- Residuos de mantenimiento de vías de tránsito: *“son residuos con un alto contenido de inertes, compuestos principalmente de material granular (piedras y arena), hormigón y capas asfálticas”.*

Los ROC componen un conjunto de residuos de alto potencial de valorización, debido a que son compuestos de materiales de construcción descartados o restos de demolición, provenientes de materiales que, en su primer uso, correspondían a materiales vírgenes seleccionados o con propiedades específicas para su utilización en la construcción.

Los tipos de ROC incluidos en el listado extraído del MAV son los siguientes:

- Excavación a depósito.
- Escombros, probetas, residuos de materiales de construcción.
- Residuos de fresado.
- Lodos (provenientes de sistemas de sedimentación para efluentes de lavado de equipos en contacto con hormigón, plantas de trituración, plantas de hormigón o elaboración de prefabricados de hormigón, etc.).
- Chatarra o residuos metálicos.
- Maderas y restos de encofrados.

En el marco de este trabajo, se profundizará a continuación en la gestión de los ROC.

#### 3.3.4. Gestión de ROC

En el marco de una obra vial, los ROC constituyen una parte importante de la gestión de los residuos sólidos de la obra debido principalmente a las siguientes tres razones:

- Sus características principalmente inertes



- Su gran volumen de generación
- Su gran potencial de reutilización

#### 3.3.4.1. Situación en Montevideo

El departamento de Montevideo es, actualmente, el que tiene la normativa más específica en términos generales. Es además, el departamento donde se genera la mayor concentración de ROC, aunque no sean provenientes de obras de puentes.

En el departamento de Montevideo, la recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos domésticos se encuentra a cargo de la Intendencia de Montevideo (IM). La Ley Orgánica Municipal (Ley 9.515) establece que es competencia del Intendente:

*“...ejercer la política higiénica y sanitaria de las poblaciones, sin perjuicio de la competencia que corresponda a las autoridades nacionales”*

que a su vez tiene a su cargo:

*“...la limpieza de las calles y de todos los sitios de uso público, así como el transporte de los residuos generados en esas operaciones, para su reciclado u otras formas de valorización, tratamiento y disposición final”*

sumado a *“la recolección de los residuos domiciliarios y su transporte, para el reciclado u otras formas de valorización, tratamiento y disposición final”*. En ese sentido, la IM cuenta con un Servicio de Tratamiento y Disposición Final de Residuos (STDFR), el que se encarga de esta última tarea.

Originalmente, la ley citada no especifica qué se incluye, y fundamentalmente qué se excluye, en los residuos cuya gestión queda a cargo de la Intendencia. Esto es, no hay una definición precisa que delimite a los residuos domiciliarios de los no domiciliarios. En la Resolución 3451/17 se reglamentan los aspectos vinculados con la recolección, transporte y disposición final de residuos no domiciliarios, los cuales están definidos en los artículos D.1917, D.1919 y D.1920 del Volumen VI (Higiene y Asistencia Social) del Digesto Departamental de Montevideo. Específicamente el artículo D.1919 considera no domiciliarios a los residuos:

*“...generados por las construcciones, reformas, reparaciones y demoliciones de obras de construcción civil, incluidos los obtenidos de la preparación y excavación de terrenos para dichas obras independientemente de su volumen y aun cuando los mismos se generen en casa-habitación”.*

En la Resolución 3451/17 se establece que los Constructores podrán coordinar con el Servicio Especial de Transporte de Residuos para generaciones de ROC menores a 100 L/mes, comprendiendo únicamente a obras de muy pequeño porte (principalmente reformas en viviendas). Para obras mayores, la recolección y el transporte deberán estar a cargo del Constructor que podrá realizarlo él mismo o por

medio de terceros según el art. D.1920. En todo caso se deberá contar con las autorizaciones correspondientes y, en el caso de realizar el transporte a través de terceros, éstos deberán estar inscriptos en el Sector Contralor de Servicios de Volquetas (SCSV) de acuerdo al art. R.424.110.12 del Digesto Departamental y autorizados por el Servicio de Calidad y Control Ambiental (SECCA) de la IM. A su vez, en la Resolución 3451/17 se establecen las tarifas de disposición final de los distintos tipos de residuos, siendo la de los ROC de origen industrial de 2 Unidades Reajustables (UR) por tonelada, y de 1 UR para ROC de origen no industrial. No obstante, para los particulares el ingreso de ROC mediante un vehículo habilitado no tiene costo.

El sitio de disposición final principal del departamento de Montevideo es el relleno sanitario Felipe Cardoso, el cual se encuentra sobre el Camino Felipe Cardoso entre Camino Cepeda y Camino Colastiné. El mismo está compuesto por las Usinas N° 5 (clausurada en 1990), N° 6 y 7 (clausuradas en 2005) y N° 8 (la cual se encuentra operativa, luego de que se volviera a ampliar su vida útil en el año 2018) (ver Figura 3-3).



Figura 3-3. Esquema de módulos del relleno sanitario de Felipe Cardoso (extraído de Bajsa, 2020).

De acuerdo a la Figura 3-4, que refleja los datos de ingreso a Felipe Cardoso en 2018, se tiene que, de las 894.834 ton totales, un 31 % corresponde a ROC (23 % de ROC sucio y 8 % de ROC limpio). Esto corresponde a aproximadamente 277.400 ton de ROC que ingresaron a Felipe Cardoso en 2018.



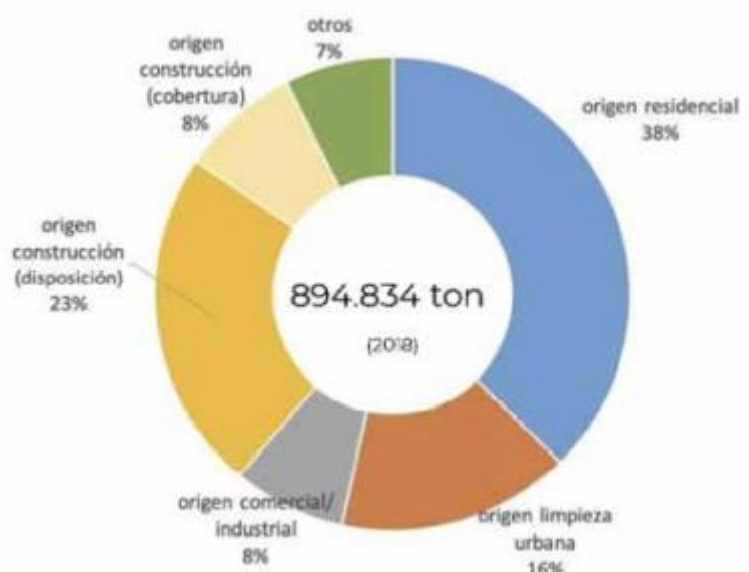


Figura 3-4. Datos de ingreso por tipo de residuos al relleno sanitario de Felipe Cardoso (extraído de Bajsá, 2020).

De estos datos, se puede concluir que los ROC representan un importante volumen de ingreso al relleno sanitario. Tal y como se definió a los ROC anteriormente, se entiende que éstos son residuos mayoritariamente inertes (en un contenido de al menos 90 %), por lo que representan un desperdicio de las instalaciones de recolección y tratamiento de lixiviados así como de recolección de biogás (esto es, los ROC se disponen en celdas previstas para la disposición de residuos sólidos urbanos) (ver Figura 3-5).



Figura 3-5. Planta de tratamiento de lixiviados (izq.) y sistema de recolección de biogás (der.) del relleno sanitario de Felipe Cardoso (extraído de Bajsá, 2020).

Por lo tanto, esta situación crítica de Felipe Cardoso motivó a la aprobación de la Resolución 3228/20 del 14 de setiembre de 2020, el cual establece que “no se permitirá el ingreso de Residuos No Domiciliarios al Servicio de Tratamiento y Disposición Final de Residuos (STDFR), si no se cuenta con la autorización correspondiente del Servicio de Evaluación de la Calidad y Control Ambiental”. Esto permitirá tener una mayor rigurosidad en el ingreso de residuos no domiciliarios (incluyendo ROC) al sitio de disposición final.

#### 3.3.4.2. Consultoría BID – IM

En el marco de dicha problemática, en el año 2019, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) contrató para la IM una consultoría para el desarrollo del diagnóstico y lineamientos de transformación de la estrategia de valorización y disposición Final de ROC para el departamento de Montevideo. La misma fue realizada por el Ing. Carlos Roda y la consultora internacional Tecnalía, fue denominada *Consultoría en Estrategia de Valoración y Disposición Final de Residuos de Construcción y Demolición para Montevideo* (en adelante, Consultoría BID – IM) y consta de tres documentos finales:

- 1) *Análisis Crítico y Evaluación de la Gestión Actual*
- 2) *Caracterización de la Gestión Actual*
- 3) *Lineamientos Específicos de ROCs*

En dicha consultoría se caracterizó la gestión actual de los ROC en el departamento, comparándola con la que se realiza en el País Vasco, para luego establecer lineamientos para la mejora de dicha gestión (tanto a nivel práctico de gestión como a nivel normativo).

En primer lugar, la consultoría destaca que la gestión de ROC en Montevideo es un sector que se caracteriza por la informalidad, tanto en la normativa específica como en la fiscalización (si bien es cierto que el primer paso para la correcta gestión es la minimización en la generación, y ésta no se encuentra a cargo de la IM). Un ejemplo de la informalidad es que, a diferencia del ingreso a Felipe Cardoso de ROC industriales, para los particulares éste no tiene costo y se entiende que actualmente están ingresando ROC de obras de considerable envergadura como si fueran generados por particulares. Sí es cierto que, cuando ingresa al relleno sanitario Felipe Cardoso tierras y escombros limpios, los mismos son utilizados para cubrir residuos de las celdas y realizar capas de bases para la caminería interna. Además, cuando los residuos están correctamente segregados y existen fracciones reciclables, los mismos son, en ocasiones, recuperados por clasificadores.

Al comparar con el País Vasco, en Montevideo no se promueve la minimización en la generación, fomentando en este primero las prácticas constructivas y criterios que minimicen la generación de residuos, incorporándolos en las prescripciones técnicas de los contratos de obra pública en la medida de lo posible. Además, se destaca la

contemplación en los pliegos de obra pública y en la normativa, la utilización de materiales reutilizados.

Otra crítica que la consultoría realiza a la gestión en Montevideo, es que en 2004 se realizó un Plan Director de Residuos Sólidos de Montevideo y Área Metropolitana que al final no se terminó implementando, evidenciando así que existe una falta de planificación en la gestión a futuro.

En cuanto a la disposición final de los ROC, la consultoría destaca el gran porcentaje (44 %) que se dispone de manera informal (es decir, no regulada). En cuanto a las disposiciones realizadas formalmente, éstas son generalmente realizadas en (ver Figura 3-6):

- Felipe Cardoso
- Puerto de Montevideo (donde mensualmente se reciben camiones con ROC limpios para relleno y avance del terreno sobre el mar, estimándose un promedio de 180.000 t/año).
- Rellenos en predios privados con habilitación de la IM (de manera de no interferir con el correcto drenaje pluvial del lugar).



Figura 3-6. Porcentaje sobre la generación total de ROC según destino final (extraído de la consultoría BID – IM).

Se destaca el bajo costo asociado con la disposición informal de ROC para relleno de terrenos privados, ya que el propietario se beneficia relleno un terreno bajo y posiblemente de carácter vulnerable en cuanto a la inundabilidad. Por lo tanto, el principal costo asociado sería el operativo de la maquinaria a utilizar para el relleno. Esto puede traer asociado un impacto sobre los terrenos cercanos asociado a los escurrimientos pluviales que se ven afectados, a diferencia de los rellenos de carácter

formal (habilitados por la IM) donde este tema se pone en consideración previamente para dar el permiso.

En cuanto a la gestión de residuos de construcción, la IM (a través del SECCA) solicita la presentación de un Plan de Gestión de Residuos Sólidos en aquellas obras que requieran un Estudio de Impacto Territorial o Ambiental, pero cuyo cumplimiento no se fiscaliza salvo que la IM esté a cargo de la Dirección de Obra. En el caso de obras viales de jurisdicción nacional (DNU - MTO), el MTO le exige al generador que presente un Plan de Gestión Ambiental que contendrá un plan de gestión de los residuos de la obra, tal y como establece el MAV, y lo fiscaliza de acuerdo a auditorías ambientales realizadas por el DEGAC, pudiendo establecer retenciones de pago o multas al generador por incumplimientos. La consultoría indica que, de controlarse el cumplimiento de los planes, se podrá minimizar la generación en origen o fomentar la reutilización, resultando en un ingreso menor de ROC a los sitios de disposición final. En particular, se plantea el objetivo de realizar un catálogo de aplicaciones para el uso de áridos reciclados con el fin de reducir el volumen a disponer.

#### 3.3.4.3. Valorización de ROC

Los ROC corresponden a una fracción de residuos muy aprovechable desde el punto de vista de su reutilización. No obstante, un impedimento para su reutilización es su grado de pureza, esto es, que los mismos no se encuentren mezclados con otros residuos y, por lo tanto, contaminados.

El Digesto Departamental de Montevideo, en el Art. R.424.110.19, considera al ROC sucio “*si es contaminado con RSU u otros residuos*”, siendo los RSU los “residuos sólidos urbanos”. No obstante, la reutilización de materiales de construcción puede requerir además una cierta selección o grado de pureza para que dicho material pueda ser apto para el uso que se le dará y que cuya especificación deberá provenir de normas técnicas.

A continuación, se profundizará en las posibles alternativas de valorización para cada tipo de residuos que integran a la fracción de los ROC. Para ello, se asumirá que los materiales no están contaminados y pueden ser reutilizados.

### **EXCAVACIÓN A DEPÓSITO O TIERRAS DE EXCAVACIÓN**

La excavación a depósito corresponde al material sobrante de las tareas de movimiento de suelos, tanto por cantidad o por ser material de rechazo para la obra por no cumplir con las características técnicas requeridas. En cualquier caso, para ser considerado material a depositar, el mismo no deberá estar contaminado.

El material de excavación a depósito se corresponde a material natural, generalmente granular, rocoso o arcilloso, es decir, que mantiene sus características intrínsecas. Por lo tanto, es considerado un residuo en el contexto de la obra, pero cuenta con posibilidad de valorización en otras funciones o en otras obras. Se destaca que, en la

situación de obras viales, este tipo de residuos se caracteriza por una gran generación en volumen, el cual es acrecentado luego del arranque del material debido al esponjamiento del mismo.

Una correcta gestión de estos materiales implicaría evitar su disposición final por el mismo canal que los residuos sólidos urbanos. Esto es debido a que el tratamiento de estos últimos comprende procesos innecesarios para el material a depósito (recolección y tratamiento de lixiviados, recolección de biogás) malgastando los recursos del operador del sitio de disposición final.

Los distintos destinos del material a depósito dependerán fundamentalmente de la ubicación de la obra, donde se buscará optimizar el costo del transporte con la disposición final (evitando así el “sobretransporte” del material). Entre los destinos posibles, se enlistan los siguientes:

- Utilización del material en obras cercanas (un material de rechazo en una obra puede ser aprovechable en otra)
- Relleno de predios bajos
- Restauración paisajística de canteras y rellenos sanitarios
- Conformación de terraplenes, explanadas y caminería auxiliar

Es importante además el valor comercial intrínseco del material, por lo que los distintos destinos del mismo también dependerán del aprovechamiento económico del mismo. Por ejemplo, si un Constructor tiene a su cargo dos obras cercanas, es posible que el material sobrante en una obra constituya el material faltante en otra. Esto le ahorraría el depósito del material sobrante y el préstamo del material faltante. Esto es también aplicable a la operación de canteras, dado que el material a depósito de una obra puede ser usado para el relleno y recuperación ambiental de la cantera que le provee –o de otra cantera-. Como resumen, los posibles destinos del material a depósito pueden ser los siguientes:

- Aprovechamiento por el mismo Constructor
- Venta del material (con o sin transporte)
- Donación del material
- Pago por transporte y disposición final (a evitar)

En la Consultoría BID – IM (2019) se identifican los destinos de estos materiales dentro de Montevideo, destacando que en el departamento de Canelones las habilitaciones para rellenar predios son más sencillas de obtener. Esto condice con que la cantidad de canteras comerciales es mayor que en Montevideo, pero esto implicaría una transferencia de estos materiales entre departamentos. Si bien esto último no cuenta con impedimentos legales, requiere de coordinación interinstitucional entre gobiernos departamentales que permita la regulación de esta práctica.

En cuanto al relleno de predios bajos, es importante no afectar al sistema (natural o artificial) de drenaje pluvial, evitando así generar procesos de inundación o erosión.



En la mencionada consultoría, se hace referencia al Puerto de Montevideo como posible destino de relleno utilizando estos materiales sobrantes, aunque solo sea rentable para obras cercanas al mismo. Esta práctica podría ser aplicable a otros puertos, donde en situación de obras de ampliación se podrían aceptar estos materiales como relleno ya que existen varios puertos en la zona costera y litoral.

En cuanto a recuperación paisajística y ambiental de canteras o rellenos sanitarios, este material, en caso de poseer pobres características técnicas para ser utilizado en las obras además de ser generado en volúmenes significativos, resulta de utilidad para esta función. La recuperación paisajística podría implicar una recuperación topográfica (de la cota original de terreno) así como una recuperación ambiental (de la cobertura del terreno). En caso de rellenos sanitarios, se pone como ejemplo lo que ocurre en Felipe Cardoso, dado que las tierras de excavación que ingresan son utilizadas fundamentalmente para la cobertura de las celdas y acondicionamiento de caminería auxiliar.

En el caso de recuperación de canteras, la recuperación de la cobertura del terreno se realiza mediante el tendido de la tierra de destape (primera capa orgánica del terreno), que es fundamental que se almacene durante la obra. A su vez, pueden utilizarse restos vegetales de la limpieza de vegetación para el acondicionamiento de esta cobertura.

## **ESCOMBROS Y OTROS RESIDUOS DE HORMIGÓN**

Los escombros de hormigón constituyen un material de buena resistencia, inerte y sumamente aprovechable. En las obras estructurales, este material generalmente proviene de la demolición de viejas estructuras.

La Consultoría BID - IM (2019) identifica un conjunto de posibles aplicaciones para el uso de escombros de hormigón como áridos reciclados, es decir, reutilizar el material de hormigón resultante de la demolición como árido para distintas aplicaciones. Tales aplicaciones incluyen, entre otras, las siguientes:

- Hormigón no estructural preparado y/o prefabricado
- Hormigón estructural prefabricado y/o preparado
- Mortero para albañilería (para fracciones granulométricas finas)
- Fabricación de cementos especiales
- Restauración paisajística de canteras y rellenos sanitarios (del mismo modo que se menciona para las tierras de excavación)
- Caminería auxiliar en obras, en lugares de producción forestal o en rellenos sanitarios
- Zanjas de servicios
- Terraplenes y explanadas
- Rellenos para apoyar losas y rellenos de trasdós de muros
- Bases de ciclovías

- Material para capas de base/subbase de firmes

En Uruguay, el uso de áridos reciclados para obras de hormigón estructural no está difundido. La norma local para el proyecto de estructuras de hormigón, la UNIT 1050:2005 *Proyecto y ejecución de estructuras de hormigón en masa o armado*, no prevé explícitamente el uso de áridos reciclados, ya que éstos no están mencionados. No obstante, su uso no contradice la norma, ya que la misma especifica en su apartado 7.1:

*“Como agregados para la fabricación de hormigones se puede emplear arenas y gravas existentes en yacimientos naturales, rocas trituradas u otros productos cuyo empleo resulte aconsejable como consecuencia de estudios realizados en laboratorio. (...)*

*“Cuando no se tengan antecedentes sobre la naturaleza de los agregados disponibles, o se vaya a emplear para otras aplicaciones distintas a las ya sancionadas por la práctica, se debe realizar ensayos de caracterización mediante los análisis que convengan en cada caso (mineralógicos, petrográficos, físicos, químicos, etc.).”*

Algo similar sucede con el Pliego General de DNV, donde este tipo de áridos tampoco es considerado. Sin embargo, en el caso de los agregados gruesos, los áridos reciclados no contradicen la definición y por lo tanto podrían ser utilizados en situaciones controladas y aprobadas. Las definiciones de agregados finos y gruesos se encuentran en la sección III - Hormigones (en los Capítulos A y B, respectivamente). De las mismas se extraen los siguientes fragmentos:

*“Los agregados finos para morteros y hormigones serán arenas naturales o artificiales que cumplan con lo que se establecen en estas especificaciones. (...)*

*“Desígnese con el nombre de “arenas artificiales” a las obtenidas por la trituración de rocas, cantos rodados o gravas (...)”*

*“Los agregados gruesos para hormigones serán rocas trituradas natural o artificialmente, gravas enteras o trituradas, u otros materiales inertes aprobados y de características similares, que sean duros, compactos, resistentes y durables, que no estén recubiertos parcial o totalmente por sustancias que impidan su perfecta adherencia con el cemento y que respondan a las condiciones establecidas en estas especificaciones.”*

En España, el uso de áridos reciclados está más difundido e incluso es previsto por las normas. El Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3) del Ministerio de Fomento (2013) incorpora la posibilidad de utilizar áridos reciclados como Zahorras (Art. 510), Materiales tratados con cemento (suelocemento y gravacemento) (Art. 513), Pavimentos de hormigón (únicamente para la capa inferior de un pavimento bicapa) (Art. 550) y Hormigón magro vibrado

(Art. 551), siempre y cuando en cualquier caso se cumplan adecuadamente las especificaciones técnicas establecidas. Entre ellas se incluyen, además de las especificaciones que deben cumplir los áridos como tales, las siguientes:

- Debe estar documentado su origen.
- Separación de componentes no deseados.
- Ensayo de sulfuro de magnesio (norma UNE EN 1367-2).
- Contenido de sulfatos solubles en agua (norma UNE EN 1744-1).
- Ensayo de desgaste Los Ángeles (norma UNE 1097-2).
- Control de procedencia del material (norma UNE EN 13242).

En cuanto a la aplicación para hormigones estructurales, el Borrador del Código Estructural (que sustituyó a la norma EHE-08 en el 2019) que corresponde al marco reglamentario que deben cumplir las estructuras de hormigón (entre otras), prevé el uso de áridos reciclados en lo que define como “hormigón reciclado”. Este tipo de hormigón es aquel fabricado con árido procedente del machaqueo de residuos de hormigón, en sustitución parcial o total de los agregados gruesos (contemplándose un máximo de sustitución del 20% en peso para hormigones estructurales de resistencia característica  $f_{ck}$  no superior a los 40 MPa). Dentro de las exigencias que estos áridos deberán cumplir y que el Código recoge, se incluyen algunas de las siguientes:

- Condiciones físico-mecánicas (absorción, resistencia al desgaste en el ensayo de Los Ángeles).
- Composición del árido reciclado (debe estar compuesto por al menos un 95 % de contenido en peso de hormigón, mortero y materiales pétreos, y como máximo un 2 %, 1 % y 0,5 % de partículas ligeras, materiales bituminosos y otros materiales respectivamente).
- Debe conocerse su potencial reactividad álcali-agregado.

Como aplicación local en la ciudad de Montevideo, la Consultoría BID - IM (2019) menciona a la empresa RCD RECICLAJE, la cual surge de la iniciativa de un grupo de arquitectos con el objetivo de reutilizar RCD y operaba dentro del predio de Felipe Cardoso con financiación estatal por parte de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII). Actualmente opera en un predio alquilado cercano a Felipe Cardoso con financiación de la Agencia Nacional de Desarrollo (ANDE).

Dicha empresa recibe escombros desde marzo de 2019, los cuales clasifican y procesan en una trituradora que los separa en tres fracciones: árido fino, medio y grueso (ver Figura 3-7 y Figura 3-8). A la fecha de la consultoría, su producción es limitada a 10 ton/día debido a limitaciones relacionadas con autorizaciones ambientales.

A la fecha de la consultoría, se indica que la empresa sólo recibe escombros limpios y no cobra por ello, para luego vender los áridos finos y medios (lo hace a precio de



mercado para poder competir) o producir bloques con esos áridos en el sitio. Estos bloques fueron ensayados por la Facultad de Arquitectura de la Universidad de la República (UdelaR) y se venden a precio de mercado.

La consultoría destaca además que, para que el emprendimiento sea financieramente autosuficiente, debería cobrar por recibir los escombros (estimándose una tarifa de 500 pesos uruguayos/m<sup>3</sup> recibido, equivalente a aproximadamente unos 15 dólares al año 2019, diferenciando la misma según el grado de selección en origen).



Figura 3-7. Planta trituradora de RCD RECICLAJE (extraído de la Consultoría BID – IM).



Figura 3-8. Bloque producido con RCD procesado (extraído de la Consultoría BID – IM).

### RESIDUOS DE FRESADO (RAP)

Los residuos provenientes del fresado de pavimentos de mezcla asfáltica (RAP por sus siglas en inglés, *Reclaimed Asphalt Pavement*) constituyen un material inerte, estable y seleccionado que es fácilmente aprovechable. Tanto de la Consultoría BID – IM (2019) como del MAV se infiere que no solamente se declara como tal, sino que el mismo efectivamente se aprovecha en obras de dichas Administraciones.

Las aplicaciones más usuales del RAP se dan dentro de la misma obra, o en obras cercanas del mismo tipo, a saber:

- Ejecución de bases granulares
- Ejecución de nueva mezcla asfáltica
- Realización de mezclas asfálticas premezcladas en frío

#### Ejecución de bases granulares

Por ser un material inerte y que probablemente cumpla con los criterios de resistencia, además de fácilmente seleccionable desde el punto de vista granulométrico, su utilización dependerá de los resultados de los ensayos a realizar para tal fin.

Experiencias en carreteras en Wyoming, que fueron construidas con bases granulares de porcentajes de agregado RAP entre 50 y 80 % mezclado con material virgen, identificaron problemas de mezclado y compactación (Koch et al., 2013). No obstante, en Omán, las experiencias con bases estabilizadas con cemento Portland y porcentajes de RAP de entre 70 y 100 % del agregado permitieron determinar que con esta práctica se consigue un mejor comportamiento que cuando el RAP se mezcla únicamente con agregados vírgenes para la ejecución de la base (Taha et al., 2002).

#### Ejecución de la nueva carpeta asfáltica

El RAP está compuesto de materiales áridos y de ligante asfáltico, por lo que puede ser reutilizado en la nueva mezcla. Esto permite el ahorro de materiales, los cuales en su conjunto comprenden aproximadamente el 70 % del costo total de la producción de la mezcla asfáltica.

El uso estimado de RAP en la ejecución de mezclas asfálticas en el año 2011 es de 12 % en Estados Unidos, con un potencial de 30 %, lo que implicaría en sustitución del uso de materiales vírgenes aumentando la sostenibilidad (Copeland, 2011).

Vale destacar que el uso de RAP para ejecución de nuevas mezclas asfálticas no está previsto en el PGC de la DNV, el cual es el documento marco de especificaciones para obras viales en Uruguay. No obstante, existen experiencias en su utilización para obras de dicha Dirección.

En ese sentido, Costa Rica está en una situación similar ya que las especificaciones para la construcción de carreteras del Ministerio de Obras Públicas y Transportes no incluyen criterios específicos para la utilización de RAP. De cualquier manera, se incluyen especificaciones de desempeño aplicables a mezclas asfálticas convencionales y no debe esperarse ningún cambio en estas especificaciones en el caso de mezclas con RAP (Leiva-Villacorta et al., 2017).

#### Realización de mezclas asfálticas premezcladas en frío

Estas mezclas se componen de áridos gruesos (donde puede implementarse el uso de RAP), áridos finos y un ligante asfáltico (por ejemplo, emulsión o diluido RC-2

aunque este último es cada vez menos utilizado por ser a base de combustible fósil). Sus usos principales son las de relleno de baches en pavimentos (por ejemplo, de carreteras) y la de pavimentación de vías de bajo tránsito. Si bien su uso no está previsto en el PGC de la DNV, en otros países ya se encuentra difundido. En Argentina, existe el Pliego de *Especificaciones Técnicas Generales para Microaglomerados Asfálticos en Frío* (2017), aunque no prevé el uso del RAP explícitamente, sí tiene las especificaciones que el agregado grueso debe cumplir.

## **LODOS PROVENIENTES DE SEDIMENTADORES**

La sedimentación es el proceso usual por el que se remueven los sólidos suspendidos en un líquido al cual se le disminuye suficientemente la velocidad de flujo. Se le denomina lodo al material decantado con su correspondiente contenido de humedad.

En el contexto de una obra civil, se utilizará este proceso para el tratamiento de los efluentes fundamentalmente en los siguientes casos:

- Aguas residuales de los baños (dichos lodos no corresponden a ROC, y deberán ser gestionados junto al agua residual que los contiene de acuerdo a la normativa vigente, en general mediante servicios barométricos)
- Sedimentación en aguas pluviales de canteras (fundamentalmente fracciones muy finas del material de la cantera que son arrastradas por la escorrentía)
- Sedimentación en piletas de lavado de hormigón (materiales finos provenientes de cemento Portland, pasta cementicia y restos de agregados pétreos)

Estos últimos dos tipos de lodos corresponden a ROC, y pueden ser gestionados de la misma manera que los áridos reciclados o las tierras de excavación siempre y cuando en su valorización se tengan en cuenta las características de estos materiales (composición variable, fracciones muy finas, etc.).

Dentro de las posibles aplicaciones de estos materiales, se pueden considerar las siguientes:

- Elaboración de mortero para albañilería
- Elaboración de hormigón no estructural (de pobre resistencia)
- Restauración paisajística de canteras y rellenos sanitarios
- Zanjadas de servicios provisorios
- Explanadas de uso transitorio
- Impermeabilización de superficies (debido a sus fracciones muy finas)

## **CHATARRA Y MADERA**

Otros tipos de ROC no considerados, como son las chatarras y las maderas, si bien es difícil la posibilidad de reutilización directa en la obra, constituyen residuos que pueden tener valor comercial. En el caso de la madera cuya reutilización directa no

fuera posible, ésta aún puede valorizarse a través de su poder calorífico (es decir, para utilizar como leña).

En cuanto a las chatarras, éstas pueden tener origen en demoliciones o materiales sobrantes de la construcción. Para el segundo caso, dependerá de las prácticas del Constructor minimizar esta generación pudiendo recurrirse a prácticas como:

- Utilización de piezas prefabricadas que no generan residuos in situ, pudiendo ser los sobrantes aprovechados en la misma planta
- Consideración en la fase de proyecto de las longitudes comerciales de las varillas de hierro a utilizar en la ejecución de las piezas de hormigón, de manera de minimizar desperdicios
- Compra de varillas de tamaño “a medida” de las necesidades del proyecto. Esto es más fácil de lograr en países productores de hierro, siendo más difícil en caso de que el material sea importado (como sucede en Uruguay)

Los residuos de madera y chatarra, no obstante, poseen un alto valor comercial y pueden tener diversos destinos, sin contar la disposición final, la cual corresponde al último nivel en el principio de jerarquía de residuos. Entre ellos pueden destacarse los siguientes:

- Reutilización en obra de madera para cocción de alimentos y calefacción
- Venta o entrega de chatarra y/o madera a recicladores locales
- Donación de chatarra y/o madera a vecinos que la soliciten

## **RESIDUOS DE PODA**

Los residuos de poda no están incluidos inicialmente en la categoría de ROC. No obstante, dado que en el departamento de Maldonado el canal de disposición final es compartido con estos últimos, se ha decidido incluirlos en este acápite.

En la Consultoría BID – IM (2019) se menciona que el departamento de Maldonado cuenta con un sistema de 8 vertederos (1 por municipio) donde se disponen residuos de podas, ROC y otros residuos voluminosos. Estos vertederos son operados de forma tercerizada, esto es, a través de un operador privado contratado por la Intendencia y su ubicación coincide con la de antiguas canteras.

La disposición final se da por vertimiento de los residuos, compactándolos y cubriéndolos con tierras de excavación y escombros, por lo que también se le está dando reutilización a estos últimos. Se destaca además que, a diferencia de la situación en Montevideo, la disposición de residuos en estos vertederos no tiene costo. Además, la Intendencia de Maldonado cuenta con puntos verdes donde recibe los residuos de podas y los transporta a su disposición final.

El vertedero de mayores dimensiones a la fecha de la Consultoría es el de Cerro Pelado, el cual sirve a la zona de Maldonado y Punta del Este, en el cual se reciben en el orden de los 200 camiones por día en su mayoría de restos vegetales. Como

medida de control, la Intendencia realiza muestreos de la calidad de agua en cursos cercanos a los vertederos.

### 3.4. Gestión de efluentes en la producción de hormigón

Cuando en la obra se ejecutan piezas de hormigón, y en particular en el caso de los puentes, una componente de los efluentes generados en la misma corresponde a aguas utilizadas en el lavado de los equipos o herramientas que estuvieron en contacto con el hormigón fresco, con pasta cementicia (así denominada a la mezcla de cemento Portland y agua), o incluso únicamente con el cemento Portland.

Estas aguas de lavado se caracterizan por tener los valores de pH y concentración de sólidos significativamente altos (Sandrolini et al., 2000). Lo primero es consecuencia de que el cemento Portland tiene contenido de álcalis en forma de  $K_2O$  y  $Na_2O$  provenientes de los materiales arcillosos y magrosos (Duda, 1977), así como de la presencia de productos del proceso de hidratación, del hidróxido de calcio y de algunas sales alcalinas que elevan el pH del agua (Johansen et al., 2002). Por otro lado, la cantidad de sólidos es consecuencia del arrastre del agua de lavado sobre las partículas que componen a los restos (que pueden ser hormigón, pasta cementicia, cemento Portland, agregados, aditivos, etc.) que se encuentran sobre la superficie de las herramientas o equipos que están siendo lavadas.

El destino de estos efluentes puede ser variado, distinguiéndose los siguientes tres como los más usuales:

- Efluente descartado mediante vertido a curso de agua.
- Efluente dispuesto para infiltración al terreno.
- Efluente reutilizado para producción de nuevo hormigón.

En cualquiera de estos escenarios, el efluente deberá contar con una determinada calidad por lo que podrá ser necesario el acondicionamiento del mismo mediante procesos fisicoquímicos de tratamiento. Esta calidad objetivo estará indicada por los estándares de vertido vigentes, sirviendo como parámetros de entrada en el procedimiento de diseño de las unidades de tratamiento.

A modo de ejemplo, se presentan en la Tabla 3-1 algunos parámetros de calidad del agua de lavado de camiones mixer.



Tabla 3-1. Valores ejemplo de parámetros de calidad de agua de lavado de camiones mixer (extraído de dos Santos et al., 2017).

Parámetro	Valor
Cloruro (mg/L)	873
pH	13,66
Sólidos totales (mg/L)	3.764
Sulfato (mg/L)	2.000
Turbidez (NTU)	63.500

### 3.4.1. Condiciones de vertido a curso de agua

El vertido a curso de agua es un tipo de disposición muy común en las obras de puentes, especialmente en aquellos que se construyen sobre estos cursos. Generalmente, en este tipo de obras el vertido se realiza sobre el mismo curso donde se está construyendo, con la ventaja de que el obrador con sus instalaciones se encuentra razonablemente cerca del frente de obra.

En estos casos no resulta razonable realizar la disposición final en el sistema de saneamiento dinámico (colectores) por dos razones: normativa (los estándares de vertido a saneamiento para estos parámetros son más exigentes que a curso de agua, de acuerdo con el Decreto 253/979), y locativa (generalmente las obras de puentes se emplazan en zona rural, en donde no se suele contar con red de saneamiento). No obstante, aunque una alternativa puede ser la utilización de un servicio de barométrica, es difícil que ésta sea una opción económica y operativamente viable.

En el caso de que se realicen vertidos a cualquier curso de agua, es importante asegurar que los mismos se encuentren dentro de los estándares de vertido establecidos en la normativa nacional. Además, independientemente de esto, deberá tenerse en cuenta en la obra si el cuerpo de agua es un receptor adecuado para dicho vertido (tanto en materia de caudal como de presencia de fauna acuática).

#### 3.4.1.1. Caudal del curso receptor

En cuanto al caudal de vertido a curso de agua, el Decreto 253/79 establece que *“el caudal máximo en cualquier instante no podrá exceder al caudal medio del período de actividad”*. Es decir que se limita únicamente al caudal de vertido con respecto al caudal medio del cauce en el período de actividad y no con respecto al caudal instantáneo del mismo.

Inicialmente, podría pensarse que es una limitación poco restrictiva para los caudales de vertido que se pueden generar en una obra. En ese sentido, puede ser útil verificar que el caudal de estiaje sea superior al de vertido, asegurando de esta manera que

se cumpla con lo establecido en el estándar, salvo en períodos de sequías considerables. De cualquier manera, el caudal de vertido podrá ser regulado tanto por la colocación de vertederos en la salida (según lo recomendado por el Manual Ambiental de la DNV) como por llaves de paso, dependiendo del diseño del sistema de tratamiento del efluente. Se destaca además que, de la planificación de la obra, se puede determinar el pico de demanda de lavado, lo que permitiría el correcto dimensionado del sistema.

Según la Dirección Nacional de Aguas (DINAGUA), el caudal específico de estiaje de referencia de una cuenca utilizado en solicitudes de autorizaciones para aprovechamiento de agua es de 0,4 L/s/km<sup>2</sup> (DINAGUA, 2011).

A su vez, se debe tener en cuenta que las cuencas de aporte a las obras de puentes tienen una extensión mínima, de manera de justificar el porte de dicha obra. Según la normativa española (5.2 - IC “Drenaje Superficial” aprobada por Orden FOM/298/2016), un puente es una “obra de paso que (...) a los efectos de esta norma debe añadirse que su sección sea abierta, es decir, que esté desprovista de solera con función estructural”, lo cual significa que no cuente con losa de fondo en el pasaje del agua a través de la estructura. En cuanto al tamaño, dicha norma también realiza una clasificación de las obras de paso, como se presenta en la Tabla 3-2.

Tabla 3-2. Clasificación española de obras de paso en carreteras según longitud de vano (luz) extraída de la norma 5.2 – IC “Drenaje Superficial”.

<b>Tipo de obra de paso</b>	<b>Tajea<sup>1</sup></b>	<b>Alcantarilla</b>	<b>Pontón<sup>2</sup></b>	<b>Puente</b>
<b>Luz del vano mayor L (m)</b>	$L < 1$	$1 < L < 3$	$3 < L < 10$	$L > 10$

Históricamente, fueron de uso común para el dimensionado de estructuras de drenaje, ábacos empíricamente ajustados y que eran generalmente de aplicación local (Forteza, 1992). Generalmente, estos ábacos eran elaborados utilizando la experiencia (obras existentes) ajustándola a distintas ecuaciones del siguiente tipo:

$$A = C \times S^\alpha \quad (3.1)$$

Donde:

- A es el área de la sección de desagüe necesaria (m<sup>2</sup>).
- S es la superficie de la cuenca de aporte (hectáreas).

<sup>1</sup> Del Diccionario de la RAE, una tajea es un “puente pequeño en un camino hecho para que por debajo de él pasen las aguas o una vía de comunicación poco importante”.

<sup>2</sup> Del Diccionario de la RAE, un pontón es un “puente formado de maderos o de una sola tabla”.

- $C$  era un coeficiente de escurrimiento que dependía de las condiciones de las cuencas para las cuales se entendía razonable utilizar el ábaco (la morfología, la topografía, el uso del suelo, etc.).
- $\alpha$  corresponde a un coeficiente empírico resultante del ajuste.

En cuanto al uso local de ábacos de este tipo, la DNV contaba con ábacos para distintos portes de estructuras (alcantarillas y puentes) (Forteza, 1992), siendo el ábaco elaborado por el Ing. Capurro el más utilizado para puentes, especialmente para los ubicados al sur del Río Negro.

Actualmente, se cuenta con métodos más precisos, así como una red de datos hidrométricos para distintos cauces administrada por la DINAGUA. En los casos para los cuales no se cuentan con este tipo de datos, existen métodos ajustados al Uruguay que permiten elaborar hidrogramas sintéticos de eventos extremos para el dimensionado de obras de drenaje. La DNV cuenta también con un manual de diseño de obras de drenaje denominado *Directivas de Diseño Hidrológico – Hidráulico de Alcantarillas*, elaborado mediante un convenio con el Instituto de Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República (2000). En dicho manual, se establecen las directivas de diseño de alcantarillas que, aunque sean de menor porte que los puentes, comparten bastantes elementos en la metodología de diseño, en el apartado hidrológico.

A continuación, y a modo de ejemplo para evaluar la posible afectación a la calidad del agua, se toman dos ejemplos de puentes reales, los cuales se encuentran ubicados en la Ruta 5 y cuya duplicación se ha comenzado a proyectar recientemente. Éstos son los siguientes:

- Puente sobre cañada del Cerro (progresiva 92km210)
- Puente sobre arroyo Canelón Chico (progresiva 48km700)

El puente sobre la cañada del Cerro tiene una sección de desagüe compuesta por 2 vanos de 13,0 m de luz y una altura promedio de 3,5 m con respecto al terreno natural. Para esta obra, la cuenca de aporte tiene un área de 10,8 km<sup>2</sup> y, a partir de aplicación de los métodos de cálculo hidrológico usuales en Uruguay su caudal de diseño para una tormenta de 100 años de período de retorno es de 42,7 m<sup>3</sup>/s. No obstante, aplicando el factor de 0,4 L/s.km<sup>2</sup> de cuenca para la estimación del caudal de estiaje, éste resulta en un valor de 4,32 L/s. Si un camión mixer de 6 m<sup>3</sup> se lava con 200 L de agua aproximadamente en un lapso de unos pocos minutos (correspondiente a un valor empírico) se tiene que el vertido a dicho curso de agua puede impactar significativamente sobre la calidad del mismo.

Por otra parte, en el caso del puente sobre el arroyo Canelón Chico se cuenta con una sección de desagüe compuesta por 3 vanos de 23,3 m y una altura promedio aproximada de 6,0 m con respecto al terreno natural. En cuanto a la cuenca de aporte, ésta tiene un área de 311,0 km<sup>2</sup>, y un caudal de diseño para una tormenta de 100



años de período de retorno de 762,2 m<sup>3</sup>/s. En cuanto a su caudal de estiaje, aplicando el mismo factor que para el ejemplo anterior se obtiene un valor de 124,40 L/s, que puede ser menos susceptible a sufrir impactos graves en su calidad, al lograrse cierto grado de dilución del efluente.

### 3.4.1.2. Calidad del agua de vertido

Haciendo referencia estrictamente a la calidad del efluente a verter al curso de agua, la misma debe satisfacer los estándares nacionales para vertido a curso de agua. En Uruguay, dicho estándar está contenido dentro del Art. 11 del Decreto 253/979.

En la Tabla 3-3 se comparan los parámetros de la Tabla 3-1 que se encuentran relacionados a los establecidos por el estándar.

Tabla 3-3. Comparación de los parámetros de la Tabla 3-1 con el estándar de vertido a curso de agua.

Parámetro	Ejemplo lavado de mixer	Estándar de vertido
pH	13,66	6,0 a 9,0
Sólidos Suspendidos Totales SST (mg/L)	-	150
Sólidos Totales (mg/L)	3.764	-

De la Tabla 3-3 puede esperarse que, debido a la alta concentración de sólidos totales, sea probable que el efluente contenga una concentración de SST superior a la permitida por el estándar. En función de esto último, se determina entonces que el acondicionamiento del efluente previo al vertido debería considerar al menos los siguientes dos procesos fisicoquímicos:

- Decantación de sólidos
- Corrección de pH

A continuación se presentan, a modo ilustrativo, los esquemas del diseño propuesto por el *Manual de Mejores Prácticas Ambientales* de la CVU (2012) para el sistema de tratamiento de efluentes de lavado de piezas utilizadas para elaborar hormigón (ver Figura 3-9). En el mismo se observa una zona de descarga, una canaleta donde se realiza la decantación y, finalmente, una zona de neutralización de pH, con una capacidad mínima correspondiente a un día de lavados. Vale destacar que las dimensiones establecidas como “variable” resultarán de la aplicación de los criterios allí mencionados.

## DECANTACIÓN DE SÓLIDOS

Para la remoción de sólidos, el proceso más difundido es la sedimentación. Esta se logra mediante la reducción suficiente de la velocidad del flujo en una unidad diseñada

para tal fin, que permita tener un tiempo de retención en la misma tal que estos sólidos logren decantar hacia el fondo.

De la carga total de sólidos que este tipo de efluente contiene, una parte importante corresponde al rango de diámetros entre 1 y 10  $\mu\text{m}$  tal como se muestra en la Figura 3-10 (dos Santos et al., 2017).

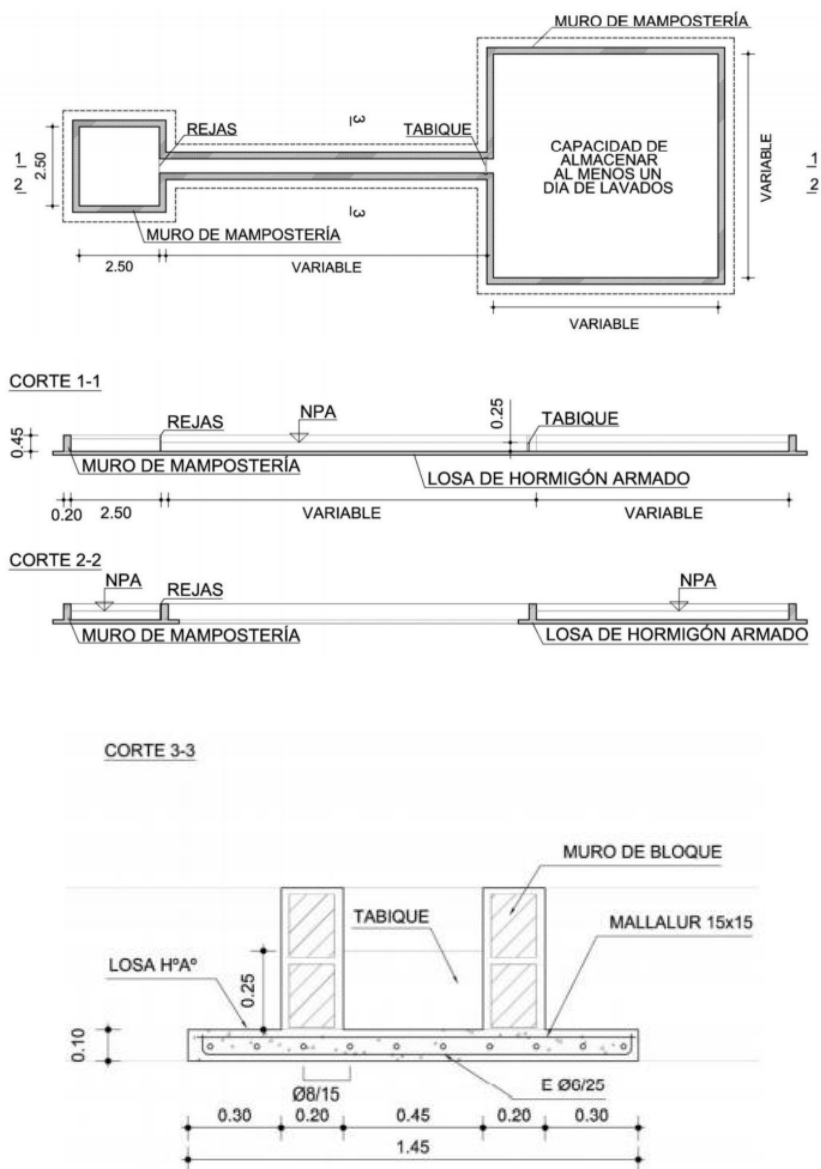


Figura 3-9. Esquemas de un sistema tipo de tratamiento de efluentes generados en la producción de hormigón (extraído de CVU, 2012).

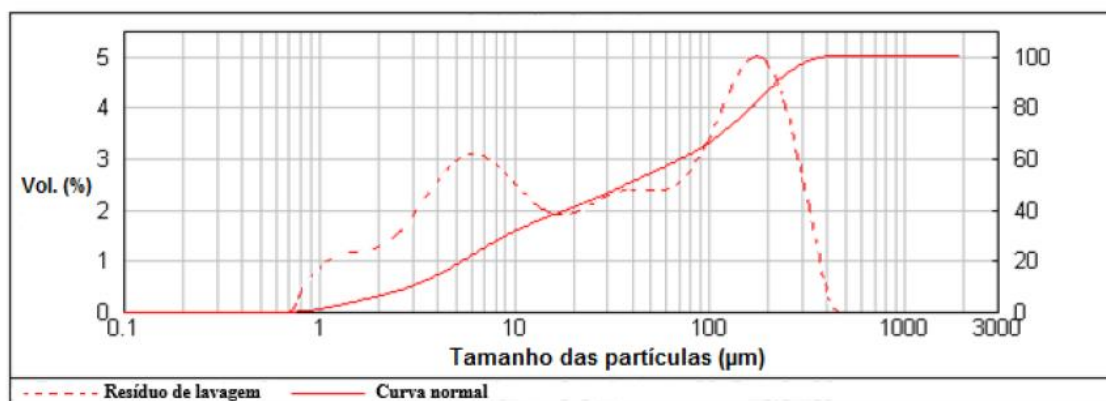


Figura 3-10. Distribución granulométrica de los sólidos en efluente de lavado (extraído de dos Santos et al., 2017).

Por otra parte, debido a la gran concentración de sólidos en el afluente a las unidades de tratamiento, el proceso de sedimentación ocurre de manera impedida o retardada debido a las interacciones entre las partículas, las cuales influyen en la velocidad de sedimentación. Como resultado, las partículas mantienen sus posiciones relativas entre sí, sedimentando gran parte de la masa como un conjunto. Esto provoca la aparición de distintas zonas en la columna de sedimentación: una zona de agua clarificada en la que las restantes partículas sedimentan de manera discreta, una zona en la que continúa teniendo lugar la sedimentación impedida, una zona de transición y una zona de lodos en la cual se sedimenta por compresión (Metcalf & Eddy, 2003).

A diferencia de la sedimentación de partículas discretas, cuya metodología es aplicable a bajas concentraciones de sólidos y está bien definida a partir de fórmulas de carácter teórico, la determinación de las características de la sedimentación debe realizarse a partir de ensayos.

Estos ensayos, que no son comúnmente realizados en contextos de obra, consisten en medir el tiempo de sedimentación en una columna de líquido introducido en un cilindro graduado en función del descenso de la interfase entre agua clarificada y zona de lodos. Este proceso se presenta en la Figura 3-11.

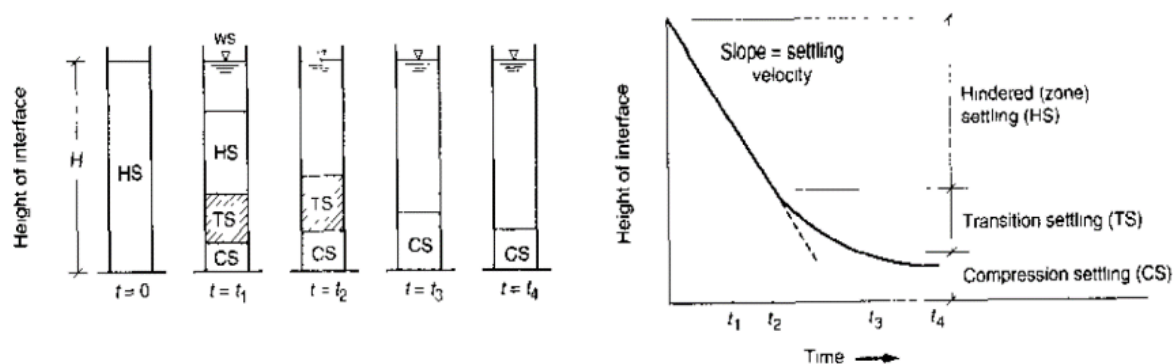


Figura 3-11. A la izquierda: descenso de interfase en ensayo de columna de sedimentación. A la derecha: representación gráfica de la curva de variación de la altura de la interfase en función del tiempo en dicho ensayo (extraído de Metcalf & Eddy, 2003).

En el caso de unidades de sedimentación para aguas de lavado de hormigón, lo más común es utilizar recomendaciones prácticas, o en su defecto calibrar el sistema mediante algún ensayo de calidad del efluente en laboratorios externos a la obra.

En la Figura 3-9, extraída del *Manual de Mejores Prácticas Ambientales* de la CVU se establece un nivel máximo de agua de 0,25 m (considerando la altura de la bota de un operario, ya que se trata de una unidad de limpieza manual) más una franquía de 0,15 m, y una capacidad mínima equivalente al efluente generado en toda una jornada de lavados. En cuanto al diseño hidráulico, plantea utilizar 0,21 mm como diámetro de la partícula objetivo, el cual se considera excesivo ya que es superior a más del 80 % de las partículas contenidas en la carga de sólidos del afluente, de acuerdo a la Figura 3-10.

Por otra parte, el MAV establece que la profundidad útil máxima es de 0,60 m con una franquía mínima de 0,20 m, sin establecer lineamientos para el cálculo correspondiente al diseño de la unidad. Establece además un ancho mínimo de 3,00 m y un criterio práctico para el cálculo del volumen útil, considerando el número de camiones mixer a lavar en la jornada de producción máxima de hormigón multiplicándolo por un gasto de agua por lavado de 500 L/lavado (el cual se considera suficientemente holgado, debido a que pueden alcanzarse valores cercanos a 200 L/lavado).

## CORRECCIÓN DEL pH

Debido al alto pH del agua de lavado de estos equipos, de considerarse necesaria la corrección de pH, ésta siempre se realiza de manera de reducir el mismo. La forma más sencilla de lograrlo es la adición de un ácido.

En el caso de optar por este proceso, debe considerarse que los ácidos más comúnmente utilizados para estos procesos (generalmente ácido clorhídrico) son agentes corrosivos e irritantes, por lo que cobran importancia las medidas adoptadas en Seguridad y Salud Ocupacional (SySO) para preservar las condiciones laborales

y sanitarias del personal involucrado. En Uruguay, el estándar en SySO es el Decreto 125/014.

Una vez seleccionada la sustancia ácida, su dosificación dependerá del pH del efluente de lavado de los equipos, por lo que resulta necesaria su medición antes de realizar cualquier corrección de pH. Por los volúmenes de hormigón manejados en obras de este tipo, no se recomienda la utilización de tirillas medidoras de pH debido a la cantidad de tirillas que se debería emplear; es deseable realizar las mediciones con pH-metro o sondas de pH tal como se recomienda en el MAV.

Puede optarse por realizar varias adiciones pequeñas de ácido, en lugar de una única adición. Esto puede ser útil en casos donde el pH de entrada es variable ya que no se tendría una única dosificación de ácido para el proceso. Sí es importante propiciar la mezcla del ácido con el líquido a tratar y realizar una nueva medida una vez realizada una adición, de manera de no sobredosificar el ácido debido a que:

- 1- Se desperdicia ácido y, por lo tanto, recursos económicos.
- 2- Involuntariamente, se podría disminuir el pH por debajo del estándar de vertido, por lo que se deberá corregir el mismo en el otro sentido. La forma más sencilla sería mezclar este efluente con nuevo efluente de lavado, pero esto puede implicar esperar al nuevo lavado y/o mantener este efluente ácido en condiciones estancas y dentro de lo que el encargado de SySO puede considerar admisible.

Para una correcta gestión de este proceso se considera necesario registrar en todo momento los pH de entrada y salida del mismo, así como las cantidades de ácido adicionado.

### 3.4.2. Disposición por infiltración al terreno

Al igual que para el caso de vertido a curso de agua, el estándar de vertido también considera la posibilidad de que el efluente sea dispuesto por infiltración al terreno. En el Art. 11 del Decreto 253/79 se establecen los parámetros de calidad de aguas a ser considerados junto con las siguientes condiciones:

- Sólo podrá permitirse en zonas rurales.
- Distancia mínima a cursos de agua o pozos manantiales de 50 m.
- Distancia mínima a medianeras de 10 m.

En los casos de obras de puentes carreteros, estas condiciones son de fácil cumplimiento por lo que la infiltración al terreno es una alternativa muy viable de disposición final. En cuanto a la calidad objetivo, debe destacarse que los estándares para este caso son menos exigentes. Dentro de los parámetros establecidos en el estándar, se deberá tener en cuenta en este caso los presentados en la Tabla 3-4.

Por esto último, se concluye que el sistema necesario para el tratamiento del efluente tendrá la misma tipología que para el caso de vertido a curso de agua, diferenciándose únicamente en la calidad objetivo que se deberá lograr. Esto es, contar con al menos los siguientes procesos:

- Decantación de sólidos
- Corrección de pH

Se destaca entonces, que lo expuesto para el caso de vertido a curso de agua, es igualmente válido para esta forma de disposición final del efluente.

**Tabla 3-4. Parámetros relevantes del estándar de vertido para disposición por infiltración al terreno (extraídos del Decreto 253/979).**

<b>Parámetro</b>	<b>Estándar para infiltración</b>
pH	5,5 a 9,0
Sólidos Sedimentables SSed (mL/L)	10 (determinados en cono Imhoff durante 1 h)
Sólidos Totales (mg/L)	700

### 3.4.3. Reutilización del agua de lavado

En tiempo seco, así como en obras de puentes sobre cauces con caudales de estiaje muy bajos, el agua puede resultar un recurso suficientemente escaso para ameritar su reutilización, dado el sobre costo que el transporte pueda generar en la obra. Cabe destacar que dado lo establecido por el Código de Aguas (Decreto-Ley 14.859) en su Art. 163, no está permitido realizar extracciones a cuerpo de agua mediante medios mecánicos salvo, según lo establecido en el Art. 164, en los casos en los que se cuente con la debida autorización por el Poder Ejecutivo. Se debe tener en cuenta que la solicitud de las autorizaciones ambientales necesarias forma parte importante de la gestión ambiental.

El reciclado del agua de lavado constituye, sin embargo, el aprovechamiento de un líquido que no requiere autorización ninguna. Las normas técnicas no suelen contemplar esta posibilidad como, por ejemplo, la norma UNIT 1.050 que no hace mención al origen del agua salvo cuando expresa que el agua potable se considera apta para la elaboración de hormigón nuevo. Por lo que, cumpliendo con determinados requisitos de calidad, el agua (independientemente de su origen) debidamente ensayada sería considerada de aceptación. Sin embargo, otras normas más recientes como la IRAM 1.601:2012, sí hacen referencia a que aguas recuperadas en procesos de la industria del hormigón puedan resultar aptas, proponiendo también parámetros de calidad a cumplir por la misma.

Existen varios trabajos que han estudiado la viabilidad de reutilizar el agua de lavado para la ejecución de nuevo hormigón. En algunos de ellos se reutiliza el agua con el objetivo de estudiar la resistencia del hormigón a los 28 días (Sandrolini et al., 2000), mientras que en otros, se compara la calidad de este líquido con lo exigido por las normas ASTM C94 y EN 1008 para el agua de amasado (dos Santos et al., 2017). De acuerdo con estos últimos autores, realizando los análisis correspondientes, se podría considerar que dicho líquido es apto para el amasado de nuevo hormigón.

En cuanto al ahorro de agua en tiempos secos, se procederá a realizar un simple cálculo estimativo para ilustrar la proporción de agua recuperable:

Según el PGC de la DNV, el contenido de cemento Portland para hormigón de puentes debe estar en el rango de 350 – 450 kg/m<sup>3</sup> de hormigón con una relación agua/cemento menor a 0,50. Si se consideran los siguientes parámetros:

- Gasto de agua en lavado de mixer de 6 m<sup>3</sup>: 200 L/mixer
- Contenido de cemento Portland: 400 kg/m<sup>3</sup> de hormigón
- Relación agua/cemento: 0,40

Mediante la multiplicación de la relación agua/cemento con el contenido de cemento Portland, se obtiene un contenido de agua de 160 kg/m<sup>3</sup> de hormigón, correspondiente a unos 160 L/m<sup>3</sup> de hormigón. Por lo que, con el efluente de lavado de un mixer se podrán realizar 1,25 m<sup>3</sup> de hormigón (igual a aproximadamente 21 % del hormigón que puede producir el mixer).



## 3.5. Gestión ambiental para la producción de áridos naturales

### 3.5.1. Introducción

En este capítulo se analizará la gestión ambiental que se requerirá para la producción de áridos. Estos materiales son de suma importancia para cualquier obra civil y, más concretamente, para las obras de puentes. Éstos son utilizados, entre otras tareas, para la ejecución de:

- Producción de piezas de hormigón estructurales y no estructurales (piezas estructurales del puente, pavimentos, fundaciones, piletas de lavado, superficies para estacionamiento y lavado de maquinaria, depósitos de almacenamiento de efluentes, entre otros)
- Rellenos para nivelación de superficies
- Pavimentos y su paquete estructural (capas de base y subbase)
- Rellenos para conformación de terraplenes y/o colocación de muros de contención

Los áridos pueden ser compuestos de materiales vírgenes o reciclados, dependiendo de su uso previsto. Independientemente de cuál sea su procedencia, todos estos materiales tienen un origen primario común, ya que en su primer uso éstos fueron materiales vírgenes.

Los áridos de primer uso, material natural virgen, provienen de la extracción de yacimientos naturales. De estos yacimientos naturales (canteras) se extraen los materiales áridos para su utilización en la obra, generalmente mediante minería a cielo abierto. Estos áridos pueden ser desde material granular fino hasta roca maciza triturada, dependiendo del uso que se le dará al material (por ejemplo, para impermeabilizar superficies es necesario que el material sea fino, mientras que para la producción de hormigón es necesario arena y piedra).

La explotación minera de la cual se extraen estos materiales es una actividad cuyos impactos ambientales adversos son significativos aunque mitigables en mayor o menor medida, dependiendo del porte y las características propias del yacimiento. Se debe tener en cuenta que, si bien las actividades que se realizan en esta actividad conllevan riesgos laborales que deberán ser debidamente atendidos, este trabajo se limitará a abordar la gestión ambiental y no la SySO.

### 3.5.2. Actividades principales

#### 3.5.2.1. Gestión de residuos sólidos

La gestión de los residuos sólidos siempre es una de las actividades de gestión ambiental más importantes dentro de cualquier obra civil y, en este caso, no es la excepción.

La producción de áridos en el caso de obras viales y de puentes es una parte importante de la obra, y es razonable pensar en la gestión de residuos completa de la obra, en lugar de realizar diferentes gestiones en el frente de obra y en la cantera. Esto no sucede en todos los casos, ya que la cantera puede ser utilizada para más de una obra en simultáneo y con diferentes constructoras. Además, la explotación de la cantera deberá estar aprobada por la autoridad ambiental nacional que puede poner requisitos adicionales para otorgar la autorización ambiental y su aprobación es previa al inicio de obra y, posiblemente, de la elaboración del Plan de Gestión Ambiental de la misma.

En cuanto a los residuos generados usualmente por la explotación de las canteras para la extracción de áridos, se enlistan a continuación los principales tipos:

- Residuos sólidos asimilables a domésticos
- Material a depósito (incluyendo además al material resultante de la sedimentación de aguas pluviales y el lavado de áridos)
- Material de destape sobrante
- Residuos especiales proveniente del mantenimiento de maquinaria (aceites, neumáticos, baterías y filtros)
- Escombros de hormigones provenientes de estructuras accesorias (piletas de lavado, plataformas, separadores de grasas, etc.)

Dada la similitud de los residuos generados por esta actividad con los residuos considerados en los acápite 3.3.3.3 y 3.3.4, la gestión de residuos sólidos no se abordará específicamente para esta actividad.

#### 3.5.2.2. Operación de maquinaria

La flota de maquinaria es un elemento de suma importancia en la explotación de una cantera, debido al aumento del rendimiento que su uso genera en comparación a actividades realizadas puramente con recursos humanos. Hoy en día, constituye un elemento indispensable para la actividad.

Existen distintos tipos de máquinas, idóneas para distintas tareas, por lo que es usual ver varios tipos de máquinas en la misma explotación u obra, siendo usual también ver más de un equipo del mismo tipo.

Las tareas usuales de la explotación de canteras coinciden generalmente con las etapas del procedimiento de movimiento de tierras, las cuales son:

- Arranque
- Carga
- Transporte
- Tendido
- Compactado

Es cierto que la frecuencia con la que se hacen las distintas tareas es variable. Por ejemplo, la compactación se realiza casi únicamente en la conformación de caminería interna o de plataformas (a utilizar, por ejemplo, para estacionar maquinaria y colocar contenedores), mientras que el arranque es absolutamente necesario para la extracción de material.

Por otra parte, los equipos más frecuentemente utilizados dentro de la cantera son los usuales en el ámbito de obras viales como, por ejemplo:

- Bulldozer: para arranque del material, tarea para la cual es el equipo más efectivo, y permite el movimiento de material dentro de la cantera mediante arrastre, y no mediante carga.
- Retroexcavadora: permite el arranque de material, excepto roca sana o levemente fracturada no degradada (ver Figura 3-12). Además, permite la incorporación de accesorios como, por ejemplo, martillos para perforación de roca, los cuales realizan el arranque de material rocoso mediante impacto (ver Figura 3-13).
- Pala cargadora: para carga, transporte dentro de la cantera y tendidos pequeños o de baja precisión (ver Figura 3-14).
- Retroexcavadora combinada: para arranque de material excepto roca sana o levemente fracturada no degradada, para carga, transporte dentro de la cantera, tendido de baja precisión y compactación leve (ver Figura 3-16).
- Motoniveladora: para tendido de gran precisión (aunque es más frecuente verla en frentes de obra, puede ser útil para dar terminación a taludes para conformar canales o en instancias de recuperación ambiental) (ver Figura 3-15)
- Compactadora: para compactación de material (la elección del equipo dependerá del material a compactar), existiendo de rodillo liso con vibración, de rodillo “pata de cabra”, neumático, etc.
- Camiones: para transporte dentro y fuera de la cantera.



Figura 3-12. Retroexcavadora (extraído de [www.cat.com](http://www.cat.com)).



Figura 3-13. Martillo hidráulico montado sobre retroexcavadora fragmentando restos de hormigón armado (extraído de [www.cat.com](http://www.cat.com)).



Figura 3-14. Pala cargadora (extraído de [www.cat.com](http://www.cat.com)).



Figura 3-15. Motoniveladora (extraído de [www.cat.com](http://www.cat.com)).



Figura 3-16. Retroexcavadora combinada sobre ruedas (extraído de [www.cat.com](http://www.cat.com)).

Cabe mencionar además la presencia de generadores, que alimentarán los equipos eléctricos, así como las oficinas y/o servicios de bienestar (los cuales suelen estar presentes en los casos donde los obradores de las obras se encuentran en el mismo padrón que la cantera que las provee). Éstos usualmente utilizan fueloil o gasoil como combustible para la generación de electricidad.

Los equipos, como es de esperar, se degradan con el uso y, por lo tanto, deberán ser sometidos a instancias de mantenimiento. Las tareas de mantenimiento de maquinaria deben estar incluidas en la gestión ambiental debido a que las mismas generarán emisiones y/o residuos que deberán ser atendidos. Dichas tareas pueden clasificarse en:

- Tareas de mantenimiento preventivo: aquellas tareas que se deben realizar rutinariamente con el fin de la conservación del equipo y la reducción de riesgos de daño, manteniendo el funcionamiento óptimo del mismo.
- Tareas de mantenimiento correctivo: aquellas tareas que se realizan en el caso de que el equipo demuestre necesidad de reparación o reemplazo, manifestándose mediante desperfectos en su funcionamiento.

Las tareas de mantenimiento más comunes, sin contar la revisión del equipo, se presentan en la Tabla 3-5. Si bien la carga de combustible no es una tarea propia de mantenimiento, fue incluida en este listado por ser una actividad rutinaria y que comparte posibles consecuencias con algunas de ellas.

Tabla 3-5. Principales tareas de mantenimiento de maquinaria con sus posibles emisiones asociadas.

Tarea	Emisiones o residuos
Limpieza	Generación de efluentes con contenido de hidrocarburos y/o alta carga de sólidos
Cambio de filtros y aceites	Generación de residuos especiales, y posibilidad de derrames con emisión de hidrocarburos al suelo
Cambio de baterías	Generación de residuos especiales
Cambio de cubiertas	Generación de residuos especiales
Sustitución de piezas	Generación de residuos especiales y/o chatarras
Carga de combustibles	Posibilidad de derrames con emisión de hidrocarburos al suelo

Por otra parte, los equipos son alimentados por combustibles fósiles (generalmente, gasoil) por lo que el ciclo de combustión de dichos motores generará emisiones a la atmósfera y su mantenimiento preventivo será importante para minimizarlas. Por otra parte, vale destacar que una parte de las emisiones atmosféricas es intrínseca al movimiento de material granular y no es resultado de la operación de la maquinaria, sino de la tarea que se lleva a cabo.

### 3.5.2.3. Voladuras

Una posible técnica para el arranque de material rocoso en una cantera es la voladura, la cual consiste en utilizar explosivos para realizar dicho proceso. Esta técnica no siempre es utilizada, por los posibles impactos que pueda causar, por lo que es usualmente considerada como alternativa en casos donde el arranque no puede ser realizado por otros medios.

Los explosivos que se utilizan para el arranque de material consisten en una mezcla de sustancias, algunas comburentes y otras oxidantes que, iniciadas debidamente, dan lugar a una reacción exotérmica muy rápida que genera una serie de productos gaseosos a altas temperaturas, químicamente más estables y que ocupan mayor volumen. Por lo tanto, su utilización consiste en concentrar energía química situando explosivos en lugares apropiados y en cantidades suficientes que, al liberarla, puedan lograr la fragmentación del material rocoso (IGME, 1987).

En estos casos, las técnicas incluidas en el proceso de arranque del material rocoso de su yacimiento son la perforación y voladura. Este proceso consta de varias etapas; el ciclo de trabajo usual se indica en la Figura 3-17.



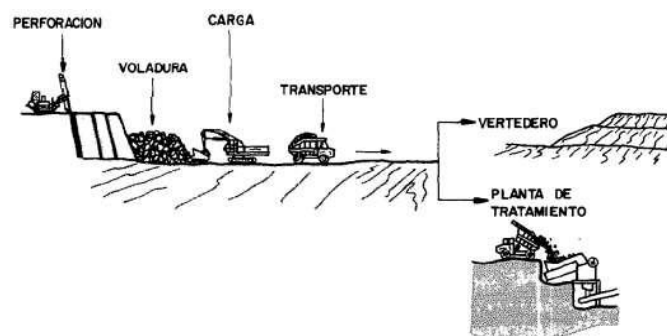


Figura 3-17. Esquema del ciclo de trabajo en una excavación en roca mediante perforación y voladura (extraído de MOPT, 1993b).

Previo al comienzo del arranque del material mediante perforación y voladura, es importante planificar los trabajos no sólo para coordinar las dos operaciones básicas del ciclo de trabajo (perforación y voladura), sino también las restantes labores que componen a este último (MOPT, 1993b). Dentro de tales labores, debería incluirse el análisis ambiental correspondiente y, más específicamente, el análisis de impacto acústico que estos trabajos puedan generar.

El trabajo de perforación consiste en la apertura de unos huecos, con la distribución adecuada dentro de los macizos, donde se alojarán las cargas de explosivos y sus accesorios iniciadores (IGME, 1987). Estos huecos reciben el nombre de barrenos y, si bien existen muchos sistemas de penetración en el macizo, frecuentemente los mecánicos (percusión, rotación y rotopercusión) son los más utilizados (ver Figura 3-18).



Figura 3-18. Perforadora rotativa (extraído de [www.cat.com](http://www.cat.com)).

Luego de colocada la carga de explosivos se debe retacar el barreno, lo que implica llenarlo de material (por lo general, gravilla) de manera de retener los gases producidos por el explosivo, a efectos de desarrollar el máximo trabajo de fragmentación de la roca y reducir a la vez las emisiones sonoras y vibraciones (MOPT, 1993b).



Se define a la *carga de explosivos* como la cantidad de agentes explosivos por barreno. Es usual que se coloque más de una carga de explosivos por barreno (una carga de fondo y una carga denominada “de columna”, que se coloca más cerca de la parte superior, con un retacado entre ambas cargas). Un esquema de barreno con una carga de explosivos distribuida en una altura  $L_2$  se presenta en la Figura 3-19. Dicho esquema no es representativo de todos los casos, ya que los barrenos pueden ser inclinados, más largos o más cortos de acuerdo a la altura del banco, con más de una carga y tipo de explosivos; sólo pretende ser ilustrativo.

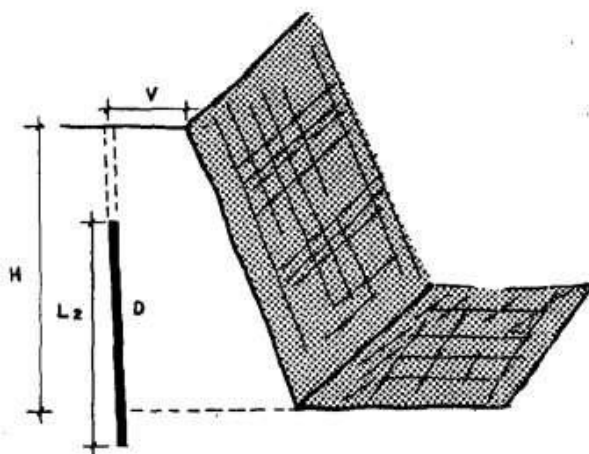


Figura 3-19. Esquema de barreno de diámetro  $D$ , con colocación de explosivos en una altura  $L_2$ , a una distancia  $V$  al frente de voladura en un banco de altura  $H$  (extraído de MOPT, 1993b).

Los explosivos pueden ser de distinto tipo, con distintas propiedades y, por ende, con distinta carga explosiva necesaria para obtener un determinado resultado. Los principales tipos de explosivos comerciales utilizados para voladuras se enlistan a continuación:

- Nitrato amónico
- ANFO (Ammonium Nitrate + Fuel Oil)
- ALANFO (Aluminium + Ammonium Nitrate + Fuel Oil)
- Hidrogeles
- Emulsiones
- Dinamita (gelatinosa o pulverulenta)
- Explosivos de seguridad
- Pólvoras

En Uruguay, los más utilizados son el ANFO y el hidrogel; se utiliza el primero para la carga de columna y el segundo, para la carga de fondo. La regulación y control del uso de explosivos en Uruguay se encuentra bajo la órbita del Ministerio de Defensa Nacional, a través del Servicio de Material y Armamento (SMA) del Comando General del Ejército, conforme a lo dispuesto por el Decreto 91/993.

La fabricación y el tráfico de explosivos, no obstante, se encuentran previstos en la Convención Interamericana contra la Fabricación y el Tráfico Ilícitos de Armas de Fuego, Municiones, Explosivos y Otros Materiales Relacionados, que Uruguay ha suscrito. Por lo tanto, la tenencia, porte, comercialización y tráfico están reguladas por el Decreto 345/020, ya que los considera “materiales controlados” debido a que se encuentran incluidos en lo dispuesto por dicha Convención.

En caso de prever el uso de explosivos para la explotación de la cantera, se debe tramitar, en primer lugar, el Registro de Cantera en el SMA. Con el registro vigente, se podrá realizar la adquisición, importación y uso de explosivos en dicha explotación. Se destaca también que tanto la empresa que realice la voladura como el barrenista deberán estar registrados en el SMA. El SMA impone ciertas condiciones para la aprobación de estos registros, como por ejemplo el Certificado de Confianza de la empresa que realiza la voladura, expedido por el Ministerio del Interior, y el Certificado de Antecedentes Judiciales del barrenista; también impone sus protocolos y, eventualmente, otras exigencias para llevar a cabo el procedimiento de voladura.

#### 3.5.2.4. Trituración de piedra

La trituración de piedra es el proceso que se debe realizar para llevar el material rocoso extraído de la cantera a las exigencias granulométricas que deberá cumplir en la obra a la que se destine.

El proceso se realiza mediante equipos que, utilizando medios mecánicos, trituran los grandes trozos de piedra extraídos, uniformizan su tamaño y los hacen aptos para su utilización en obra. Las etapas que lo componen son, usualmente, las siguientes:

- Trituración primaria: alimentada por los trozos de piedra resultantes de la extracción, que luego se seleccionan mediante criba o zaranda de manera que su tamaño sea admisible para el equipo de trituración; su tamaño objetivo se encuentra en el entorno de 150 mm
- Trituración secundaria: alimentada por el triturador primario, su tamaño objetivo se encuentra en el entorno de 75 mm
- Trituración terciaria: esta etapa puede o no estar presente y su objetivo es refinar aún más el material triturado
- Clasificación en cribas o zarandas: que se realizan previa y posteriormente a cada fase de trituración
- Lavado de áridos: se realiza posteriormente el lavado de los áridos procesados, de manera de eliminar el material fino que haya quedado incorporado y que puede ser problemático a la hora del uso del árido en la obra

En cuanto a los equipos más usuales en Uruguay, para la trituración primaria se suelen usar trituradores de mandíbulas mientras que, para la trituración secundaria, se utilizan trituradores de cono.

Los trituradores de mandíbulas desmenuzan el material entre dos mandíbulas de trituración, una fija y la otra móvil, ejerciendo presión sobre el material (ver Figura 3-20). Ambas mandíbulas están revestidas con blindajes de perfil dentado. Los trituradores de cono (también llamados trituradores giratorios), en cambio, desmenuzan el material entre un anillo de trituración estacionario, cónico, y otro que realiza un movimiento de rotación alrededor de un eje vertical dispuesto excéntricamente al cono estacionario (ver Figura 3-21). Al igual que en el triturador de mandíbulas la trituración se realiza por presión (aunque también parcialmente por flexión) (Duda, 1977).

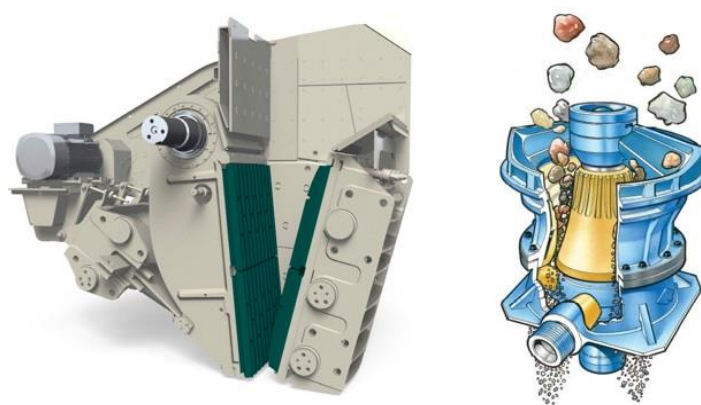


Figura 3-20. Trituradora de mandíbulas (izq.) y trituradora de cono (der.) (extraído de <https://www.aulacarreteras.com/planta-de-aridos/>).

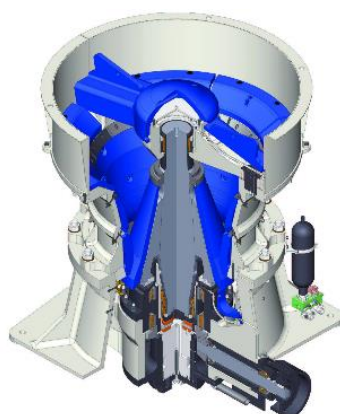


Figura 3-21. Trituradora de cono (extraído de <https://www.terex.com/mps/en-in/products/static/static-cone-crusher>).

En cuanto al cribado, se realiza mediante el uso de zarandas vibratorias (ver Figura 3-22) que seleccionan el material de manera de rechazar los trozos más grandes, que pueden ser recirculados hacia las etapas anteriores de trituración.



Figura 3-22. Zaranda vibratoria (extraído de <https://www.terex.com/finlay/es/product/inclined-screens/694>).

Finalmente, el lavado se puede realizar mediante aspersores, regadores, entre otros.

#### 3.5.2.5. Tránsito generado

Las operaciones que involucra la explotación minera tendrán, como consecuencia directa, la generación de un volumen de tránsito asociado a ellas. Esto no se limita únicamente al transporte del material extraído de la cantera, sino a todos los elementos que componen las tareas. Entre ellos se encuentran las siguientes:

- Implantación y desmonte de campamentos e instalaciones, que implican el transporte de contenedores, baños, elementos de oficinas, tanques, entre otros
- Movilización de maquinaria, generalmente sobre camiones con chatas que los transportan por carretera -las distancias largas desgastan a los equipos sobre ruedas, y es imposible recorrerlas, tanto para los equipos sobre orugas como para los generadores- (ver Figura 3-23)
- Movilización de personas, que puede incluir autos particulares así como ómnibus que transporten personal de obra y operarios.
- Transporte del material extraído de la cantera, generalmente en camiones volcadores
- Transporte de suministros como, por ejemplo, camiones cisterna con agua potable, combustibles, servicios de gestión de residuos sólidos, de desagote de depósitos sanitarios fijos (pozos negros) y de mantenimiento de baños químicos
- Transporte de explosivos, que deberá cumplir con lo dispuesto por el Decreto 560/003

Dentro de los impactos generados por un aumento de tránsito (sobre todo de camiones), se encuentran las emisiones generadas, el deterioro de la infraestructura

y la disminución de su capacidad de circulación. En cuanto al tipo de emisiones generadas, las mismas son principalmente sonoras y atmosféricas.



Figura 3-23. Camión con chata transportando pavimentadora de asfalto (extraído de FHWA, 2006).

Una característica a tener en cuenta es la movilidad de las fuentes, ya que los vehículos constituyen generalmente fuentes móviles y realizan sus emisiones principalmente fuera de la cantera. Existen casos, como el de un camino con densidad importante de tránsito, donde los vehículos no suelen considerarse como fuentes móviles y pasan a contribuir al flujo vehicular considerado para estimar las emisiones del camino, el cual se representa más ajustadamente como un emisor fijo y de tipo lineal.

#### 3.5.2.6. Gestión de efluentes

En todo emprendimiento que involucre movimiento de suelos y operación de maquinaria cobra gran importancia la correcta gestión de los efluentes. En este caso, se generarán distintos tipos de efluentes de acuerdo a las distintas actividades que forman parte de la operación de la cantera.

En ese sentido, se generarán tres tipos de efluentes de acuerdo a las siguientes actividades:

- Movimientos de suelos que causan cambios en topografía
- Lavado de áridos
- Mantenimiento de maquinaria y equipos

Por un lado, los movimientos de suelos que causan cambios locales en la topografía podrán alterar los regímenes de escurrimiento pluvial. Esto acarrea como consecuencia el estancamiento de agua (proclive a causar procesos eutróficos) o la erosión por cambios de pendiente, esto último pudiendo generar efluentes con alta carga de sólidos suspendidos cuyo destino final serían los cursos de agua.



Por otro lado, es frecuente el lavado de áridos con el objetivo de acondicionarlos para su uso (generalmente como agregados gruesos) en producciones de hormigón, carpeta asfáltica, drenes, etc. Esta actividad realizada en cercanías de cursos de agua o puntos bajos generará el arrastre del material fino extraído del árido lavado afectando a la carga de sólidos del curso receptor.

Finalmente, el mantenimiento de la maquinaria y equipos incluye generalmente el lavado de los mismos, así como los cambios de aceite y la carga de combustible. El lavado en sí mismo es una actividad cuyo efluente podrá contener restos de aceites y combustibles que se desprendan de las superficies que se quiere lavar. A su vez, el cambio de aceite y la carga de combustibles son actividades que frecuentemente originan derrames, por lo que los efluentes de estas tres actividades contendrán hidrocarburos y otras sustancias contaminantes para el suelo y cuerpos de agua.

#### 3.5.2.7. Recuperación ambiental

En el caso de una explotación minera, el medio receptor del conjunto de impactos ambientales generados por la operación es la cantera y sus inmediaciones afectadas. Una vez cesada la fase operativa, se debe proceder al cierre de la cantera o “fase de abandono”.

La fase de abandono constituye una parte importante del proyecto de explotación minera, contemplada necesariamente en los procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental, y a su vez exigida por parte de las autoridades al momento de expedir autorizaciones ambientales de implantación y explotación (en particular, la Autorización Ambiental Previa y la Autorización Ambiental de Operación). Usualmente, la fase de abandono se centra en dos elementos bien definidos: el desmantelamiento de las instalaciones y la recuperación ambiental.

En ese sentido, la recuperación ambiental refiere a todas las actividades destinadas a devolver al medio receptor a un estado ambientalmente aceptable, es decir, similar al preoperacional.

#### 3.5.3. Aspectos ambientales de la producción de áridos

Dentro de las actividades de explotación minera se pueden identificar múltiples aspectos ambientales que deben ser considerados para su adecuada gestión ambiental.

La norma UNIT-ISO 14.004:2016 – *Sistemas de gestión ambiental: Directrices generales para su implementación* define “Aspecto Ambiental” como “*elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que interactúa o puede interactuar con el medio ambiente*”. Además, plantea que los aspectos ambientales pueden causar impactos ambientales significativos, y que en ese caso, pasarían a ser “*aspectos ambientales significativos*”. La determinación de los aspectos ambientales

significativos está usualmente a cargo de la organización, en este caso el explotador de la cantera, y será quien proponga los criterios a utilizar para dicha tarea.

A continuación, se pretende enlistar en la Tabla 3-6 los principales aspectos ambientales a considerar, junto con sus actividades asociadas.

**Tabla 3-6. Principales aspectos ambientales junto a sus actividades asociadas en la producción de áridos.**

<b>Aspecto ambiental</b>	<b>Actividades asociadas</b>
Generación de residuos sólidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Extracción de material</li> <li>• Operación de campamentos e instalaciones con personal</li> <li>• Mantenimiento de maquinaria</li> </ul>
Generación de efluentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilización de instalaciones sanitarias (baños, comedores, etc.)</li> <li>• Lavado de piedra</li> <li>• Lavado de maquinaria y equipos</li> <li>• Gestión de aguas pluviales</li> </ul>
Emisiones sonoras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operación de maquinaria</li> <li>• Extracción de material</li> <li>• Utilización de explosivos</li> <li>• Trituración de piedra</li> <li>• Transporte de materiales y personal</li> </ul>
Vibraciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operación de maquinaria</li> <li>• Extracción de material</li> <li>• Utilización de explosivos</li> <li>• Trituración de piedra</li> </ul>
Afectación al régimen de escurrimiento de aguas pluviales (por modificación de la topografía)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explotación de cantera</li> <li>• Construcción de caminería interna</li> </ul>
Afectación a la calidad de agua (por aumento de la carga de finos)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explotación de cantera</li> <li>• Lavado de piedra</li> </ul>
Emisión de material particulado al aire	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operación de maquinaria</li> <li>• Transporte de materiales y personal</li> </ul>



Aspecto ambiental	Actividades asociadas
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Extracción de material</li><li>• Utilización de explosivos</li><li>• Trituración de piedra</li><li>• Tamizado y transporte de material extraído</li></ul>
Afectación al suelo	<ul style="list-style-type: none"><li>• Destape del terreno</li><li>• Compactación para generación de plataformas</li><li>• Mantenimiento de maquinaria sobre terreno natural</li><li>• Construcción de caminería interna</li></ul>
Contaminación visual	<ul style="list-style-type: none"><li>• Destape del terreno</li><li>• Operación de maquinaria</li><li>• Transporte de materiales y personal</li><li>• Utilización de explosivos</li><li>• Construcción de caminería interna</li></ul>

Debido a los posibles impactos ambientales que estas actividades puedan generar (en mayor o menor medida), es que adquiere relevancia la gestión ambiental. A efectos del presente trabajo, no se desarrollarán todos los aspectos ambientales identificados, pero sí se abordarán los temas más relevantes y los que caracterizan a la actividad. Así, los puntos que se han seleccionado para abordar son los siguientes:

- Gestión de residuos sólidos (éstos ya fueron abordados en el acápite 3.3)
- Gestión de emisiones sonoras
- Gestión de vibraciones
- Gestión de emisiones a la atmósfera
- Gestión de aguas pluviales y de lavado
- Recuperación ambiental

### 3.5.4. Emisiones sonoras

#### 3.5.4.1. Introducción

En general, las actividades de explotación de canteras presentan la característica de generar emisiones sonoras al ambiente. Su afectación estará determinada por la

población que se requiera evaluar (humana o animal) y su sensibilidad y, finalmente, la normativa aplicable indicará su admisibilidad desde el punto de vista legal.

Para ello es importante diferenciar “emisión” con “inmisión”. En términos generales la emisión es la liberación de sustancias, materia o energía, mientras que la inmisión es la cuantificación de la presencia de dicha sustancia, materia o energía en un lugar o receptor dado. A efectos de analizar los impactos ambientales de una actividad, usualmente la sustancia, materia o energía de la que se trata es un contaminante.

Las actividades de explotación de canteras, por sus características intrínsecas, van necesariamente a emitir ruido aunque, no obstante, la gestión adecuada tendrá como objetivo minimizar las emisiones, o bien mitigar sus efectos. Esta característica emisora de la explotación es consecuencia de las etapas que componen a ésta (arranque, carga, transporte y, en menor medida, tendido y compactado; eventualmente, también puede haber trituración de áridos).

De estas etapas, necesariamente se deben dar las primeras tres dentro de la cantera. Para extracción de material macizo, la etapa de arranque es la que genera mayores emisiones, debido a la energía que se debe emplear para lograr la separación del material del yacimiento. Los procedimientos más utilizados para dicha tarea son los siguientes:

- Extracción mediante maquinaria vial (preferentemente retroexcavadora), por lo general en material fracturado o degradado
- Utilización de martillo hidráulico (generalmente como accesorio de retroexcavadora)
- Utilización de explosivos

Las tareas de carga y transporte usualmente se realizan con maquinaria vial y camiones respectivamente. El incremento en los niveles de emisión dependerá en gran medida de la cantidad de equipos que se utilicen simultáneamente, así como de las horas de funcionamiento diario de cada uno de ellos. La diferencia fundamental entre ambas tareas a estos efectos, es que los vehículos que transportarán el material lo harán principalmente hacia afuera de la cantera, por lo que se generará un tránsito inducido constituido por fuentes móviles que pueden “acercar” sus emisiones a los posibles receptores, ampliando así el alcance espacial del impacto acústico de la explotación.

Otra fuente de importancia a considerar es la trituración de la piedra. Para realizarla, se disponen de máquinas trituradoras que, aplicando energía mecánica, adaptan el material extraído a la granulometría objetivo para su utilización en la obra. Suelen ser equipos robustos y ruidosos, debido a sus propios mecanismos de funcionamiento.

### 3.5.4.2. Normativa aplicable

#### **NORMATIVA NACIONAL**

A nivel nacional, se cuenta con una ley marco, Ley 17.852 (Ley de Prevención, Vigilancia y Corrección de la Contaminación Acústica), cuyo objeto es *“la prevención, vigilancia y corrección de las situaciones de contaminación acústica, con el fin de asegurar la debida protección a la población, otros seres vivos, y el ambiente contra la exposición al ruido”*.

Dicha ley atribuye al Poder Ejecutivo una serie de competencias en materia de calidad acústica incluyendo determinar objetivos de calidad, establecer planes nacionales, incentivar la reducción de la contaminación, colaborar con los gobiernos departamentales en el control, aplicar sanciones, entre otros, destacándose dentro de esas competencias la de establecer los estándares de emisión. Es de destacar entonces, que la ley establece el marco normativo, pero no contiene los estándares de emisión correspondientes, por lo que no es aplicable por sí misma. A la fecha, esta Ley no se ha reglamentado aún.

#### **NORMATIVA DEPARTAMENTAL**

Originalmente, lo relacionado con temas de contaminación sonora fue conferido a los gobiernos departamentales en la Ley 9.515 (Ley Orgánica Municipal). A su vez, la Ley 17.852 reafirma que el ejercicio de estas competencias se les atribuye, indicando explícitamente la zonificación y delimitación de áreas de protección acústica, control y monitoreo, otorgar permisos a actividades emisoras y aplicar sanciones.

Por ello, es que cada departamento cuenta con su propia normativa de ruido. En ella se establece la zonificación acústica con sus correspondientes niveles máximos de emisión y/o inmisión, así como lo relacionado a permisos, horarios y sanciones. Como característica a tener en cuenta, no todos los departamentos cuentan con la misma complejidad y exhaustividad en su normativa, también teniendo en cuenta la edad de la normativa y las realidades distintas de cada departamento (densidad de población, de edificación, recursos, etc.).

#### **ESTÁNDARES DE EMISIÓN**

Como se mencionó anteriormente, la ley marco en contaminación sonora (Ley 17.852) no cuenta con niveles objetivo de emisión o inmisión que puedan utilizarse como estándares. Por lo tanto, hasta el año 2013, los únicos límites aplicables eran los incluidos en las normativas departamentales.

No obstante, en el año 2013, el Grupo de Estandarización en Acústica (GESTA Ruido) en el marco de la Comisión Técnica Asesora de Medio Ambiente (COTAMA) elevó una propuesta técnica de reglamentación de la Ley 17.852 cuya instancia de puesta de manifiesto ya fue realizada y, a través de la cual, la Dirección Nacional de Medio

Ambiente elaboró guías y protocolos de medición tanto para fuentes fijas como móviles (González, 2017).

Dicha propuesta incluye, dentro de los estándares de emisión, los niveles objetivo de calidad acústica en exteriores e interiores. A modo ilustrativo se presentan en la Tabla 3-7 (extraída de la Guía de Estándares de Contaminación Acústica elaborada por GESTA Ruido y DINAMA), los objetivos de calidad acústica en exteriores, los cuales son más representativos para la situación de obras viales en zonas rurales.

Vale destacar que, si bien las normativas departamentales son de obligatorio cumplimiento, la propuesta del GESTA Ruido no deja de ser una guía. Sin embargo, DINACEA tiene la posibilidad de exigir su cumplimiento a determinados emprendimientos o actividades en la instancia de expedición de sus autorizaciones ambientales.

Tabla 3-7. Niveles objetivo de calidad acústica en espacios abiertos (extraído de GESTA Ruido, 2014a).

Zonas	L <sub>A,F,eq</sub> (dBA)			
	Inmisión (incluye ruido de tránsito)		Inmisión (sin considerar ruido de tránsito)	
	Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno
Áreas rurales, áreas protegidas	50	45	45	40
Áreas urbanas silenciosas, áreas de protección sonora	60	50	55	45
Áreas levemente ruidosas, predominantemente residencial	65	55	60	50
Áreas poco ruidosas. Uso mixto, residencial y comercial	70	60	65	55
Áreas ruidosas, predominantemente industrias y comercios de gran porte	75	65	70	60
Áreas del territorio afectadas por sistemas generales de infraestructuras de transporte <sup>2</sup>	-	-	-	-

<sup>2</sup> Incluyen los espacios de dominio público en los que se ubican los sistemas generales de las infraestructuras de transporte viario, ferroviario, marítimo y aéreo. En estos sectores del territorio se adoptarán las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica, en particular mediante la aplicación de las tecnologías de menor incidencia acústica de entre las mejores técnicas disponibles.

### 3.5.4.3. Planes de monitoreo

El monitoreo adecuado de las variables ambientales es una parte importante de la gestión ambiental que sirve, entre otros, como diagnóstico o indicador del funcionamiento de la gestión. Otra finalidad del monitoreo es la verificación de que la predicción o proyección realizada en los estudios previos al comienzo de la actividad fue realizada adecuadamente.

Como toda tarea de monitoreo, la medición de ruido es una tarea que debe realizarse de manera objetiva y, por lo tanto, utilizando procedimientos claros y establecidos de antemano. Si bien las normas ISO 1996 “*Acoustics – Description, measurement and assessment of environmental noise*” contienen indicaciones sobre procedimientos de medición y correcciones de niveles para la evaluación de la molestia, en Uruguay es de aplicación el protocolo contenido en la Propuesta de Protocolo de Medición de Niveles de Presión Sonora en Inmisión elaborada por GESTA Ruido y DINAMA.

El protocolo mencionado, contiene determinadas condiciones que deben tenerse en cuenta tanto al momento de realizar la medición como para la planificación. Entre ellos se incluyen los siguientes:

- Instrumento de medición, que deberá ser sonómetro con ciertas especificaciones, con calibración periódica y accesorios como trípode y pantalla antiviento, que deberán cumplir ciertas condiciones
- Ubicación y altura de los puntos de medición
- Condiciones de funcionamiento de la fuente al momento de la medición
- Escalas de ponderación en las que se expresan los resultados
- Condiciones meteorológicas
- Duración de las mediciones
- Valoración del ruido de fondo
- Limitaciones del protocolo

Además, para el caso de obras viales el MAV impone ciertas exigencias a los monitoreos a realizar independientemente de las que pueda realizar la autoridad ambiental nacional (DINACEA). Sumado a esto, los Constructores deben proponer sus planes de monitoreo en los Planes de Gestión Ambiental de la obra, si es que se identifica al ruido como aspecto ambiental significativo. Dicho plan deberá incluir las variables de monitoreo, forma y frecuencia del monitoreo, puntos de medición y metodología de análisis de resultados.

Entre las condiciones que impone el MAV en materia de medición de ruido, se incluye poner a disposición de la Dirección de Obra un sonómetro (integrador con escalas de ponderación A y C, y precisión mínima de Clase 2 de acuerdo a la norma IEC 61672), así como prever la ubicación de las instalaciones de manera de evitar la molestia o, en su defecto, prever las medidas de mitigación. En cuanto al protocolo de medición, el Manual incluye el protocolo establecido por GESTA Ruido y DINAMA por lo que el mismo se debería cumplir “por defecto”.

En caso de que el Constructor realice un monitoreo, el Manual establece que, en caso de corresponder, el informe deberá incluir medidas correctivas.

#### 3.5.4.4. Métodos predictivos de inmisión

### **METODOLOGÍAS APLICABLES**

Si bien es cierto que un plan de monitoreo correctamente implementado podrá dar un diagnóstico del impacto sonoro que una actividad podrá generar en los receptores, es usual que deban realizarse estimaciones en instancias previas a la implantación (por ejemplo, en instancias de diseño del proyecto o de evaluación de impacto ambiental). Para ello, existen numerosas metodologías, generales o específicas, para el cálculo predictivo de los niveles de presión sonora a generar en los lugares de inmisión.

El siguiente listado no pretende ser exhaustivo, pero sí orientativo sobre las distintas posibilidades de predicción de niveles de presión sonora:

- Métodos de cálculo generales: corresponden a modelos que se aplican a una gran variedad de actividades y por ende poseen una gran cantidad de variables, por lo que son más complejos de implementar o tienen menor precisión.
- Métodos de cálculo particulares: corresponden a modelos que se aplican específicamente a determinado grupo de actividades o aspectos de una actividad, y cuyas variables son específicas de la actividad, por lo que son más concretamente aplicables al caso específico.
- Modelos computacionales: software desarrollado a partir de los métodos mencionados anteriormente y que, por la capacidad de computación, pueden aplicar estos modelos con mayor facilidad o en situaciones más complejas.

La normativa europea, la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, propone la utilización de la metodología de cálculo de la norma ISO 9613-2 (Acoustics – Attenuation of sound during propagation outdoors: General method of calculation) para ruido industrial, en caso de no contar con normativas nacionales o para los Estados “*que quieran cambiar a otro método de cálculo*”. De esto último, puede entenderse que, de no contar con métodos de cálculo particulares o de normativa nacional significativamente exhaustiva, el método de cálculo “por defecto” es el que propone la norma ISO 9613-2.

Se destaca además, de acuerdo a lo que expresa la Directiva, que es el método recomendado para todas las fuentes de ruido que componen a la explotación salvo para el tránsito, remitiéndose al método referido en la normativa francesa “*Guide des bruits des transports terrestres, fascicule prévision des niveaux sonores*” del año 1980.

### Método ISO 9613-2

El método ISO 9613-2 propone predecir niveles ambientales de presión sonora asociados con una fuente, a partir de datos de la fuente (mediciones o potencia acústica) y calculando la propagación de la misma teniendo en cuenta la directividad y distintos factores de atenuación.

La ecuación general del método propuesto corresponde a la Ecuación 3.2.

$$L_{fT} = L_W + D_C - A \quad (3.2)$$

Donde:

- $L_{fT}$  es el nivel de presión sonora en el receptor para la banda de octava de frecuencia  $f$
- $L_W$  es la potencia acústica para dicha banda de octava
- $D_C$  es la corrección por la directividad de la fuente
- $A$  es la atenuación para la banda de octava correspondiente y que depende de varios factores a determinar

El cálculo de la atenuación se realiza mediante la suma de factores de atenuación que dependen de las siguientes variables: la divergencia geométrica de la fuente, la absorción atmosférica, efectos del terreno, presencia de barreras, presencia de vegetación y presencia de emplazamientos industriales.

Dicho método posee varias limitaciones, en las cuales no se profundizará por exceder el alcance de este trabajo. No obstante, para el cálculo predictivo de niveles de presión sonora generados por fuentes puntuales y sin grandes desniveles entre el emisor y el receptor, el método resulta suficientemente exhaustivo pudiendo aplicarse en estos casos. Por ejemplo, para predecir ruido de maquinaria de construcción que opera en un lugar específico y para la que se cuenta con niveles de referencia en la bibliografía, el método resulta útil para realizar una estimación.

### Modelos específicos

Como se mencionó anteriormente, existen circunstancias para las cuales se cuenta con métodos de cálculo más específicos que los métodos más generales. Estos métodos usualmente utilizan variables más específicas y relacionadas con la actividad a la que se quiere evaluar, por lo que es esperable que los resultados sean más fidedignos si es que estos métodos cuentan con una precisión adecuada.

Entre estos métodos específicos, y a efectos de este trabajo, se mencionarán algunos, particularmente para los siguientes casos:

- Ruido generado por tránsito carretero
- Ruido generado por voladuras

También existen modelos computacionales, que se realizan a partir de estos métodos, tanto los generales como los específicos de una actividad o aspecto. Los modelos computacionales se benefician de la aplicación de determinados métodos numéricos de resolución que, sumado a la capacidad computacional actual, resuelven situaciones más complejas en menor cantidad de tiempo y con menor error asociado a las operaciones matemáticas.

## **CARACTERIZACIÓN DE LAS FUENTES**

A continuación se analizarán las características de las fuentes de emisiones sonoras presentes en las actividades de explotación de canteras.



Las fuentes más significativas que se van a analizar son las siguientes:

- Explosivos
- Maquinaria
- Vehículos
- Equipos trituradores de áridos

En cuanto a las características de las fuentes, las que se considerarán son las siguientes:

- Niveles de potencia acústica o nivel de referencia a determinada distancia de la fuente, que depende del funcionamiento o mecanismo de la fuente y qué tan propenso sea éste a emitir ruido
- Nivel de actividad, refiriéndose a cuándo y durante cuánto tiempo se generarán emisiones, y con qué intensidad
- Divergencia geométrica, la cual queda determinada por la geometría de la fuente y la direccionalidad de las emisiones (fuente puntual, lineal, etc.)
- Movilidad de las fuentes

En la operación de una cantera, la divergencia geométrica de las emisiones dependerá fundamentalmente de la distribución espacial de las fuentes y de la distancia a los receptores de interés. Esto es debido a que generalmente el conjunto de emisiones de este tipo de emprendimientos está dado por la composición de varias fuentes puntuales que, entre algunas de ellas, pueden ser incluso iguales (por ejemplo, si se trabaja con dos o tres equipos iguales simultáneamente).

En ese sentido, se define como *fente puntual* a la fuente cuyas dimensiones son despreciables frente a la magnitud de la distancia de propagación analizada, es decir, de la distancia a los receptores que se desea evaluar. En el caso de que la emisión se distribuya isotrópicamente, su propagación tendrá lugar según esferas de radio progresivamente mayor con la distancia distribuyendo la energía homogéneamente en superficies esféricas concéntricas. En el caso que la emisión no fuera homogénea en todas las direcciones, la energía se distribuirá de manera distinta debiendo tenerse en cuenta factores de directividad que priorizarán la propagación únicamente en determinadas direcciones (resultando en propagaciones por superficies de geometrías distintas a la esférica).

Una *fente lineal* es la que, por su geometría lineal y su longitud suficiente como para considerarse como infinita frente a la magnitud de la distancia de propagación analizada, admite asumir que su propagación tiene lugar a través de la superficie de cilindros coaxiales. Se debe tener en cuenta que una fuente lineal puede ser también un conjunto de fuentes puntuales y no un único elemento emisor (por ejemplo, los vehículos que circulan por una carretera de alto tránsito emiten a lo largo de la misma, convirtiendo a ésta en una fuente lineal que se compone de múltiples fuentes puntuales).

Otro posible caso, es que el porte de la cantera sea tal que los emisores se distribuyan en una superficie que no puede ser despreciada frente a la distancia al receptor. En ese caso, el análisis podrá resultar de mayor complejidad debiendo considerar al emprendimiento como una fuente de área.

### Voladuras

Las voladuras como tales se consideran entre las fuentes sonoras más significativas en la explotación de una cantera, desde el punto de vista de los niveles de presión sonora que generan en su entorno cercano. Sin embargo, es una actividad que usualmente se realiza en forma esporádica, en horarios no laborales y de la cual se suele informar con anterioridad a los posibles receptores.

Para la estimación de las emisiones acústicas, existen leyes de propagación de la onda aérea generada por la voladura que, de acuerdo al IGME (1987), se ajusta a la Ecuación 3.3.

$$SP = K \times \left( \frac{D}{Q^{\frac{1}{3}}} \right)^{-n} \quad (3.3)$$

Donde:

- $SP$  es la sobrepresión en el aire (kPa)
- $D$  es la distancia desde la voladura al punto de registro (m)
- $Q$  es la carga de explosivos (kg)
- $K$  y  $n$  son coeficientes adimensionales que dependen del terreno y deben determinarse mediante estudios del lugar

Según la normativa australiana AS2187.2 – *Explosives: Storage and Use*, el valor de  $K$  se encuentra en el rango de 10 a 100, mientras que el valor de  $n$  habitualmente adoptado es de -1,45.

En la Figura 3-24 se presenta un ábaco, a través del cual se puede estimar la sobrepresión a una determinada distancia obtenida a partir del parámetro *distancia reducida*, calculable en función de la carga de explosivo en el barreno (IGME, 1987).

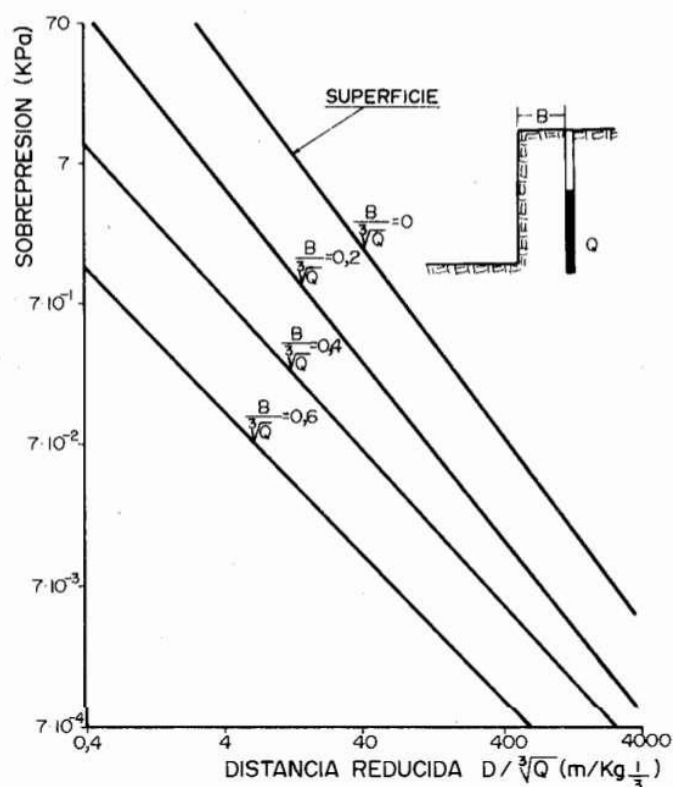


Figura 3-24. Sobrepresión estimada para voladuras en función de la distancia reducida (extraído de IGME, 1987).

Una vez obtenida la sobrepresión  $SP$  se podrá realizar el cálculo directo del nivel de presión sonora de acuerdo a su definición, según la Ecuación 3.4.

$$SPL = 10 \log \left( \frac{SP}{P_0} \right)^2 \quad (3.4)$$

Donde:

- $SPL$  es el nivel de presión sonora (dB)
- $SP$  es la sobrepresión (Pa)
- $P_0$  es la presión de referencia para el cálculo del nivel, igual a  $20 \times 10^{-6}$  Pa

Por otra parte, si se tiene en cuenta las dimensiones usuales de los frentes de voladura y las distancias a las cuales suele ser de interés evaluar la inmisión (por ejemplo, el MAV prohíbe la implantación y explotación de canteras a distancias menores a 1000 m de viviendas), no es correcto suponer una propagación semejante a la de una fuente puntual ya que, de acuerdo a la ley de propagación presentada la Ecuación 3.3, la distancia se encuentra elevada a coeficientes similares a 1,5 y no al cuadrado. En cuanto a la homogeneidad, debido a la diferencia de órdenes de magnitud mencionada entre las distancias de evaluación y las dimensiones de la malla, no se incurriría en errores al suponer que la fuente es isótropa a menos que se

cuenten con singularidades como: desniveles importantes, barreras acústicas, vegetación de gran porte, efectos del viento, etc.

### Trituración de piedra

En cuanto a la trituración de piedra, al ser un proceso mecánico y utilizar equipos con motores de combustión interna, la generación de emisiones sonoras es inevitable. Como en cualquier proceso industrial, es lógico que, las emisiones resultantes sean mayores para niveles de actividad mayores con similares tecnologías, o también para plantas de trituración de mayor porte.

Esta actividad, junto con las voladuras, son críticas a la hora de la planificación desde el punto de vista sonoro, ya que son actividades proclives a generar molestia (por la naturaleza de sus procesos).

A diferencia de otras actividades, la divergencia geométrica de la propagación de las emisiones no es necesariamente similar para todos los casos. Al ser un proceso de varias etapas, dependerá en todo caso de la distribución espacial de los equipos involucrados. No obstante, sí puede considerarse a cada etapa individual como una fuente puntual (debido a las dimensiones del equipo en comparación con las distancias de propagación, que deberían ser de por lo menos 1000 m a viviendas), pero no al conjunto de las mismas.

Existen niveles de referencia en distintas normativas, como la British Standard BS 5228-1:2009, aunque también pueden encontrarse distintas mediciones en monitoreos o estudios en diferentes canteras.

La norma British Standard BS 5228-1:2009, toma niveles de referencia a 10 m para 2 equipos móviles para trituración de escombros y 2 semimóviles para la trituración de piedra. Dichos niveles se corresponden a 82, 84, 90 y 96 dBA correspondiendo los últimos dos a los equipos trituradores de piedra. A partir de estos niveles, podría estimarse la inmisión sonora aplicando métodos, según corresponda, como los de la norma ISO 9613-2 o partir de la divergencia geométrica que se adopte para el cálculo.

### Operación de maquinaria

En cuanto a los equipos de construcción, que generalmente son maquinaria vial (retroexcavadoras, palas, etc.), éstos generan emisiones inevitablemente debido a su forma de operar, ya que está implicado no solo el movimiento de sus piezas y la rodadura, sino también el funcionamiento de sendos motores de combustión interna.

Existen diversos equipos con distintos funcionamientos; no obstante, por sus dimensiones (de órdenes de magnitud menor a las distancias a las que se evalúa la inmisión, ya que los receptores permanentes más cercanos deben estar a más de 1000 m de la instalación), es lógico considerarlas como fuentes puntuales.

Además, existen niveles de referencia tabulados en distintas normas de diferentes países. Por su parte, la Federal Highway Administration (FHWA) de los Estados Unidos contiene en su bibliografía niveles de referencia para distintas máquinas de construcción y además dispone de un modelo propio denominado *Roadway Construction Noise Model* (FHWA, 2006b). En la Tabla 3-8 se presentan algunos de los niveles de referencia considerados, tanto para el modelo como para la bibliografía del FHWA acerca del ruido generado por la construcción de caminos.

**Tabla 3-8. Niveles de referencia resultados de mediciones y adoptados por el *Roadway Construction Noise Model* (extraído de FHWA, 2016).**

Equipo	Nivel máximo a 15 m (dBA)
Voladura	95
Compactadora	80
Bulldozer	85
Perforadora	84
Camión volcador	84
Retroexcavadora	85
Generador	82
Motoniveladora	85
Martillo para perforación de roca	85

En cuanto a la estimación en términos de la inmisión sonora, estos niveles pueden utilizarse como entrada al método de la norma ISO 9613-2 o, como aproximación primaria, aplicar la divergencia esférica ya que se trata de fuentes consideradas como puntuales. En caso de analizar más de una fuente en simultáneo, será necesaria la suma logarítmica de dichos niveles de acuerdo a la Ecuación 3.5.

$$SPL_{total} = 10 \log \sum_{i=1}^k \left( 10^{\frac{SPL_i}{10}} \right) \quad (3.5)$$

Donde:

- $SPL_{total}$  es el nivel de presión sonora resultante de la suma (dB)
- $SPL_i$  es el nivel de presión sonora considerando únicamente la fuente  $i$  (dB)
- $k$  es el número total de fuentes a considerar en la suma

Otro aspecto a considerar, según las *Mineral Planning Guides* del gobierno británico (OPDM, 2000), es la posibilidad de que la molestia no sea generada únicamente por el constante funcionamiento de las máquinas sino por sonidos más esporádicos como, por ejemplo, las alarmas de marcha atrás, ya que éstas pueden elevar el nivel de ruido a más de 5 dB en algunas situaciones. Las tendencias actuales en el ámbito internacional sustituyen a las alarmas de marcha atrás tradicionales (tonales) por alarmas de ruido blanco (en Australia el mismo gobierno es el que lo alienta), debido a que, entre otras ventajas, reducen la molestia, ya que se mezcla más fácilmente con el ruido de fondo a mayores distancias (González et al., 2021).

### Tránsito generado

El tránsito generado es una fuente distinta a las restantes, en el sentido de que sus emisores son móviles y realizan sus emisiones generalmente fuera del lugar de explotación.

La medida en que se genera un aumento significativo en los niveles de inmisión sonora debido a esta actividad, dependerá fundamentalmente de tres factores:

- Línea de base, que dependerá del volumen de tránsito de la infraestructura existente
- Volumen de tránsito generado, clasificado por tipos de vehículos
- Estado de conservación de los vehículos del tránsito generado
- Características del camino (tipo de pavimento, estado de conservación, etc.)

Si bien es cierto que, en la situación de canteras de obra pública, el Comitente (institución pública) puede exigir al Contratista (empresa privada explotadora) que su flota de camiones tenga un mínimo estado de conservación, también es cierto que, para obras privadas, casos con subcontratos o adquisición de áridos mediante barracas, el contralor de los estados de los camiones se hace más dificultoso. No obstante, la Dirección Nacional de Transporte (DNT) del MTOP tiene la potestad de permitir o no, la circulación de determinados vehículos de carga.

Para la predicción de niveles de presión sonora de tránsito carretero, es de uso común en Uruguay el modelo francés, extraído de la *Guide du bruit des transports terrestres* (1980). El modelo consiste en el cálculo del nivel de inmisión en función de la distancia de la vía de tránsito al receptor y de características del tránsito, tal y como se presenta en la Ecuación 3.6. Si bien existen versiones más recientes de este método, en Uruguay la versión citada es la utilizada debido a su simplicidad.

$$L_{eq} = 20 + 10 \log(Q_{VL} + E \times Q_{VP}) + 20 \log(v) - 12 \log\left(d + \frac{I_C}{3}\right) + 10 \log\left(\frac{\theta}{180}\right) \quad (3.6)$$

Donde:

- $L_{eq}$  es el nivel sonoro continuo equivalente, refiriéndose al nivel resultante del promedio energético de todas las fuentes en un tiempo considerado (dBA)
- $Q_{VL}$  y  $Q_{VP}$  es el número de vehículos ligeros y pesados respectivamente, por hora
- $E$  es un factor de corrección por equivalencia acústica entre vehículos ligeros y pesados, cuyo valor usualmente adoptado es 7
- $v$  es la velocidad directriz del tránsito (km/h)
- $d$  es la distancia al borde de la calzada (m)
- $I_C$  es el ancho de la calzada (m)
- $\theta$  es el ángulo de visión (grados)

En una instancia de planificación, en la cual se intentará predecir los niveles a generar en determinados receptores, la Ecuación 3.6 resulta una buena estimación. Para la obtención de los datos necesarios en gabinete, se pueden realizar las siguientes suposiciones:

- La distancia se puede hallar mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG)
- La velocidad de circulación puede estimarse en la velocidad máxima de circulación permitida en la vía
- El volumen de tránsito de base se puede estimar de acuerdo a la información disponible en la DNV, que cuenta con valores de Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) de casi toda la red nacional. Con este dato, existen recomendaciones para estimar el tránsito de hora pico (por ejemplo, el *Highway Capacity Manual*, 2000, establece que un 10 % del TPDA circula en hora pico para determinadas carreteras).
- El volumen de tránsito generado se obtendrá de la planificación de la explotación minera.

En una instancia de monitoreo, es necesario contrastar las hipótesis asumidas con la realidad. Esto no quiere decir que sea necesario conocer con detalle si las hipótesis fueron bien o mal asumidas individualmente, sino que a base de mediciones se verá si la aplicación del modelo fue eficaz. En el caso de los tránsitos, para la comparación de mediciones de línea de base con monitoreo sí será necesario acompañar estas mediciones con conteos de tránsito ya que los mismos pueden variar y sesgar el análisis.

#### 3.5.4.5. Medidas de mitigación

Las medidas de mitigación son aquellas cuyo objetivo es reducir el efecto de un impacto considerado negativo. En el caso de molestia por ruido, las medidas de mitigación no son genéricas y dependerán de la naturaleza de la fuente, así como de la sensibilidad del receptor.



Para reducir el impacto de emisiones acústicas se deberá emplear lo que se conoce como control de ruido. Éste refiere a un conjunto de métodos, técnicas y tecnologías que permiten obtener niveles de ruido aceptables, sin implicar necesariamente la reducción de las emisiones pero sí de la inmisión (González, 2017).

La implementación de estas medidas resulta de la predicción y monitoreo de niveles de inmisión sonora, pero la elección del tipo de medida a adoptar podrá también obedecer a criterios económicos. En ese sentido, se puede realizar una primera clasificación de las medidas de mitigación posibles:

- Medidas duras: son aquellas que implican la construcción de estructuras
- Medidas blandas: no implican estructuras específicamente diseñadas y construidas, sino que constituyen construcciones u obstáculos “naturales”
- Medidas operativas: son aquellas que modificando aspectos operativos, puedan contribuir a la mitigación del impacto

En el caso de control de ruido, las medidas duras constituirán básicamente la construcción de pantallas acústicas. Estas corresponden básicamente a barreras diseñadas específicamente con el objetivo de mitigar el impacto sonoro hacia el otro lado de la misma. Los materiales de las pantallas acústicas son variables en función del proyectista y de parámetros como la disponibilidad y el costo, pudiendo ser de los siguientes:

- Madera
- Hormigón
- Acrílicos transparentes
- Metal
- Compuestas por más de un material

Desde el punto de vista económico, esta solución no será rentable en la mayoría de los casos quedando como opción válida para casos con alta criticidad o proyectos de gran envergadura.

En el caso de las medidas blandas, éstas corresponden a construcciones de carácter “natural” diferenciándose de las medidas duras, las cuales necesitan la construcción de una barrera. Estas construcciones blandas comprenden básicamente movimientos de tierra para producir montículos y, por lo tanto, elevaciones topográficas que actúen de barrera. Como ventajas, presentan menor costo y contaminación visual en comparación a las pantallas acústicas, pero necesitan mayor espacio y puede que sea necesario construirlas sobre terreno que se piensa explotar en un futuro, por lo que su desmantelamiento y construcción en otro lugar podría conllevar dificultades operativas aparejadas.

Las dos medidas mencionadas (pantallas y terraplenes) son las más drásticas desde el punto de vista de la mitigación debido a que implican construcciones y, aunque

puedan parecer poco aplicables por ser onerosas, son consideradas en las *Mineral Planning Guides* del gobierno británico (OPDM, 2000).

Por otro lado, las medidas de menor impacto ambiental, debido a que no implican construcción alguna, son las medidas operativas. Esto no significa necesariamente que sean las medidas de menor costo económico, pero es usual que lo sean.

Las medidas operativas pueden abarcar las siguientes:

- Realizar las tareas en horarios no lectivos cuando se esté trabajando cerca de centros educativos, de manera de no interferir en las clases.
- Restringir horarios cuando se esté emplazado cerca de viviendas, limitándose únicamente a horarios laborales (diurno, pudiendo estar regulados en la normativa departamental de ruido en algunos casos).
- Comunicar con la debida anticipación a la comunidad que se prevé realizar voladuras, personalmente y a través de canales de prensa local (radios y periódicos de localidades cercanas). Usualmente es una exigencia incluida en los protocolos del Ministerio de Defensa Nacional (MDN).
- Establecer la debida comunicación con los habitantes o trabajadores de establecimientos próximos, de manera de prevenir la molestia o acordar medidas de compensación (por ejemplo, la donación de material sobrante que el vecino puede utilizar para realizar caminería interna de su predio).
- Restringir el nivel de actividad en caso de que se detecten situaciones de molestia, por ejemplo, acotando superiormente el número de equipos trabajando simultáneamente.

Tal como se mencionó anteriormente, estas medidas presentan la ventaja de que no es necesario realizar construcción alguna reduciendo el posible impacto ambiental (por ejemplo, reduciendo la generación de residuos y la contaminación visual).

Como desventajas, se puede considerar que tomar estas medidas conllevaría contratiempos en los trabajos, así como posibles sobrecostos en mano de obra en caso de necesitar trabajar horas adicionales a la jornada laboral. Además, son medidas que dependen específicamente de la situación y no pueden considerarse genéricamente, como en los casos más críticos donde se requiera adoptar inevitablemente medidas duras.

### 3.5.5. Vibraciones

#### 3.5.5.1. Introducción

Además de como ocurre con las ondas sonoras, la emisión de vibraciones es una consecuencia inherente a la explotación de canteras debido a la naturaleza de las actividades que la componen (sobre todo, al arranque del material). A diferencia de las ondas sonoras, las vibraciones no son generalmente perceptibles por el oído

humano debido a que sus frecuencias dominantes son menores a las audibles (cuyo límite se encuentra en el entorno de los 20 Hz).

Si bien las actividades de compactación también pueden generar vibraciones (especialmente mediante el uso de rodillo liso vibratorio), éstas no son comunes a lo largo de la explotación realizándose únicamente en actividades puntuales como la ejecución de plataformas (de estacionamiento, para colocar contenedores, tanques de combustibles, etc.) o de caminería auxiliar.

Actualmente en Uruguay no existe normativa actualizada respecto del tema, ya sea a nivel nacional como departamental, por lo que se suelen adoptar en los casos de estudio las guías o normativas internacionales. Vale mencionar que el Decreto 16.566 de la Intendencia de Montevideo (actualmente incorporado al Digesto Municipal), que data del año 1974 y refiere únicamente a instalaciones mecánicas industriales, contiene valores máximos admisibles de amplitud de las vibraciones pero éstos están desactualizados.

#### 3.5.5.2. Principales consecuencias

Las principales afectaciones causadas por la emisión de vibraciones dependerán principalmente del contexto, ya que la cercanía con poblaciones o estructuras definirá en qué medida se deberán realizar estudios y/o monitoreos. A efectos de este trabajo se hará hincapié únicamente en las siguientes, considerándolas como las principales afectaciones en actividades de explotación de canteras:

- Daños a estructuras
- Proyecciones de material en voladuras
- Molestia

### DAÑOS A ESTRUCTURAS

Los daños a estructuras constituyen afectaciones que tienen consecuencias principalmente de tipo material; sin embargo, el colapso de una estructura puede tener a su vez consecuencias fatales. Debido a que las estructuras son generalmente estáticas, es decir, tienen una ubicación y ésta no cambia a lo largo de la operación de la cantera, se puede considerar a esta consecuencia como evitable o, en su defecto, predecible mediante estudios previos.

De acuerdo al IGME (1987), los daños sobre una estructura bajo una acción vibratoria externa dependerán de su respuesta dinámica a dicha acción, condicionada por diversos factores como:

- Tipo y característica de las vibraciones: duración, frecuencia, energía transmitida, etc.
- Clase del terreno sobre el que se asienta la estructura

- Características vibratorias del conjunto estructural y no estructural (por ejemplo, de un edificio), y las posibles modificaciones de dicho conjunto (tanto de la estructura como de la acción vibratoria)

A diferencia de lo que ocurre con el ruido, cuya consecuencia más directa es la molestia (aunque también es posible que se generen daños a estructuras en casos poco frecuentes, especialmente a causa de un elevado contenido energético en bajas frecuencias), la frecuencia de las vibraciones tiene una relación directa con el riesgo de producir daños en estructuras. Esto es debido a que en los casos donde las frecuencias dominantes de la acción vibratoria se encuentren próximas o coincidan con la frecuencia natural de las estructuras, se producirán fenómenos de resonancia con efectos amplificadores y, por lo tanto, mayor riesgo de daños.

La frecuencia natural de vibración es aquella que minimiza la reactancia de la estructura, es decir, la oposición de la misma a ser excitada por la acción vibratoria. Desde el punto de vista teórico, corresponde a la frecuencia de oscilación libre de un sistema oscilatorio equivalente. Debido a su relación directa con la reactancia del sistema, la frecuencia natural dependerá tanto de los factores de resistencia mecánica del sistema como del peso de la estructura, los cuales son representados en el oscilador mediante la constante elástica de un resorte y de la masa del oscilador respectivamente (Kinsler, 1995).

El IGME (1987) propone sendas fórmulas para la estimación de la frecuencia natural de distintos tipos de edificios y en función de sus dimensiones, tanto en altura como en planta, considerando como valores típicos las frecuencias comprendidas entre 5 y 15 Hz disminuyendo ésta conforme aumenta la altura de la estructura, mientras que para techos o superestructuras los valores usuales se encuentran entre 12 y 20 Hz.

Por su parte, la norma British Standard BS 5228-2:2009 considera que los daños cosméticos en estructuras comienzan a percibirse para vibraciones del entorno de 15 mm/s y 50 mm/s de velocidad pico (es decir, la velocidad máxima que alcanza una partícula a partir de la acción vibratoria) para estructuras no reforzadas o livianas y reforzadas respectivamente.

La Figura 3-25 muestra el umbral de estos daños en función de la frecuencia pico de la vibración.

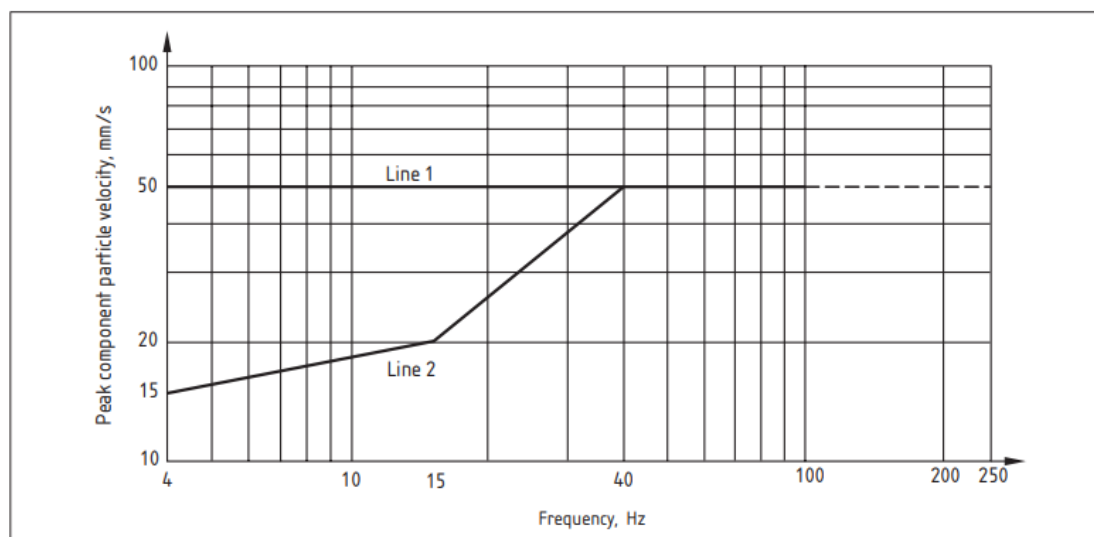


Figura 3-25. Valores guía para daños cosméticos en estructuras reforzadas (Línea 1) y no reforzadas o livianas (Línea 2) (extraído de la norma BS 5228-2:2009).

## MOLESTIA

La molestia está asociada a qué tan perceptible es la acción vibratoria. Aunque se trate de una característica subjetiva, debe estar contemplada en la elaboración de normas, estándares y procedimientos que permitan evaluar si la acción es proclive a causar molestia y, en ese caso, adoptar las medidas de mitigación pertinentes.

La exposición a vibraciones se produce a través de la transmisión de un movimiento oscilante de una estructura a una parte del cuerpo. Dependerá tanto de las características de la vibración como del cuerpo sometido a la acción, pudiendo observarse efectos en la salud por la exposición e incluso producirse efectos de resonancia cuando la frecuencia de la vibración se asemeja a la frecuencia natural de algunos órganos. Además, como no todos los individuos poseen la misma sensibilidad ni realizan las mismas actividades, los efectos causados por la exposición no serán los mismos (ya que éstos dependerán de las características del individuo y su postura corporal) (Obando, 2002).

Entre los efectos más comunes de las vibraciones sobre los individuos se encuentra la interferencia con ciertas actividades, como la lectura, la alimentación, el descanso y el sueño. Además, sumado a la molestia pueden generarse consecuencias a nivel fisiológico, como el aumento de presión sanguínea y su relación con enfermedades cardiovasculares (Whittle et al. 2015). En cuanto al umbral de la percepción, el mismo variará en función de las características de cada individuo. En ese caso, la norma ISO 2631-1:1997 considera que el umbral medio de percepción es de  $0,015 \text{ m/s}^2$ .

Otro posible efecto sobre la salud de los individuos puede ser la aparición de la enfermedad vibroacústica (VAD, por las siglas de *Vibroacoustic Disease*). Esta patología de naturaleza sistémica afecta al cuerpo en su conjunto y es causada por la exposición prolongada al ruido de baja frecuencia (y por ende, a las vibraciones).

Dicha enfermedad se caracteriza por el crecimiento anormal de la matriz extracelular y, entre otros efectos, produce un aumento en el espesor del pericardio. La patología se desarrolla en tres fases en función del tiempo de exposición (en años) y sus consecuencias en la salud incluyen pérdida en la concentración, enfermedades cardiovasculares, pérdida auditiva, aumento en la probabilidad de contraer infecciones, entre otras (Kogan, 2004).

En el caso de la explotación de canteras, las acciones vibratorias externas al receptor no serán permanentes y sus horarios estarán, en el caso de canteras con adecuada operación, bien establecidos. Por lo tanto, en este aspecto, la correcta gestión de las tareas y la operación adquirirán una gran importancia.

En el caso de vibraciones por operación de maquinaria, se podrán generar únicamente en horario diurno, por lo que se podrá asumir que en general no interferirán con el descanso nocturno. Sin embargo, esto no impide que puedan interferir con actividades educativas (como por ejemplo, de una escuela cercana) o laborales. En el caso de vibraciones por voladuras, estas serán más esporádicas y con previo aviso, por lo que se entiende que la molestia no será un efecto prolongado en el tiempo y podrá evitarse la interferencia de éstas con las actividades del receptor.

Sin embargo, esto último no significa que no se puedan generar efectos negativos sobre los receptores con acciones esporádicas. La norma DIN 4150-2 establece el parámetro  $K_B$ , que corresponde a la amplitud de la velocidad normalizada y con ponderación de frecuencia, que se comparará con los valores máximos admisibles tabulados. Estos valores límite dependerán del horario (diurno, nocturno), del uso del suelo (rural, residencial, industrial, etc.) y de la periodicidad de la acción vibratoria, esto es, si son acciones continuas o esporádicas. Esto último establece que, en el caso de la operación de una cantera dada, los límites dependerán de la actividad que se está evaluando. Si bien se trata de un parámetro empírico extraído de una norma alemana, éste es recogido dentro de los criterios tenidos en cuenta por el IGME así como por la normativa de los ayuntamientos de Zaragoza y Valladolid (Carnicero et al., 1996).

Por otra parte, la norma BS 5228-2:2009 indica valores guía de velocidades pico según la percepción de las personas en determinadas situaciones. En la Tabla 3-9 se presenta esta información resumidamente.

Tabla 3-9. Valores guía para las velocidades pico de vibraciones según la percepción de las personas (extraído de la norma BS 5228-2:2009).

Velocidad pico (mm/s)	Efecto
0,14	Vibración apenas perceptible por la población más sensible, y en determinadas frecuencias
0,3	Vibración apenas perceptible en ambientes residenciales
1	Vibración que probablemente cause molestia en ambientes residenciales, pero puede ser tolerada con previo aviso
10	Vibración probablemente intolerable por lapsos superiores a muy breves períodos

## PROYECCIONES DE MATERIAL

Las proyecciones de material constituyen otro riesgo a tomar en cuenta al momento de realizar voladuras, por lo que debe estudiarse indefectiblemente si es que se encuentran estructuras o establecimientos habitados cercanos.

Las proyecciones de material se definen como *“lanzamientos incontrolados de fragmentos de roca que se producen en una voladura y que constituyen una de las fuentes principales de daños materiales y lesiones a personas”*. Es un fenómeno que ocurre con mayor facilidad en roca intensamente fracturada y diaclasada pero que, sin embargo, suele ocurrir con mayor frecuencia en las voladuras de roca sana ya que para estas se utilizan mayores cantidades de energía para obtener el grado de fragmentación requerido. En ese sentido, el control de las proyecciones dependerá del correcto diseño de la voladura (IGME, 1987).

En cuanto a la cuantificación del alcance que estos lanzamientos de material podrán presentar, el IGME (1987) presenta dos modelos matemáticos: el de la *Swedish Detonic Foundation* (1975) y el modelo americano propuesto por Roth (1979). De los mismos, se cuenta con una serie de ábacos donde en función del diámetro del barreno y de los fragmentos de roca evaluados (o del consumo de explosivos), se obtiene el alcance estimado. A modo ilustrativo, se presenta uno de los ábacos resultantes del modelo sueco (ver Figura 3-26).



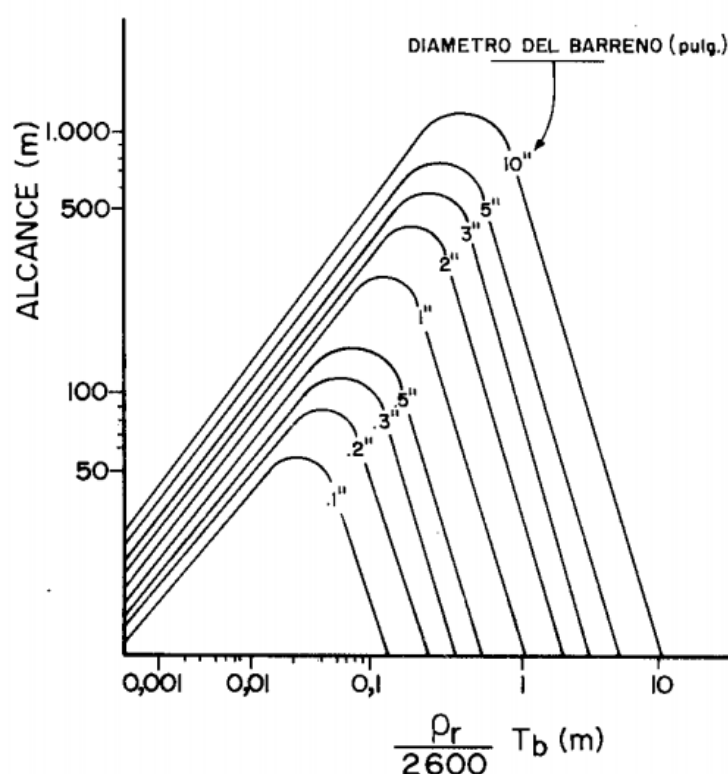


Figura 3-26. Alcances máximos estimados en función del tamaño de los fragmentos ( $T_b$ ), de la densidad de la roca ( $\rho_r$ ) y del diámetro de los barrenos, correspondiente al modelo sueco (extraído de IGME, 1987).

### 3.5.5.3. Monitoreo

La necesidad de realizar monitoreos de vibraciones responde usualmente a dos factores: a los resultados de los estudios previos a la apertura de la cantera, o a la solicitud de la autoridad ambiental.

En dichos estudios, que también podrán ser solicitados por la autoridad ambiental nacional en las instancias de expedición de autorizaciones ambientales de apertura o de operación, se determina la posible existencia de receptores sensibles a determinadas acciones vibratorias. En ese sentido, se identifican dos situaciones para las cuales podría haber mayor sensibilidad a las acciones:

- Un nivel de actividad elevado y previsto en el proyecto de explotación minera.
- Actividades esporádicas que generan vibraciones significativamente más importantes que las actividades cotidianas (por ejemplo, las voladuras).

En lo que refiere a niveles de actividad más elevados que los previstos en el proyecto de explotación minera, estos no fueron considerados como una situación más, ya que posiblemente estarían infringiendo las condiciones para los cuales la explotación fue aprobada. No obstante, es una situación posible, y para la cual los estudios previos o las solicitudes de la autoridad ambiental nacional no responderán con precisión.

En cuanto a las mediciones, las mismas tendrán características distintas dependiendo de la naturaleza de las acciones vibratorias a monitorear. Para el caso de niveles de

actividad elevados (previstos en el proyecto), el monitoreo deberá ser continuo en la duración que tendrá dicho ritmo de trabajo, pudiendo tratarse de jornadas, semanas, inclusive meses. En ese caso, los equipos a utilizar serán sismógrafos que se colocarán en determinadas ubicaciones en función de los receptores sensibles identificados.

Para el caso de voladuras, los niveles de vibración serán significativamente más altos y tendrán una duración corta en comparación con otras actividades. Dado que las explosiones deberán realizarse en determinados días y horarios (en función de lo informado a la población, por solicitud de la autoridad ambiental o del Servicio de Materiales y Armamento), es posible coordinar para realizar mediciones en los momentos en que se realizarán las voladuras. Para ello, es suficiente contar con acelerómetros que se dispondrán en las ubicaciones a monitorear, y que podrán ser retirados luego de que cesen las explosiones.

En cuanto a los equipos, los mismos deberán contar con determinadas características en función del análisis a abordar. Por ejemplo, la norma ISO 16063 – *Methods for the calibration of vibration and shock transducers* establece las condiciones de calibración y verificación de los equipos transductores (como sismógrafos y acelerómetros). En el caso de utilizar la norma DIN 4150, será necesario que los equipos cumplan con lo requerido por la norma DIN 45669-1 – *Measurement of vibration immersion – Part 1: Vibration meters – Requirements and tests*.

#### 3.5.5.4. Métodos de predicción

Para cuantificar las vibraciones generadas por una determinada fuente se puede recurrir a métodos predictivos. Tal como sucede con las emisiones sonoras, los métodos pueden ser de carácter general y aplicable a diversas situaciones, o de carácter particular, es decir, métodos elaborados para ser usado en situaciones y actividades específicas.

### **MÉTODO GENERAL**

Para situaciones generales donde las vibraciones son transmitidas por la fuente al terreno, un método usual es el método de Barkan (1962). Dicho método, si bien proviene de razonamientos teóricos, contiene elementos empíricos en sus coeficientes para los cuales existen diversas propuestas realizadas por distintos autores y estudios. Se destaca además que el método de Barkan es el recomendado por la norma DIN 4150-1 para la propagación de vibraciones en el campo lejano, para una excitación conocida en una ubicación dada. El campo lejano, según la citada norma, es aquel en que, para la acción vibratoria considerada se pueden despreciar los efectos locales de la fuente.

La mencionada ley de propagación se presenta en la Ecuación 3.7.

$$v = v_1 \left( \frac{R}{R_1} \right)^{-n} e^{-\alpha(R-R_1)} \quad (3.7)$$

Donde:

- $v$  es la velocidad calculada a una distancia  $R$  de la fuente (mm/s)
- $v_1$  es la velocidad conocida a una distancia de referencia  $R_1$  (mm/s)
- $n$  es el exponente de atenuación geométrica, el cual puede determinarse a partir de lo establecido en la norma DIN 4150-1 o mediante diversas propuestas en la bibliografía
- $\alpha$  es el coeficiente de atenuación, el cual dependerá de diversos factores como la amortiguación del suelo (o del medio por el que se propaga la vibración), la longitud de onda y la velocidad de propagación de la onda

### VIBRACIONES POR VOLADURAS

Las fuentes de vibraciones más importantes en la explotación de una cantera son las voladuras. A continuación se abordarán tres maneras de predecir las vibraciones generadas por este tipo de actividades, sin embargo, existen diversos métodos.

La norma DIN 4150-1 establece una ley de propagación para el campo lejano, en el caso particular de que la fuente sea una voladura. En dicha ley, se calcula la velocidad máxima en el campo lejano, a una distancia determinada para la vibración inducida por voladuras. Dicha ley se presenta en la Ecuación 3.8.

$$v_{max} = k \left( \frac{L}{L_0} \right)^b \left( \frac{D}{D_0} \right)^{-m} \quad (3.8)$$

Donde:

- $v_{max}$  es la velocidad máxima en el campo lejano de la vibración inducida por voladuras a una distancia  $R$  (mm/s)
- $L$  es la carga de explosivos por detonación (kg)
- $k$  es un factor de corrección determinado empíricamente
- $b$  y  $m$  son coeficientes característicos determinados empíricamente
- $R_0$  y  $L_0$  corresponden a distancia y carga de explosivos de referencia, a considerar iguales a 1 m y 1 kg respectivamente

El IGME (1987), en cambio, establece que si bien existen métodos de cálculo más modernos y que se ajustan mejor a situaciones más particulares, la ley más ampliamente utilizada es la presentada en la Ecuación 3.9.

$$v = K \left( \frac{D}{Q^{\frac{1}{3}}} \right)^{-n} \quad (3.9)$$

Donde:

- $v$  es la velocidad de la partícula (mm/s)
- $D$  es la distancia a la fuente (m)
- $Q$  es la carga de explosivos máxima por retardo (kg)
- $K$  y  $n$  son constantes empíricas. En la norma Australian Standard AS2187.2 se establecen valores de  $K$  y de  $n$  para distintas situaciones. Por ejemplo, en el caso de condiciones promedio con propagación en campo abierto, los valores de  $K$  y de  $n$  propuestos corresponden a 1140 y 1,6 respectivamente.

Finalmente, la norma British Standard BS 5228-2:2009 propone que la predicción puede ser realizada en función de mediciones realizadas en el lugar. Si bien es cierto que no puede utilizarse este método en instancias de estudio previo a la implantación de una cantera, sí pueden considerarse campañas de otras explotaciones con similares características. La norma propone graficar en escala logarítmica la velocidad pico (denominada PPV por *peak particle velocity*) en función de la distancia escalada (es decir, dividida por la raíz cuadrada de la carga instantánea máxima de explosivos en kg), para luego ajustar con sendas rectas para el promedio de las mediciones y para el percentil 95. Una vez realizado el ajuste, la norma propone utilizar la gráfica para la predicción de la PPV en función de la distancia y la carga instantánea de la voladura. Un ejemplo se presenta en la Figura 3-27.

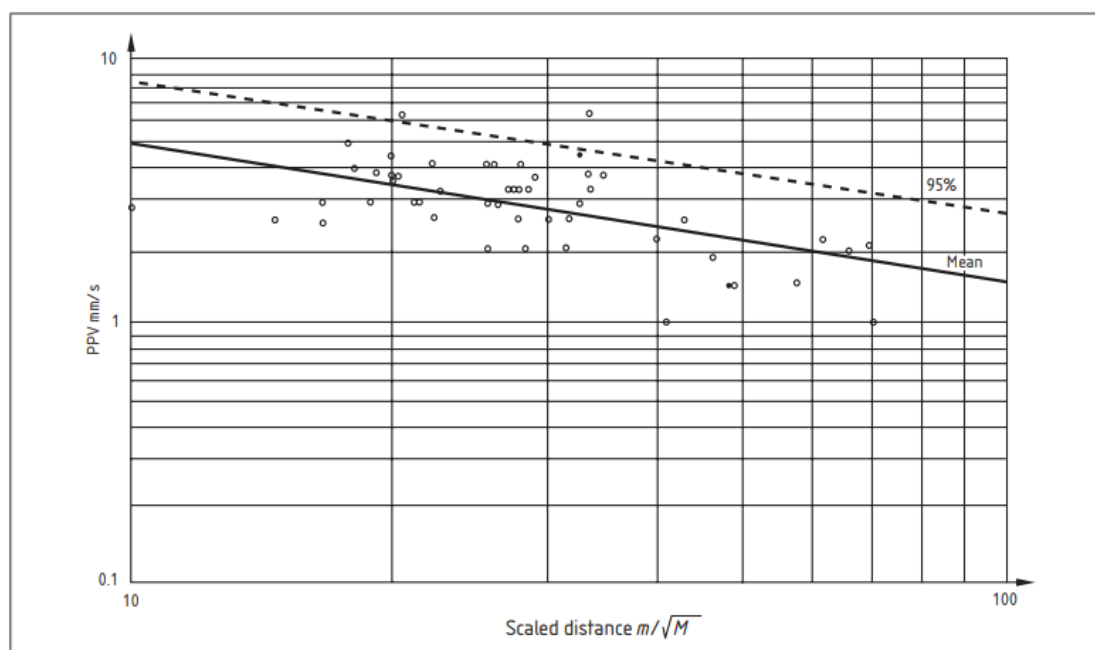


Figura 3-27. Ejemplo de gráfica de predicción de vibraciones por voladuras elaborada a partir de mediciones y en función de un parámetro de distancia normalizada (extraído de la norma BS 5228-2:2009).

## VIBRACIONES POR OPERACIÓN DE MAQUINARIA

La predicción de vibraciones inducidas por maquinaria se podrá abordar de dos maneras distintas. Por un lado, existen para algunos tipos de maquinarias, leyes de propagación específicas que permiten estimar la vibración inducida por su operación

en determinadas condiciones. Por otro lado, también pueden utilizarse métodos de predicción generales (como el establecido por la norma DIN 4150-1) a partir de mediciones de máquinas operando en condiciones similares o de valores de referencia tabulados.

La norma British Standard BS 5228-2:2009 contiene tanto velocidades medidas a determinadas distancias como leyes de propagación de bibliografía. Los equipos considerados por la norma son únicamente compactadoras, piloterías y tuneladoras, los cuales no son utilizados en explotaciones de canteras (a excepción de las compactadoras, que en algunos casos particulares pueden ser utilizadas).

Vale destacar que, en una explotación minera en la cual se prevé el uso de explosivos para arranque del material, la fuente de vibraciones más crítica serán las voladuras. Entonces, en una situación donde se realicen estudios y se determine que las voladuras no generarán acciones vibratorias perceptibles para los establecimientos más cercanos, puede concluirse a su vez que la operación de maquinaria tampoco las generará.

### 3.5.6. Emisiones atmosféricas

#### 3.5.6.1. Introducción

Las emisiones atmosféricas constituyen otra característica intrínseca de cualquier explotación minera a cielo abierto. Las mismas son generadas fundamentalmente como consecuencia de las actividades que impliquen la modificación del tamaño de los trozos o macizos, es decir, el arranque y la trituración.

Estas actividades generan emisiones que se caracterizan por conformarse mayoritariamente por partículas, debido a la naturaleza de los medios mecánicos con los que se realizan estas tareas. Si bien existen emisiones gaseosas, en estas actividades representan una parte muy pequeña del total de emisiones en comparación a las partículas, por lo que no serán desarrolladas con la misma profundidad que estas últimas.

El control de las emisiones atmosféricas, así como la preservación de la calidad de aire, constituye un importante objetivo de gestión ambiental dentro de una explotación de minería a cielo abierto. Es cierto también que esto constituye una problemática a abordar desde el punto de vista de SySO; no obstante, este enfoque excede el alcance de este trabajo y por lo tanto no será abordado.

#### 3.5.6.2. Características de las emisiones

A efectos de este trabajo se entenderán por emisiones atmosféricas a las descargas de sustancias o contaminantes al medio aéreo, los cuales podrán causar afectaciones a la salud, incomodidad, alteraciones en el equilibrio ecológico, afectaciones a cultivos, daños materiales, entre otros. En particular, los contaminantes a considerar

en este apartado abarcarán únicamente sustancias y materiales que se encuentren en concentraciones elevadas o en ambientes a los que no pertenecen.

Si bien existe posibilidad de que un contaminante atmosférico afecte al ser humano por vía cutánea, esto no sucede para los agentes emitidos por explotaciones de canteras de áridos. Por lo tanto, la vía fundamental de ingreso al cuerpo humano de los contaminantes emitidos en estos casos, es la vía respiratoria.

En cuanto a las fuentes, es usual en este tipo de emprendimientos que se clasifiquen en fuentes fijas o móviles. En el caso de una cantera, cuyos frentes de explotación están usualmente contenidos por los límites del predio, se podrá considerar como parte de una fuente fija de área –la cantera- a todos los equipos que operen permaneciendo dentro de la cantera. Por otro lado, las fuentes móviles serán fundamentalmente los medios de transporte, como los camiones que llevarán el material extraído al frente de obra o a las plantas de producción de materiales (hormigón, asfalto, bases granulares, etc.).

## PRINCIPALES CONTAMINANTES

Los principales contaminantes se encuentran descritos en la propuesta de estándar del Grupo GESTA Aire (2012). A continuación se enlistan solamente los contaminantes asociados a las actividades de explotación de una cantera, que son los siguientes:

- Material particulado (PM): constituye materia sólida y líquida suspendida en el aire, con diferentes fracciones de tamaños y composiciones. Es usual distinguirlo en fracciones, denominándose  $PM_{10}$  (fracción inhalable) y  $PM_{2,5}$  (fracción respirable) a las partículas de diámetro inferior a 10 y 2,5  $\mu m$  respectivamente. Este material entra en suspensión en procesos de combustión de combustibles fósiles y leña, rodadura sobre caminería no pavimentada, movimientos de tierra, etc.
- Dióxido de carbono ( $CO_2$ ): es un gas producido por procesos de combustión completa y respiración aerobia que a su vez constituye un asfixiante por desplazamiento de oxígeno y un gas de efecto invernadero (GEI).
- Monóxido de carbono (CO): es un gas no irritante, incoloro e inodoro que se genera producto de combustiones incompletas y constituye un asfixiante químico.
- Óxidos de nitrógeno ( $NO_x$ ): es un término genérico que incluye a los óxidos de nitrógeno NO y  $NO_2$ , que constituyen gases altamente reactivos (siendo algunos también irritantes), lo que los hace precursores de distintos contaminantes secundarios (como el ozono, que es un GEI).
- Dióxido de azufre ( $SO_2$ ): es un gas incoloro e irritante que se produce por oxidación de azufre producto de combustión de combustibles que contengan azufre como impureza (por ejemplo, fueloil, gasoil, otros combustibles fósiles y

explosivos), y que a su vez es precursor del ácido sulfúrico en medios con presencia de agua (principal causante de la lluvia ácida).

Estos contaminantes estarán presentes en las distintas tareas que conforman a la explotación minera. Dentro de las principales características de estos contaminantes, en cuanto a la afectación a la salud refiere, se incluyen las siguientes:

- Irritante: genera inflamación en el tejido con el que entra en contacto, principalmente mucosas del sistema respiratorio y piel.
- Neumoconiótico: generan fibrosis pulmonar producida por partículas sólidas de determinadas sustancias insolubles en los fluidos biológicos, causando lo que se conoce como efecto de “pulmón sucio”.
- Asfixiante: causan anoxia producida por desplazamiento del oxígeno del aire (asfixiante físico) o por alteración de los mecanismos oxidativos biológicos (asfixiante químico).
- Alérgeno: producen distintas formas de reacciones inmunológicas, aunque el agente en sí no constituya un riesgo al organismo.
- Carcinogénico: es capaz de aumentar la incidencia de tumores malignos, consecuencia de que un tejido normal genere tejidos diferentes cuya capacidad de reproducción es siempre mayor, y que sustituyen o invaden al tejido original (Albert, 1997).

## FUENTES HABITUALES

Durante el proceso de explotación de una cantera de áridos existen diversas fuentes de emisiones atmosféricas, las cuales están asociadas a actividades que son relativamente frecuentes en todas las canteras y son inherentes a la extracción de material.

De la misma manera que sucede con las emisiones sonoras, el origen de las emisiones atmosféricas es fundamentalmente mecánico debido a que el material del banco es arrancado por medios mecánicos. En ese sentido, las tareas principales que generarán emisiones de este tipo son las siguientes:

- Arranque de material por martillo hidráulico
- Voladuras
- Trituración de piedra
- Movimientos de suelos
- Acopio de material
- Operación de maquinaria asignada a otras tareas
- Rodadura de vehículos y maquinaria por superficies no pavimentadas
- Transporte de material dentro del predio y hacia la obra

A continuación se describirá brevemente las principales emisiones asociadas a cada tarea.



### Arranque de material mediante martillo hidráulico

El arranque de material mediante martillo hidráulico se da mediante impacto, que fractura el material del banco, generando desprendimientos de fracciones transportables hacia el acopio o planta de trituración.

Debido a su naturaleza mecánica, el arranque mediante martillo generará emisiones de material particulado provenientes del macizo, debido a que se generan diferentes fracciones de material en la fracturación (desde polvo hasta trozos de piedra).

A su vez, se darán emisiones en menor medida de CO, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub> debido a la combustión inherente a la operación de la maquinaria que opera el martillo, generalmente una retroexcavadora (ver Figura 3-28).



Figura 3-28. Arranque de piedra en cantera mediante martillo hidráulico (extraído de <https://www.recambiosdemaquinariaop.com/utilizan-martillos-hidraulicos/>).

### Voladuras

En el caso de las voladuras, la roca se fragmenta debido a la liberación de energía producto de una reacción química en la que interviene una sustancia explosiva. No obstante, la fragmentación de la roca producto de esa liberación repentina de energía, generan fracciones finas de material (partículas de polvo) y trozos más grandes (ver Figura 3-29). Por lo tanto, las voladuras serán también una fuente importante de material particulado.

A su vez, al ser los explosivos sustancias químicas cuya reacción es de combustión, producirán también emisiones de gases como por ejemplo CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, entre otras.



Figura 3-29. Emisiones atmosféricas de voladura en cantera (extraído de <https://meteosim.com/herramientas-planificacion-voladuras/>).

### Trituración de piedra

La trituración del material a fin de obtener fracciones utilizables en la obra, se realizan frecuentemente mediante plantas de trituración. Estas plantas constan generalmente de tres procesos de trituración cuya fracción objetivo se ordena de mayor a menor: trituración primaria, secundaria y terciaria. Aunque dichos equipos funcionen mediante motores de combustión interna, la emisión fundamental de este proceso es el PM.

En dichos equipos se cuenta generalmente con el triturador, una cinta transportadora y una tolva (aunque en ocasiones puede colocarse el material triturado directamente en un acopio). En el triturador usualmente se genera la mayor cantidad de polvo debido a la fragmentación de los trozos de roca suministrados, aunque los mismos constan generalmente de sistemas de control de emisiones.

El sistema más común para las trituradoras utilizadas en el medio es el sistema de aspersión, el cual consiste en regar el árido que sale de la unidad de trituración previo a colocarse en la cinta transportadora (ver Figura 3-30). Existen otro tipo de sistemas, como los filtros de mangas, que tienen una eficiencia mayor pero que no son comunes en este tipo de equipos (como sí lo son en plantas asfálticas, por ejemplo).

En cuanto a la cinta transportadora, las emisiones de polvo se dan fundamentalmente por el transporte del material y el levante de su fracción más fina por el movimiento de la cinta, generando dispersión y el arrastre eólico. Finalmente, la caída en la tolva genera levante de material fino que se emite como material particulado.



Figura 3-30. Sistema de control de emisiones mediante aspersores en equipo triturador (extraído de <https://iapltd.files.wordpress.com/2011/09/pegson-1100-x-650-crusher-spec-sheet-from-iap-ltd.pdf>).



Figura 3-31. Operación de trituradora con cinta transportadora cubierta que genera emisiones de partículas en la caída sobre un acopio (extraído de <https://posada.pe/chancadora-de-piedra-y-material-de-la-construccion-posada/>).

### Movimientos de suelos y transporte de material

Estas dos tareas tienen en común en consistir en movimientos de material, ya sea dentro de la cantera, entre acopios o fuera de la misma. Para llevar a cabo estas actividades se utiliza maquinaria y vehículos cuya operación se realiza mediante sendos motores de combustión interna que conllevan emisiones de CO, CO<sub>2</sub>, PM, SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub>.

En cuanto a la carga y transporte del material, la emisión será fundamentalmente de PM. Esto es debido a que, en el movimiento del material, se genera la dispersión de las fracciones más finas así como el arrastre eólico en determinadas condiciones atmosféricas. Esto ocurre también con los equipos de tamizado mediante vibración.

En lo que refiere al transporte en camiones, la emisión se generará de la misma manera que en los acopios de material debido a que básicamente se trata de un camión que transporta material almacenado. A esto debe agregarse el hecho de que se genera una velocidad relativa entre el camión y el viento.

### Acopios de material

Los acopios de material son también una potencial fuente de emisión de PM. Son fuentes potenciales porque, al estar estáticos, dependen de las condiciones atmosféricas para dispersarse, siendo el viento el mecanismo fundamental de transporte del material por la atmósfera.

La cuantificación y el alcance de la emisión dependerán, además de las condiciones atmosféricas, de la fracción del material que se encuentra en la superficie del acopio en contacto con el viento y la geometría del mismo (altura, ancho, etc.).

La puesta en suspensión del material se dará por acción del viento, en los casos en que las acciones de las fuerzas aerodinámicas sobre la partícula superen al peso de la misma y a las fuerzas de fricción con la superficie.

En el caso de que las partículas entren en suspensión, la velocidad de caída (supuesta constante) debida fundamentalmente al peso determinará la distancia de viaje de la misma. En la Figura 3-32 se presenta gráficamente algunos valores de velocidad de caída, para distintas densidades y tamaños de partícula.

Suponiendo fracciones de  $10\ \mu\text{m}$  (fracción inhalable) y una densidad usual de áridos de  $2,65\ \text{g/cm}^3$ , la velocidad de caída resultante será de aproximadamente  $0,4\ \text{cm/s}$ . Por lo que, si la misma se eleva  $10\ \text{m}$  y la velocidad del viento es de  $2\ \text{m/s}$ , su distancia de viaje estará en el orden de  $5\ \text{km}$ , por lo que resulta de importancia mitigar estas emisiones.



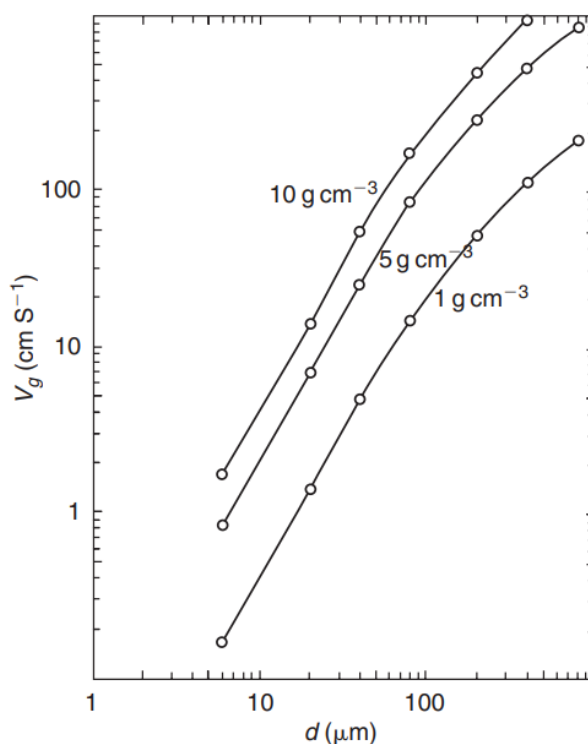


Figura 3-32. Velocidad de caída de partículas esféricas según su tamaño y densidad (extraído de Vallero, 2008).

### 3.5.6.3. Normativas de calidad de aire

En Uruguay la normativa referente a calidad de aire y estándares de emisiones a la atmósfera es relativamente reciente. Originalmente, se utilizaba como referencia las propuestas técnicas elaboradas por el Grupo GESTA Aire cuya elaboración comienza en 2001 y su versión final data del año 2012. Dichas propuestas comienzan a ser consideradas como de referencia por los organismos nacionales a partir de la Resolución Ministerial 1354/009 del MVOTMA que sanciona la Guía para la Solicitud de la Autorización Ambiental Previa donde se especifica lo siguiente:

*“Como regla general para la selección de estándares aquellos establecidos en la normativa nacional tienen prioridad sobre otros. En caso que ellos aún no existan, se considerarán como criterios de comparación aquellos propuestos por los Grupos de Estandarización Técnica Ambiental (GESTA) de la Comisión Técnica Asesora de la Protección del Ambiente (COTAMA).”*

En 2015, DINAMA elabora una propuesta de objetivos de calidad de aire en exteriores que, sin embargo, no deja de ser una guía sin peso legal. Finalmente, se sanciona el Decreto 135/021 – “Reglamento de calidad de aire” que reglamenta el Art. 17 de la Ley 17.283, en el cual se recogen las propuestas del Grupo GESTA Aire (2012a, 2012b, 2012c) y de la DINAMA, estableciendo tanto los estándares de emisión para fuentes fijas y móviles como los objetivos de calidad de aire. Estos objetivos de calidad de aire se discriminan según la fecha de aplicabilidad, es decir, existen objetivos

aplicables hasta el 31 de diciembre de 2023 y objetivos más exigentes aplicables a partir del año 2024.

A continuación, y a modo de ejemplo, se incluirán en la Tabla 3-10 los estándares de emisión de fuentes fijas para el grupo de actividades que incluye a las explotaciones mineras (“Otras actividades no comprendidas en las anteriores”), y en la Tabla 3-11 los objetivos de calidad de aire aplicables actualmente (válidos hasta el 31 de diciembre del 2023).

**Tabla 3-10. Estándares de emisión para actividades que comprenden a las canteras (extraído del Art. 28 del Decreto 135/021).**

<b>Parámetro</b>	<b>Estándar <sup>(3)</sup></b>
Opacidad (escala Ringelmann)	1
PM (mg/Nm <sup>3</sup> )	200
	50 <sup>(1)</sup>
NO <sub>x</sub> como NO <sub>2</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> )	350
	1500 <sup>(2)</sup>
SO <sub>2</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> )	1000
CN como HCN (mg/Nm <sup>3</sup> )	5
Compuestos de Flúor como HF (mg/Nm <sup>3</sup> )	50
H <sub>2</sub> S (mg/Nm <sup>3</sup> )	5
Compuestos inorgánicos de cloro como HCl (mg/Nm <sup>3</sup> )	100
Niebla ácida (mg/Nm <sup>3</sup> )	100
Cr total (mg/Nm <sup>3</sup> )	5
Cr IV (mg/Nm <sup>3</sup> )	1
As y sus compuestos (mg/Nm <sup>3</sup> )	1
Cd y sus compuestos (mg/Nm <sup>3</sup> )	1

Parámetro	Estándar <sup>(3)</sup>
Pb y sus compuestos (mg/Nm <sup>3</sup> )	1
Hg y sus compuestos (mg/Nm <sup>3</sup> )	0,2
Cu y sus compuestos (mg/Nm <sup>3</sup> )	8
Dioxinas y furanos (mg/Nm <sup>3</sup> )	0,14
<p>(1): Estándar a aplicar para procesos de los que se puedan derivar sustancias tóxicas que puedan estar presentes en el material particulado (metales pesados, agroquímicos y medicamentos, entre otros).</p> <p>(2): Estándar para producción de vidrio.</p> <p>(3): Los estándares de emisión corresponden al 7% de oxígeno.</p>	

Tabla 3-11. Objetivos de calidad de aire aplicables hasta el año 2023 (extraído del Art. 4 del Decreto 135/021).

Parámetro	Período <sup>(1)</sup>	Concentración <sup>(2)</sup> (µm/m <sup>3</sup> )	Tolerancia <sup>(3)</sup> No se podrá exceder:
CO	1 hora	30.000	-
	Máxima diaria <sup>(4)</sup>	10.000	-
NO <sub>2</sub>	1 hora	200	260 µg/m <sup>3</sup> en 18 horas al año
	1 año	40	-
O <sub>3</sub>	Máxima diaria <sup>(4)</sup>	100	160 µg/m <sup>3</sup> en 25 días en promedios de 3 años
SO <sub>2</sub>	1 hora	300	450 µg/m <sup>3</sup> en 24 horas en el año
	24 horas	50	125 µg/m <sup>3</sup> en 3 días en el año



<b>Parámetro</b>	<b>Período <sup>(1)</sup></b>	<b>Concentración <sup>(2)</sup></b> ( $\mu\text{m}^3$ )	<b>Tolerancia <sup>(3)</sup></b> No se podrá exceder:
PM <sub>2,5</sub>	24 horas	35	54 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 30 días en el año
	1 año	25	-
PM <sub>10</sub>	24 horas	75	112 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 15 días al año
	1 año	30	-
Pb	1 año	0,5	-
Azufres Reducidos Totales	30 minutos	10	15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ hasta 40 veces en el año en promedios de 30 minutos
	24 horas	7	11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ hasta 10 días en el año

(1): Por período se entiende la media aritmética de los datos correspondiente al tiempo que en cada caso se indica. El período de medición de 1 hora solo será de aplicación en los monitoreos continuos.

(2): Las mediciones de concentración corresponden a T = 293 K y P = 1013 hPa.

(3): El exceso en el nivel de concentración de cada parámetro no podrá superar el valor máximo que se indica, en el tiempo que se señala.

(4): Máxima diaria es el valor resultante de los promedios móviles octohorarios.

#### 3.5.6.4. Métodos predictivos de emisiones

Tal y como sucede con otro tipo de emisiones, como el ruido y las vibraciones, existen determinadas metodologías que permiten estimar las emisiones generadas y que pueden constituir herramientas de diagnóstico a implementar en distintas fases del proyecto. Por ejemplo, son habitualmente utilizadas en etapas previas a la implantación (como el diseño o la EIA).

Las metodologías son variadas, tanto en naturaleza como en complejidad, que a su vez tendrán distintos niveles de precisión dependiendo también de su costo de implementación. Esto es, métodos usualmente más costosos resultarán en obtener mejores precisiones o mayor confiabilidad. Entre los métodos más usuales, se encuentran los enlistados a continuación (EPA, 2015):

- Monitoreo continuo (no aplica a instancias previas a la operación)
- Ensayo de fuentes (no aplica a instancias previas a la operación)
- Balance de masa
- Modelos numéricos de emisión
- Factores del proceso industrial
- Factores de emisión
- Juicio de ingeniería

De acuerdo a los métodos mencionados, se presenta en la Figura 3-33 una gráfica que compara la precisión o confiabilidad de los distintos métodos con su correspondiente costo de implementación en la cual la envergadura y complejidad del proyecto o de su área de influencia determinará el método óptimo a seleccionar. A su vez, vale destacar que según dicha gráfica la confiabilidad de los métodos no es puramente intrínseca y dependerá también del modo en el cual esté implementado (por ejemplo, una muy buena implementación de un método poco costoso podrá tener igualmente buenos resultados).

En explotaciones mineras implantadas en zonas rurales, a distancias razonables de viviendas o establecimientos y lejos de zonas ambientalmente críticas (como lugares de fragilidad ecológica, ciudades, bañados, etc.), puede ocurrir que implementar modelos complejos sea poco practicable en la relación costo-beneficio (recordando que la variable económica es fundamental en la viabilidad del emprendimiento). Por lo tanto, puede que el método de los Factores de Emisión (FE) sea el más adecuado para estimar las posibles emisiones que resulten de la explotación de la cantera.

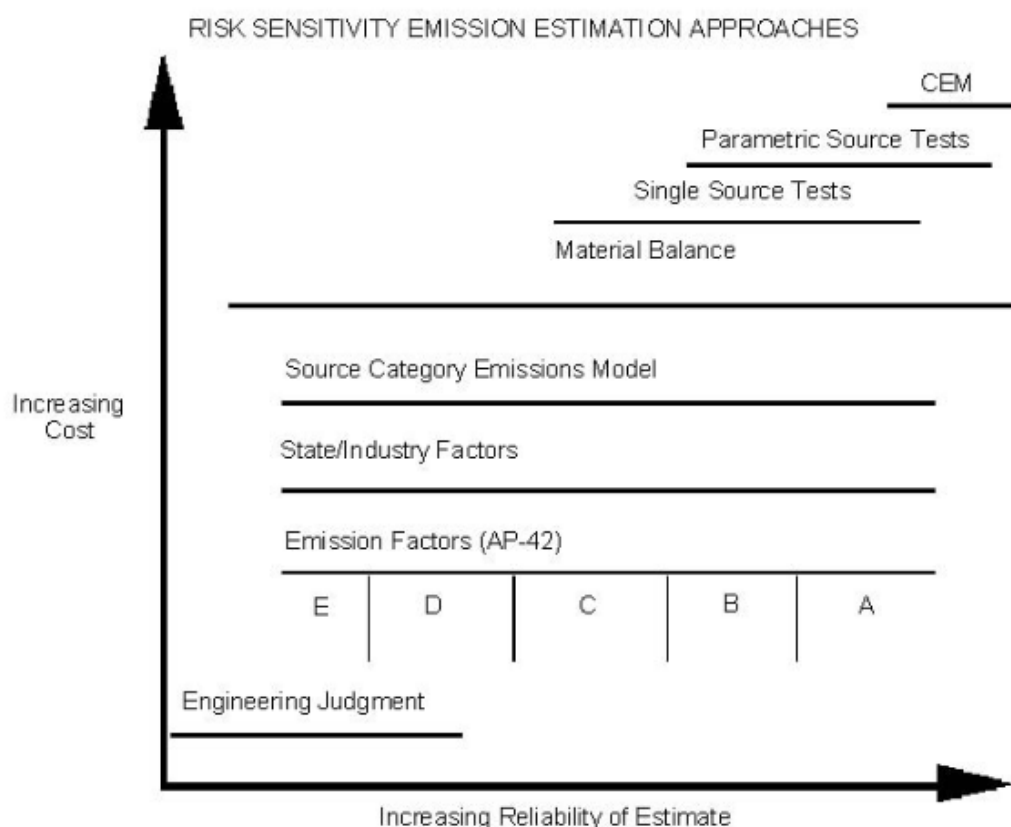


Figura 3-33. Gráfica que muestra la relación entre el costo y la confiabilidad de distintos métodos de estimación de emisiones (extraído de EPA, 2015).

## MÉTODO DE LOS FACTORES DE EMISIÓN

Este método es una de las herramientas más difundidas y de fácil implementación para la estimación de emisiones de fuentes puntuales. Un factor de emisión es simplemente un valor que se define como la relación entre la emisión de contaminante y el nivel de actividad asociado a dicha emisión. Por lo tanto, en este caso, la correcta implementación del método dependerá fundamentalmente de la confiabilidad y pertinencia del factor de emisión seleccionado y la precisión con la que se estimará el nivel de actividad.

Es importante destacar que el factor de emisión es un valor que procura ser representativo de la actividad (EPA, 2015). Por otro lado, los factores de emisión estarán usualmente expresados en unidades de masa de contaminante liberado por unidad de actividad que podrá estar indicada como peso, volumen, distancia o duración. Por ejemplo, las emisiones de procesos de combustión mediante quema de leña suelen estar expresados en masa de contaminante liberado por masa de leña quemada.

Otro aspecto a destacar de este método es que se considera también la posibilidad de que haya elementos de control de emisiones, tanto para la ecuación del método

como para la selección del factor a utilizar. En el AP-42 de la *Environmental Protection Agency* de los Estados Unidos (EPA), así como en distinta bibliografía, se indica la Ecuación 3.10 del método considerando dichos elementos.

$$E = A \times FE \times \left(1 - \frac{ER}{100}\right) \quad (3.10)$$

Donde:

- $E$  es la emisión
- $A$  es el nivel de actividad
- $FE$  es el factor de emisión
- $ER$  es la eficiencia del elemento de control de emisiones, expresada en porcentaje

Existe en la bibliografía diversos compendios de factores de emisión de distintos países y asociados a diversas actividades. El compendio más difundido y que cuenta con la mayor variedad de actividades es el AP-42 de la EPA, cuya última versión a la fecha data del año 2015. No obstante, el Reino Unido y la Unión Europea también cuentan con factores de emisión para diversas actividades.

La confiabilidad del factor de emisión estará asociada a la calidad de la elaboración del mismo. Este parámetro no se encuentra indicado en todos los compendios de factores, pero sí se encuentra indicado y definido en el AP-42, en el cual se encuentran clasificados con las letras A, B, C, D y E (de mayor a menor calidad), de acuerdo a la siguiente descripción:

- A – Excelente
- B – Superior al promedio
- C – Promedio
- D – Inferior al promedio
- E – Pobre

La definición de la calidad del factor de emisión está asociada a la cantidad y calidad de las muestras extraídas para el estudio, el sesgo en la selección de las mismas (siendo mejor la selección al azar), y su uniformidad y especificidad de acuerdo a la actividad que se quiere representar. En las calificaciones D y E se pueden incluir a su vez datos extrapolados, resultando en que disminuya la confiabilidad de dichos factores.

A modo de ejemplo, se citarán en la Tabla 3-12 algunos factores del AP-42 (revisión 2004) sin control de emisiones para actividades de procesamiento de piedra triturada para construcción. Nótese que para algunas actividades no se cuenta con datos, lo que podría conllevar a que al momento de hacer el estudio se busquen alternativas de manera de estimar los factores de emisión correspondientes.

**Tabla 3-12. Factores de emisión de actividades relacionadas a explotación de canteras (extraídos de EPA, 2004).**

Fuente	FE PM (kg/Mg de material producido)	Calidad del FE	FE PM <sub>10</sub> (kg/Mg de material producido)	Calidad del FE
Triturado primario	Sin datos	-	Sin datos	-
Triturado secundario	Sin datos	-	Sin datos	-
Triturado terciario	0,0027	E	0,0012	C
Puntos de transferencia del transporte	0,0015	E	0,00055	D
Tamizado	0,0125	E	0,0043	C
Tamizado de finos	0,15	E	0,036	E
Perforación húmeda de roca sana	Sin datos	-	4,0 x 10 <sup>-5</sup>	E
Descarga de camiones (roca fragmentada)	Sin datos	-	8,0 x 10 <sup>-6</sup>	E
Carga de camiones (piedra partida mediante cinta transportadora)	Sin datos	-	5,0 x 10 <sup>-5</sup>	E

A su vez, existen varias fórmulas para estimar factores de emisión en la bibliografía. A modo de ejemplo, para el caso de voladuras, se presenta la Ecuación 3.11 para estimar el factor de emisión en explotaciones mineras a cielo abierto (MINEM, 2007).

$$FE = k \times \frac{344 \times A^{0,8}}{M^{1,9} \times d^{1,8}} \quad (3.11)$$

Donde:

- *FE* es el factor de emisión (kg/disparo de voladura)
- *k* es el factor del tamaño de partícula (número adimensional que vale 1 para cálculo de PM total, 0,5 para PM<sub>10</sub> y 0,2 para PM<sub>2,5</sub>)
- *A* es el área horizontal en que se disponen los barrenos (m<sup>2</sup>)
- *M* es el contenido de humedad del material (%)
- *d* es la profundidad de los barrenos (m)

### 3.5.6.5. Estimación de la inmisión

Dado que el objetivo final del análisis es cuantificar el impacto de la explotación sobre la calidad de aire de receptores cercanos (es decir, la inmisión), luego de estimar las emisiones resultantes con la confiabilidad adecuada según el caso de estudio, será necesario implementar también un modelo de propagación de estas emisiones. Esto es debido a que el contaminante emitido se propaga en un medio que en principio tiene una concentración menor del mismo y que además constituye un medio continuo dinámico, es decir, un medio en el cual se dan flujos asociados a distintos procesos termodinámicos dentro de la atmósfera.

También vale mencionar que ciertos contaminantes emitidos pueden reaccionar en la atmósfera dando paso a inmisiones de otros contaminantes (llamados contaminantes secundarios, los cuales tienen un precursor) que también afectan a la calidad de aire del receptor. Esto puede ser especialmente importante en otro tipo de emprendimientos, o que tengan un porte mucho mayor a los considerados en este trabajo. En el caso de una cantera de áridos, despreciar este fenómeno es una hipótesis razonable ya que la mayor parte de las emisiones corresponden a PM inerte.

## **INCIDENCIA DEL VIENTO**

El viento es una de las características más importantes de la atmósfera al momento de estudiar la dispersión de contaminantes. El viento constituye el flujo de aire en el medio, y es el encargado de dispersar y transportar mediante advección los contaminantes en la atmósfera.

Dicho flujo es consecuencia de las diferencias de temperatura que se generan en la atmósfera terrestre, que resultan en campos de presiones que generan el viento. La naturaleza del flujo tendrá una gran importancia en el análisis de la calidad del aire ya que, entre otras precisiones, la velocidad favorecerá el transporte de los contaminantes y la turbulencia promoverá una dispersión más efectiva.

El perfil de velocidad del viento en altura dependerá tanto de los procesos atmosféricos, como la estabilidad atmosférica, así como las características de la superficie (cobertura y topografía) que resultarán en la fricción del flujo sobre la misma. Dicho perfil tendrá una forma logarítmica dentro de la capa límite atmosférica, cuya altura se encuentra en el orden de los 100 m. Corresponde establecer que la capa límite corresponde a la capa en la cual las fuerzas de fricción entre la superficie terrestre y el flujo de viento no son despreciables y la producción de turbulencia se da fundamentalmente por interacciones mecánicas entre el viento y las superficies.

A continuación se presentan las ecuaciones que describen el perfil de velocidad del viento para los casos de atmósfera neutra y no neutra (Pal Arya, 2001), sin detallar con precisión el significado de cada término por entender que dicha explicación excede el alcance de este trabajo.

### Atmósfera neutra

$$u(z) = \frac{u^*}{\kappa} \ln\left(\frac{z-d}{z_0}\right) \quad (3.12)$$

### Atmósfera no neutra

$$u(z) = \frac{u^*}{\kappa} \left( \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) - \psi_m \right) \quad (3.13)$$

Donde:

- $z$  corresponde a la altura con respecto a la superficie.
- $\kappa$  es la constante de von Kármán (de valor aproximado de 0,4).
- $d$  es la altura del plano de desplazamiento nulo, cuyo valor para el mar es 0 siendo muy pequeño para zonas costeras y rurales o de varios metros en bosques y grandes ciudades.
- $u^*$  y  $z_0$  corresponden a la velocidad de fricción y la longitud de rugosidad respectivamente, y se relacionan con las tensiones rasantes que genera en la superficie sobre el flujo.
- $\psi_m$  es una función que dependerá del cociente entre  $z$  y la altura en la que la turbulencia ya no es fundamentalmente producida por procesos mecánicos (llamada longitud de Monin-Obhukov)

Debido a la complejidad que puede estar asociado a un análisis de este tipo, existen simplificaciones que adoptan un perfil de tipo potencial como el que se presenta en la Ecuación 3.14 en función de una velocidad conocida en una altura de referencia, siendo utilizable en casos donde se cuente con un anemómetro a dicha altura. El exponente  $p$  que se indica en la ecuación variará entre 0,1 y 0,4 en función de la estabilidad atmosférica, la rugosidad de la superficie terrestre y la altura de la capa límite atmosférica (Vallero, 2008).

$$u(z) = u(z_{ref}) \left( \frac{z}{z_{ref}} \right)^p \quad (3.14)$$

Debe tenerse en cuenta también que el perfil potencial es una simplificación y, por lo tanto, de contarse con más de un anemómetro en distintas alturas puede ser que éste no represente bien los datos obtenidos (Vallero, 2008).



## MÉTODO DEL PENACHO GAUSSIANO

La ley matemática que describe la difusión, y a partir de la cual se desarrollan los modelos matemáticos, es la ley de Fick. Esta es una ecuación diferencial, que puede ser expresada en una, dos y hasta tres dimensiones, y que relaciona la concentración en un punto de coordenadas solidarias al emisor con el flujo de masa que éste libera.

Aunque matemáticamente fue considerado únicamente para difusión molecular (mediante flujo de masa desde el lugar de mayor al de menor concentración) luego fue adaptada para incluir también la difusión turbulenta (Chin, 2013). Esta adaptación resulta en cambiar el coeficiente de difusión molecular por un coeficiente de difusión que incluya también la difusión turbulenta. A modo ilustrativo se presenta la ley en la Ecuación 3.15 en el caso unidimensional (Vallero, 2008).

$$R = DA \frac{\partial C}{\partial x} \quad (3.15)$$

Donde:

- $R$  es la tasa de transporte por difusión en moles por unidad de tiempo.
- $A$  es el área de la superficie a través de la cual se realiza la difusión que dependerá razonablemente del punto de coordenadas  $(x, y, z)$  en el cual se esté calculando.
- $D$  es el coeficiente de difusión.
- $C$  es la concentración en el punto de coordenadas  $(x, y, z)$  considerado.

Estas ecuaciones son de difícil resolución, tanto matemática como por métodos numéricos computacionales, requiriendo realizar diversas simplificaciones para facilitar su abordaje. No obstante, existen soluciones aproximadas siendo la más difundida y aceptada por su fácil implementación, el Modelo del Penacho Gaussiano. Este método es una solución particular de la ley de Fick, que puede ser deducida de la misma y de un balance de masas.

Las hipótesis que considera este método son las siguientes (Vallero, 2008):

- Las concentraciones resultantes de un penacho que emite estacionariamente son proporcionales a la tasa de emisión.
- Las concentraciones resultantes son diluidas por el viento inversamente proporcional a la velocidad del mismo.
- Las concentraciones promediadas en el tiempo (en una ventana de 1 hora) en las direcciones vertical y perpendicular a la velocidad del viento están descritas según una distribución con forma de “campana de Gauss” tal como se presenta en la Figura 3-34. Sus desviaciones estándar (en cada dirección) estarán dadas por el nivel de turbulencia y se incrementan con la distancia a la fuente.

En resumen, el modelo gaussiano asume que el contaminante no reacciona químicamente en el proceso de transporte y que tanto el suelo como la frontera

superior de la capa de mezcla del contaminante en la atmósfera actúan como superficies perfectamente absorbentes. Para el caso en donde esto no represente el fenómeno que se quiere analizar, puede recurrirse a la adición de fuentes adicionales ficticias que incorporen dicha “concentración reflejada” (esta técnica, usual en modelaciones de distintos fenómenos, es conocida como “Método de las Imágenes”).

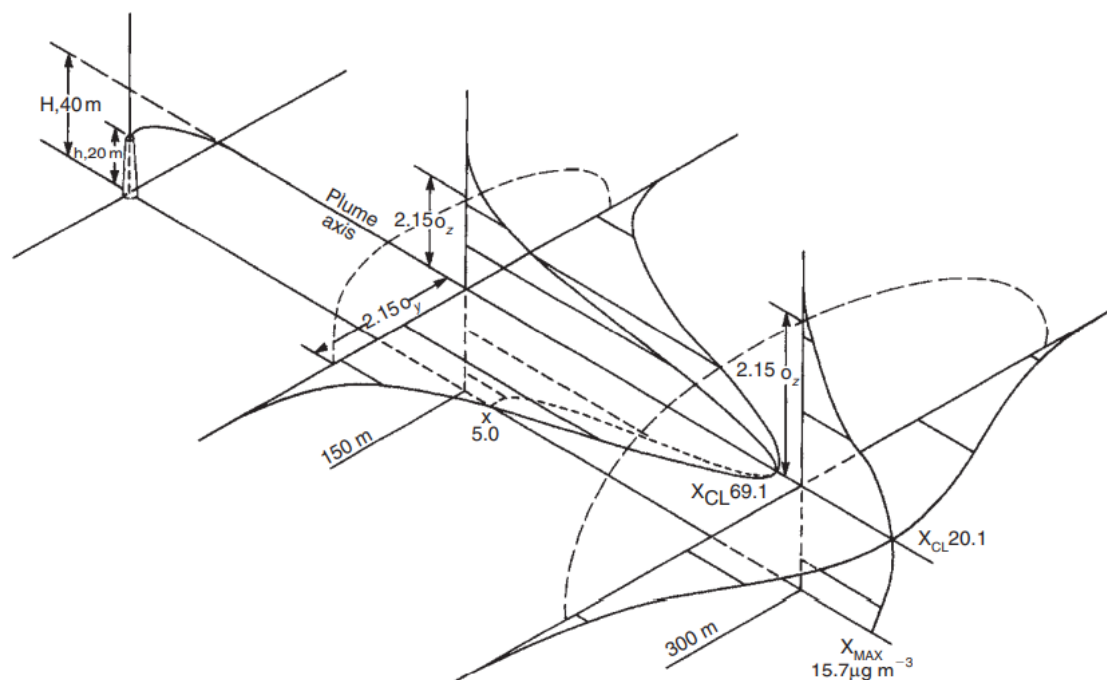


Figura 3-34. Esquema de dispersión a través de un penacho gaussiano considerando que toda la masa emitida se encuentra bajo las curvas de las campanas (extraído de Vallero, 2008).

Entonces, la ecuación del modelo del penacho gaussiano se presenta en la Ecuación 3.16.

$$C(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} e^{-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}} \left[ e^{-\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2}} + e^{-\frac{(z+H)^2}{2\sigma_z^2}} \right] \quad (3.16)$$

Donde:

- El origen de coordenadas corresponde al pie de la fuente en el plano horizontal, direccionando el eje  $x$  se direcciona según el viento y el eje  $y$  en dirección perpendicular, mientras que el eje  $z$  se considera colineal con el eje de la fuente.
- $C$  es la concentración de contaminante en un punto de coordenadas  $(x, y, z)$
- $Q$  es la tasa de emisión de contaminante
- $H$  es la altura efectiva de emisión, que resulta de la suma de la altura de la fuente con respecto al suelo y de la sobreelevación del penacho

(correspondiente a la diferencia de altura entre la fuente y hasta dónde ascendería la emisión previo a que predomine el fenómeno de advección).

- $u$  es la velocidad del viento a la altura efectiva de emisión.
- $\sigma_y$  y  $\sigma_z$  son los coeficientes de dispersión horizontal y vertical respectivamente, que corresponden a las desviaciones estándar de la campana de Gauss, y que dependen de las condiciones de estabilidad atmosférica y la distancia a la fuente.

#### 3.5.6.6. Monitoreos

En cuanto al monitoreo de las variables de calidad de aire para la explotación de una cantera de áridos, es importante considerar en principio qué contaminantes resultan de interés por ser esperable que sus emisiones sean significativas. Como se mencionó anteriormente, la mayor parte de las emisiones comprenden a distintas fracciones de PM debido a la naturaleza de las actividades que en la cantera se llevan a cabo.

Si bien es cierto que los equipos que trabajan a combustión, como la maquinaria y los vehículos, generarán emisiones de otros componentes (por ejemplo, CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, etc.), éstas no serían significativas debido a que no se trataría de tal cantidad de equipos que resulten en que el monitoreo de estas variables se vuelva crítico.

En el caso de las voladuras, al ser éstos eventos aislados que tienen como objetivo arrancar material del macizo de la cantera, el monitoreo tampoco resultaría crítico, prefiriéndose adoptar medidas de mitigación para dichos eventos en su lugar de ocurrencia. Esto es debido a que, como las voladuras no son actividades de emisiones continuas ya que son espaciadas en el tiempo, los contaminantes se dispersarán en la atmósfera resultando en que las concentraciones pico emitidas no se mantengan por lapsos de tiempo significativos.

### **EQUIPOS DE MONITOREO DE PM**

El uso de equipos de monitoreo de PM en explotación de canteras de áridos no es práctica común en Uruguay. No obstante, pueden existir diversos factores que generen la necesidad de realizar campañas de medición como, por ejemplo, cercanía a zonas críticas (viviendas, escuelas, ecosistemas protegidos, etc.), porte de la explotación minera tanto en tamaño como en nivel de actividad o simplemente exigencias de las autoridades ambientales al momento de expedir autorizaciones.

Los equipos más comunes de medición de partículas son los sistemas de muestreo activo, que básicamente consisten en un cabezal que colecta la muestra de aire mediante una bomba de vacío y la hace pasar por un filtro. Existen distintos cabezales de acuerdo a la fracción que se desea recolectar, lo que conllevará también a distintas aperturas de filtros. El valor de concentración se obtiene en función de las diferencias de peso del filtro antes y después de la medición, y el volumen total de aire captado, que dependerá del caudal de la bomba.

En la normativa española, la Directiva 1999/30/CE es la primera en establecer la metodología de medición basándose en la norma UNE-EN 12341:1999 – *Calidad del aire: Determinación de la fracción PM<sub>10</sub> de la materia particulada en suspensión*. En esta última se indicaban los tres tipos de equipos de muestreo de PM<sub>10</sub> de acuerdo al caudal de la bomba captadora, siendo el tercero de los enlistados el equipo de referencia primario (Williams et al., 2001):

- Sistemas de bajo volumen (LVS)
- Sistemas de alto volumen (HVS)
- Sistemas de súper-alto volumen (WRAC)

Por otra parte, la fracción PM<sub>2,5</sub> se encontraba abordada en la norma UNE-EN 14097:2006, cuyas metodologías de medición junto con las de la norma UNE-EN 12341:1999, fueron reemplazadas y unificadas en la norma UNE-EN 12341:2015 – *Aire ambiente: Método de medición gravimétrico normalizado para la determinación de la concentración másica PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub> de la materia particulada en suspensión*, vigente a la fecha. En esta última se unifica la medición de ambas fracciones mediante equipos LVS con caudales y aperturas de filtro especificados. No obstante, los sistemas HVS siguen siendo muy utilizados debido a que tienen un costo menor y colectan un rango de partículas amplio (0,1 a 100  $\mu\text{m}$ ).

A modo ilustrativo, se presenta en la Figura 3-35 un esquema de un equipo de medición HVS de PM<sub>10</sub>.

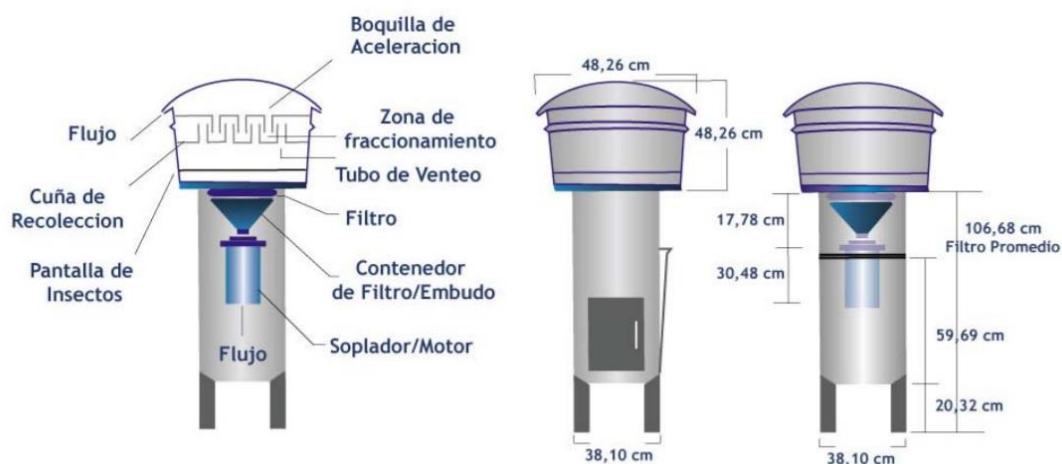


Figura 3-35. Esquema de equipo de muestreo HVS de PM<sub>10</sub> (extraído de MAVDT, 2010).

## ESCALA DE MEDICIÓN DE RINGELMANN

Un método más rudimentario de estimación de concentraciones de PM en el aire es la escala de Ringelmann. A diferencia de los equipos de muestreo de PM presentados anteriormente, este método sirve únicamente para penachos de humo resultantes de procesos de combustión.

Para el caso de una explotación de cantera, este método únicamente aplica a los escapes de la maquinaria y los vehículos. De cualquier manera, es importante mencionarlo debido a que es una herramienta prevista tanto en el Decreto 135/021 como en el MAV, con el objetivo de controlar los humos generados por los equipos haciendo hincapié en los humos de las plantas asfálticas. No obstante, la posibilidad que tendrá la DNV de controlar humos de equipos abarca a todas las instalaciones propias y accesorias de la obra vial, incluyendo las canteras.

El método consiste en comparar visualmente el color del humo desprendido por el equipo en cuestión (como se muestra en la Figura 3-37) con una carta de 5 patrones colorimétricos que corresponden a incrementos de 20 % de opacidad del penacho, los cuales se presentan en la Figura 3-36. Cada incremento equivale a 1 Unidad Ringelmann (UR) y las mediciones se hacen cada 15 segundos durante una hora, promediándolas finalmente a fin de obtener el valor resultante.

De acuerdo a las propuestas de estándares de emisión de GESTA Aire, adoptadas luego por el Decreto 135/021, el valor admisible sería igual a 1 UR para unidades de combustión con capacidad térmica nominal a 5 MW y que no utilicen combustibles alternativos.

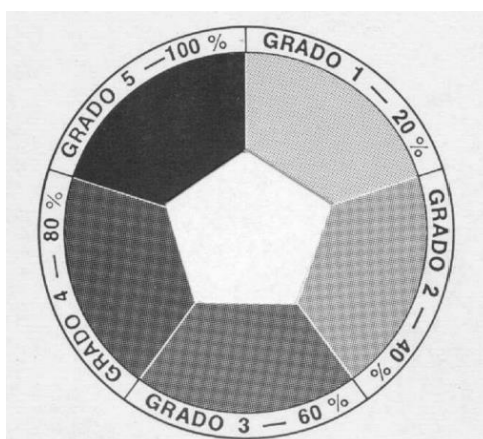


Figura 3-36. Carta comparativa de escala de Ringelmann (extraído del Manual Ambiental de la DNV).



**Figura 3-37.** Operadora utilizando la escala de Ringelmann para medir humos de escape de camiones en obras de pavimentación de carreteras (extraído de [https://es.wikipedia.org/wiki/Escala\\_de\\_Ringelmann](https://es.wikipedia.org/wiki/Escala_de_Ringelmann)).

#### 3.5.6.7. Medidas de mitigación

Las principales medidas de mitigación de emisiones atmosféricas dependerán de la fuente sobre la que se desee actuar. Algunas de estas medidas se tomarán específicamente sobre los equipos, maquinaria o herramientas, mientras que otras se tomarán para determinadas condiciones atmosféricas.

En primer lugar, las emisiones producidas por el uso de motores de combustión interna (maquinaria, vehículos, equipos de trituración, generadores, etc.) se reducen significativamente producto del mantenimiento preventivo. El mantenimiento preventivo, a diferencia del mantenimiento correctivo, se anticipa a los posibles desperfectos manteniendo un funcionamiento óptimo y evitando emisiones adicionales producto de fallas en las máquinas o combustiones incompletas. Este mantenimiento incluye además los cambios de aceites y filtros, lavados, entre otros. Además, la utilización de combustibles libres de azufre reducirá al máximo las emisiones de  $\text{SO}_2$  aunque éste no sea el caso de Uruguay (el gasoil en dicho país tiene bajos tenores de azufre pero no está exento).

En cuanto a las voladuras, es inevitable las emisiones de PM, por lo que las medidas de mitigación consistirán fundamentalmente en mantener informada a la población cercana, evitar horarios laborales en los cuales se encuentren operativas escuelas y locales comerciales o industriales, y realizar un estudio adecuado del entorno previo al diseño de las voladuras.

Para el transporte de material en camiones, una buena práctica para evitar la emisión de polvo desde la caja es el recubrimiento de la carga con lona (ver Figura 3-38). Además, las emisiones de PM por rodadura disminuyen si los camiones favorecen la circulación por caminos pavimentados, lo cual no siempre es posible. Por lo tanto, en caso de pasajes por escuelas es razonable evitar los horarios de recreos, entradas y salidas.





Figura 3-38. Camión de carga con lona (extraído de <https://www.tauro.mx/accesorios-para-asegurar-tu-carga/>).

En lo referido a plantas y equipos de trituración, se cuenta habitualmente en el equipo con sistemas de control de emisiones que generalmente consisten en filtros de mangas. La eficiencia de los filtros de mangas dependerá del mantenimiento con el que éstos cuenten, siendo superior a un 99 % y que se pueden reducir las emisiones de PM a menos de 0,05 g por metro cúbico seco estándar (MINEM, 2007). Además, el humedecimiento del material a triturar también reduce las posibles emisiones de PM durante todo el proceso. Para el caso de las cintas transportadoras, las emisiones son generalmente inevitables debido a que el material debe ser transportado por la misma. No obstante, si dicha cinta no opera en forma “abierta” (es decir, a la intemperie) podría reducir significativamente las emisiones (ver Figura 3-31). A su vez, otra medida mitigatoria es priorizar la trituración de material con condiciones atmosféricas más favorables, por ejemplo, evitando días de fuertes vientos y baja humedad.

En el caso de emisiones de polvo de acopios, rodaduras y movimientos de suelos se verán reducidas mediante el humedecimiento de las superficies. Esta tarea se realiza generalmente mediante el pasaje de un camión regador, cuya acción hace que las partículas no puedan verse levantadas en caso de estar en el suelo debido a acciones adicionales que realiza el agua sobre las partículas (ver Figura 3-39).





Figura 3-39. Camión regador humedeciendo superficie a fin de evitar las emisiones por rodadura (extraído de <https://meteosim.com/medidas-mitigacion-entornos-mineros/>).

Además en el caso de que el levantamiento es inevitable, es posible rociar el penacho con agua lo que generará la sedimentación de las partículas suspendidas de la misma manera que lo realiza la lluvia. Existen equipos nebulizadores que realizan este trabajo, rociando con gotas de un diámetro tal que logran sedimentar las partículas de la fracción objetivo (ver Figura 3-40).



Figura 3-40. Cañón nebulizador rociando el penacho de una planta de procesamiento de áridos en una cantera (extraído de <https://www.interempresas.net/ObrasPublicas/Articulos/246396-Como-reducir-el-polvo-generado-en-las-canteras.html>).

### 3.5.7. Gestión de efluentes

#### 3.5.7.1. Introducción

La gestión de los efluentes generados en las actividades asociadas a la explotación de la cantera tiene como objetivo proteger de la contaminación y de la erosión tanto a los suelos como a los cuerpos de agua.

En ese sentido, se plantearán a continuación distintas medidas de gestión a fin de impedir que los efluentes causen estos perjuicios. En particular, en este acápite se tratarán los siguientes tipos de efluentes:

- Efluentes de lavado de maquinaria
- Escorrentía pluvial
- Efluentes de lavado de áridos

#### **EFLUENTES DE LAVADO DE MAQUINARIA**

El lavado constituye una tarea de gran importancia dentro del mantenimiento al que un equipo debe ser sometido. No solamente es importante estéticamente, sino que previene diversos perjuicios tanto sobre los componentes de la máquina como sobre las superficies (generalmente de chapa).

A su vez, es de rutina que luego de una determinada cantidad de horas de operación, la máquina deba ser sometida a cambios de aceite y filtros, lubricación de componentes y cargas de combustible. Por tanto, es inevitable que queden restos de hidrocarburos, grasas y otras sustancias en las superficies del equipo, que en el lavado pueden ser

arrastrados por la escorrentía del agua utilizada con las consecuencias de contaminar el suelo y el agua afectando a la flora y fauna contenidas en dichos medios.

Por su parte, el Decreto 253/979 limita la concentración de aceites y grasas que puede tener un vertido, sin permitir además la dilución en aguas no contaminadas. Además, si bien los hidrocarburos no están explícitamente indicados en los estándares de vertido más allá del parámetro “aceites y grasas”, el Art. 12 prohíbe el vertido cuando “puedan producir o dejar en libertad gases tóxicos, inflamables o explosivos”.

Por lo expresado anteriormente, debe evitarse que los efluentes de lavado de maquinaria alcancen al suelo natural o a los cuerpos de agua. A modo de mitigar estos efectos, es usual que se adopten, entre otras, las siguientes medidas:

- El lavado de maquinaria se realiza sobre una superficie impermeable y estanca que no permite escorrentías ni derrames
- El efluente es canalizado y conducido hacia un interceptor de aceites y grasas
- La carga de combustible y los cambios de aceite se realizan sobre bandejas de contención que no permiten el derrame
- En algunos casos, puede ser preferible realizar todas las tareas de mantenimiento –incluido el lavado– en un taller cercano

Un ejemplo de sistema de tratamiento a adoptar para una pista de lavado de maquinaria se presenta en la Figura 3-41.

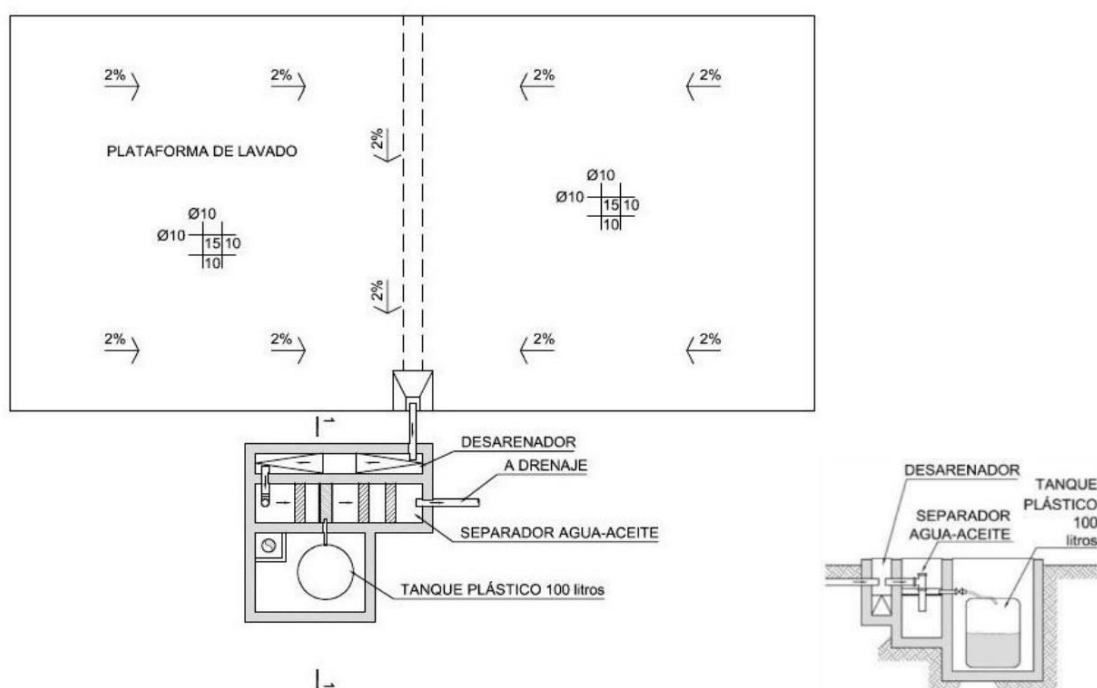


Figura 3-41. Ejemplo de pista de lavado de maquinaria con sistema de tratamiento (extraído de CVU, 2012).

## ESCORRENTÍA PLUVIAL

Dado que la explotación de una cantera genera cambios en la topografía, es posible que se generen afectaciones al patrón de escorrentía pluvial de la situación previa a la implantación, ya que los frentes de explotación se convierten en zonas bajas. En ese sentido, ocurren al menos dos tipos de impactos a ser abordados:

- Cambios en las direcciones de escorrentía, generando nuevos lugares en donde se acumula el agua.
- Afectación a la calidad del agua de escorrentía, debido a que luego del destape quedan zonas desnudas en las cuales se puede generar arrastre de material fino, aumentando la concentración de sólidos.

### Afectación a los patrones de escorrentía

Debido a los cambios en la topografía pueden generarse también alteraciones en las direcciones de escorrentía. Esto es debido a que se alteran pendientes, altitudes y se generan nuevas zonas bajas correspondientes a los frentes de explotación. Como consecuencia, se tiene que las aguas pluviales cambian su dirección y su velocidad de escorrentía debiéndose estudiar previamente a la fase de explotación.

Todo esto conlleva a que la gestión de las aguas pluviales en una explotación de este tipo cobre una gran importancia. Entre los problemas que puede aparejar una mala gestión pluvial se encuentran los siguientes:

- Acumulación de agua que interfiera con el frente de explotación, impidiendo que los trabajos se efectúen con normalidad (por ejemplo, que la maquinaria no pueda ingresar debido a que el frente se encuentra inundado)
- Acumulación de agua en lugares que no interfieren con el frente de explotación, pero que por efecto del sol y los nutrientes que se encuentren en el suelo, se genere una pequeña laguna proclive a tener problemas de eutrofización
- Procesos de socavación en superficies desnudas que han sufrido cambios bruscos de pendiente, que conlleven un aumento significativo en las velocidades y su posterior arrastre del material

Es natural que la escorrentía en la situación preoperacional se dirija hacia el punto más bajo del predio, el cual puede o no corresponder a un curso de agua (en zonas rurales éstos son, lógicamente, los destinos finales de las aguas). Por lo tanto, deberá preverse que, si bien los frentes de explotación cambiarán las direcciones de escorrentía, el punto bajo original del predio siga siendo el destino de escorrentía de las aguas. Esto evitará inundaciones en lugares imprevistos que puedan generar complicaciones en los trabajos o afectaciones a terceros (viviendas o locales cercanos, faja de uso público, lugares ambientalmente vulnerables, etc.).

Para efectivizar que las aguas sigan siendo vertidas hacia su dirección original, aun cuando se alteró la topografía del predio, deberá preverse un diseño hidráulico de



estructuras que capten y conduzcan el agua. Por ejemplo, en canteras de pequeño y mediano porte, se optará siempre por la canalización por gravedad, mientras que en proyectos grandes o que presenten una complejidad mayor, puede hasta preverse pozos de bombeo que permitan llevar el agua desde puntos más bajos a otros más altos.

### Gestión del efluente

Como consecuencia de las actividades de destape y cambios en las pendientes, se puede generar procesos erosivos debido a las altas velocidades de escorrentía superficial que, sobre suelos desnudos, generan arrastre de partículas del suelo, aumentando la concentración de sólidos en el agua de escurrimiento.

Este proceso podría generar afectaciones a la calidad del agua del curso receptor de las pluviales, debido a la alta carga de sólidos que pueda tener la escorrentía pluvial de la cantera. Debido a esto, se vuelve necesario acondicionar este efluente previo a su vertido hacia la zona natural de escurrimiento de las aguas.

El tratamiento convencional para la remoción de sólidos en un efluente consiste en la ejecución de una unidad de sedimentación. Estas unidades permiten que los sólidos decanten mediante una reducción de su velocidad de flujo, por lo que es una unidad que deberá almacenar el líquido durante este proceso, previo a su vertido. Por ello, es una unidad que requiere un correcto diseño hidráulico que incluya además un análisis de dónde ubicarlo, de manera de captar las aguas pluviales y retenerlas por un tiempo suficiente pero no excesivo.

La capacidad de dicha unidad se determinará de acuerdo a los eventos extremos de lluvia de diseño, para los cuales existen metodologías usuales de cálculo, que resultarán en un volumen de escorrentía total de la tormenta. En este caso, la recurrencia del evento seleccionado (es decir, el período de retorno) es un factor clave para el diseño ya que determinará la intensidad de lluvia a utilizar en los cálculos. La metodología usual de cálculo para el evento de diseño es el Método Racional, que se ha presentado en el acápite 3.4.1.1.

En cuanto a su funcionamiento, es necesario diseñar la geometría de la unidad de manera que permita la sedimentación de los sólidos del líquido que ingresa, sin que se viertan con el efluente. Usualmente, las unidades de este tipo que se utilizan en canteras corresponden a lagunas excavadas en tierra, que descargan mediante una canalización ubicada en la parte superior; esto evita que se viertan los sólidos decantados o parte de ellos. En la Figura 3-42 se presenta un esquema de una unidad de este tipo extraído del *Manual de Mejores Prácticas Ambientales* de CVU (2012).

En este caso, la partícula objetivo para el diseño de la unidad corresponderá generalmente a arenas retenidas en el tamiz N°70 (ASTM E-11) con diámetro 0,21 mm. En estos casos, realizar un diseño más exigente no resultaría necesario ya que

el transporte de sedimentos por escorrentía se generaría fundamentalmente con material arrancado de la cantera y no es usual que éstas se abran para la extracción de fracciones más finas (como limos y arcillas). De cualquier manera, este parámetro de diseño podría ajustarse de acuerdo a los proyectos de extracción.

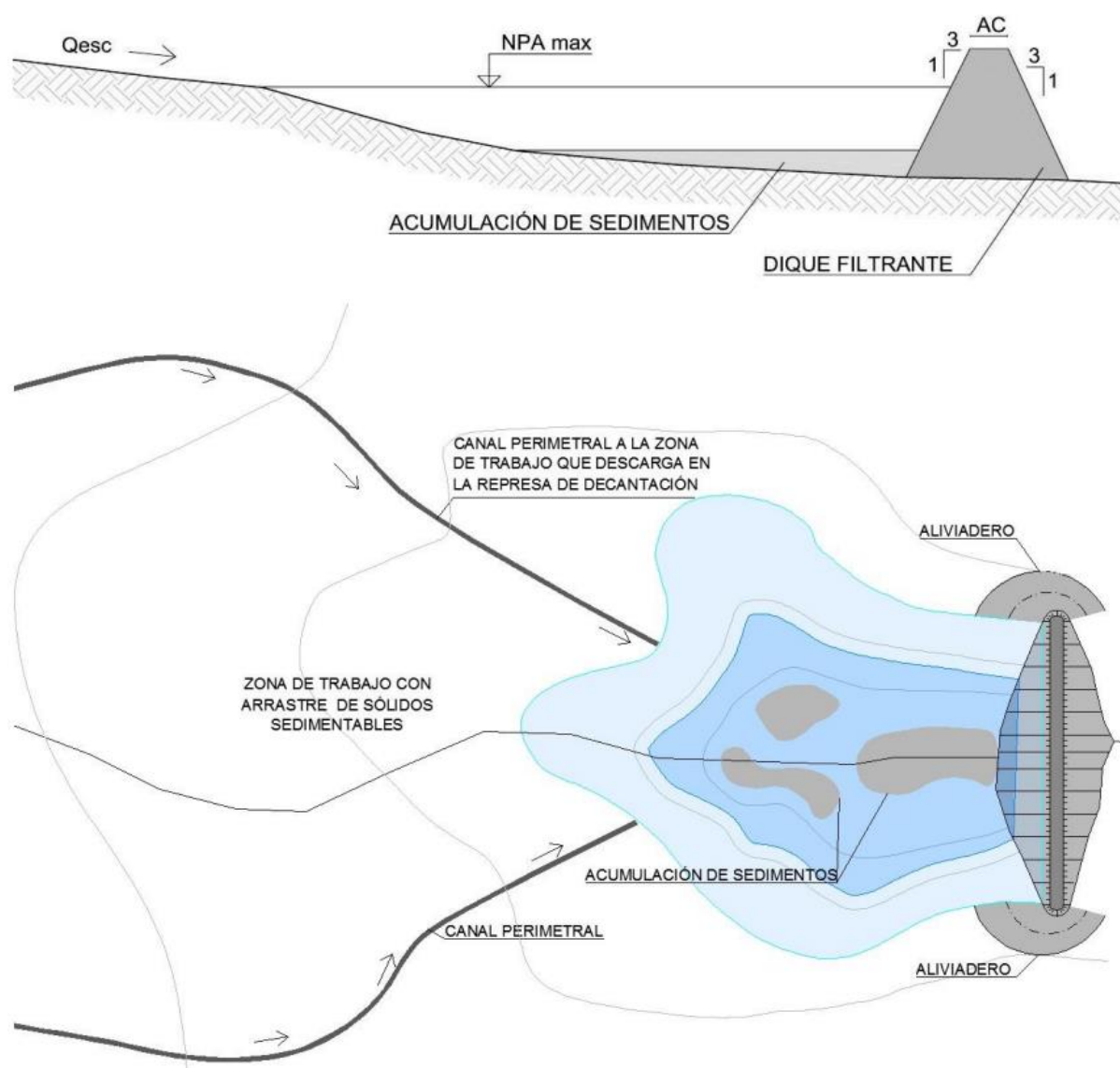


Figura 3-42. Esquema de unidad de sedimentación de aguas pluviales (extraído de CVU, 2012).

## EFLUENTES DE LAVADO DE ÁRIDOS

En cuanto a los efluentes generados en el lavado de áridos, éstos usualmente tendrán una alta carga de sólidos que superará el máximo permitido por el estándar para el vertido. Esto es consecuencia de que el árido extraído, en este caso piedra o grava, estará mezclado con material fino procedente del proceso de arranque del material por medios mecánicos.

Por este motivo, no está permitido el lavado de áridos sobre cursos de agua ya que afectará a su calidad. Por lo tanto, deberán removerse estos sólidos de manera de acondicionar el efluente previo al vertido. La manera más difundida y fácil (porque aprovecha una infraestructura que necesariamente debiera estar prevista) para realizar esta tarea, es realizar el lavado aguas arriba de la unidad de sedimentación que fue prevista para los pluviales, de manera de que el efluente sea sometido al tratamiento previo a su destino final.

Vale destacar que no necesariamente debe utilizarse dicha unidad para realizar esta tarea ya que puede preverse una unidad de sedimentación específica para el lavado de áridos. Sin embargo, utilizar la unidad prevista para los pluviales resulta generalmente ideal debido a su ubicación en los puntos topográficamente más bajos y cercanos a los cursos de agua.

### 3.5.8. Recuperación ambiental

Como se mencionó en el acápite 3.5.2.7, la recuperación ambiental refiere a todas las actividades destinadas a devolver al medio receptor a un estado ambientalmente aceptable, es decir, similar al preoperacional.

En ese sentido, la recuperación ambiental se centrará en revertir, en la medida de lo posible y a través de acciones humanas, los impactos causados por la operación de la cantera. No deberá confundirse recuperabilidad con reversibilidad, ya que esta última corresponde a una situación en la cual el impacto es revertido por el medio, sin mediar acciones humanas. En otras palabras, la recuperación ambiental tendrá como objetivo evitar la generación de *pasivos ambientales* causados por la operación.

El término “pasivo ambiental” tiene orígenes empresariales. En contabilidad, el pasivo es el conjunto de deudas y gravámenes de una empresa. Por lo que, un pasivo ambiental se entiende como la suma de deudas no canceladas con el ambiente, es decir, el conjunto de daños ambientales no compensados a lo largo de una actividad (Russi et al., 2002). Puede considerarse que la recuperación ambiental es la deuda a asumir que deberá cancelarse en la fase de abandono para evitar la generación del pasivo ambiental.

Como se mencionó anteriormente, la recuperación ambiental corresponde a una medida correctiva para la prevención de la generación de pasivos y, como tal, su correcta implementación se verá beneficiada en gran medida de la planificación. Dicha planificación es usualmente materializada mediante el desarrollo de planes y procedimientos. En particular, en el medio uruguayo el más difundido es el Plan de Recuperación Ambiental (PRA) exigido por DNV previo al cierre ambiental de las obras.



### 3.5.8.1. Principales actividades

Las actividades de recuperación ambiental dependerán en gran medida del tipo de actividad a la que corresponde. No obstante, cada obra o emprendimiento tendrá sus características particulares que diferenciarán su recuperación ambiental en relación a la de las demás.

En el caso de explotaciones de canteras para la obtención de áridos, el conjunto de actividades de recuperación ambiental dependerá de las características de la operación, así como del medio receptor. No obstante, las principales tareas a considerar de manera genérica son las siguientes:

- Limpieza del terreno: comprenderá tareas de retiro del campamento, instalaciones, equipos y residuos producidos durante la fase de implantación y operación
- Descompactación del terreno: consiste en escarificar (“arar”) el terreno, para que el suelo recupere su contenido de aire original y su permeabilidad, para permitir el crecimiento de flora y otros organismos
- Corrección del drenaje: son las tareas de movimiento de suelos que permitirán recomponer un patrón de escorrentía similar al original, evitando erosiones.
- Acondicionamiento del terreno: está asociado a las tareas de regularizar pendientes (tanto para corregir el drenaje como para conformar pendientes estables), realizar sembrado de pasto, entre otras

### 3.5.8.2. Planificación

#### **PLANES DE RECUPERACIÓN AMBIENTAL**

Como se mencionó anteriormente, la recuperación ambiental como herramienta de prevención se ve fuertemente beneficiada de una correcta planificación. En ese sentido, es usual la elaboración de Planes de Recuperación Ambiental (PRA), tanto como herramienta de gestión que facilita la planificación de las actividades y que a su vez permite aumentar la eficiencia en el uso de tiempo y recursos materiales, así como cumplir con las exigencias de las autoridades ambientales.

En el caso particular de explotaciones mineras, la recuperación ambiental debe estar contemplada en el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental para la expedición de las autorizaciones ambientales de implantación y operación (AAP y AAO respectivamente). Además, cobra importancia al momento de la revalorización o posterior utilización del terreno.

Vale destacar que, si bien la mayoría las tareas de recuperación ambiental son ejecutadas en la fase de abandono de la cantera, hay varias que se deben realizar conforme avanza el frente de explotación, por lo que es importante que la planificación de estas tareas sea realizada desde el momento de la confección del proyecto de explotación minera. Sin embargo, pueden surgir elementos imprevistos en la

operación que no hayan sido contemplados en los planes y que, de igual manera, podrán irse incorporando al mismo, sobre todo si esas situaciones son proclives de repetirse.

El MAV considera que todas las obras ejecutadas bajo su jurisdicción deberán contar con un PRA, el cual deberá estar elaborado por la Contratista y aprobado por la Administración. El objetivo del PRA, según el mencionado manual, es *“establecer las medidas para que las zonas afectadas por la realización de las obras vuelvan a estar en condiciones viables para su uso”* y contiene además lineamientos para su elaboración.

## **COSTOS ASOCIADOS**

En casos de explotaciones mineras con recuperaciones ambientales deficientes o parcialmente fallidas, las razones principalmente suelen encontrarse dentro de las siguientes:

- Malas prácticas
- Conocimiento insuficiente, tanto sobre buenas prácticas como de las tareas en sí mismas
- Planificación insuficiente
- Resistencia a incurrir en costos para dichas tareas

Los costos asociados a la recuperación ambiental de la explotación de canteras suelen ser una de las razones por las cuales la misma no se lleva a cabo. Es una tarea cuyo resultado no se ve reflejado en el éxito de la obra, y que además representa un gasto económico para el que realiza la explotación.

Dado que la recuperación ambiental generalmente es un requisito normativo y que representa un costo para la explotación minera, es razonable que al hacerse el proyecto de extracción se intente minimizar el gasto. Sin embargo, la manera de realizar esto último no es reduciendo el alcance de las tareas, sino que debería ser resultado de una correcta planificación.

En términos generales, existen costos asociados a la recuperación ambiental en todo el ciclo de explotación de la cantera, independientemente que ésta se realice o no en dichas fases. Esto se enlista a continuación de manera muy general:

- Costos de estudios previos a la explotación, que pueden o no formar parte de la Evaluación de Impacto Ambiental del emprendimiento minero
- Planificación de la recuperación ambiental a realizar, que puede incluir, entre otras cuestiones, cambiar modos de trabajo en la operación, previsión de tiempos y recursos a destinar, etc.
- Costos propiamente dichos de las tareas de recuperación (por ejemplo, horas de máquina y personal)
- Monitoreos posteriores, de ser necesarios

Un aspecto importante a tener en cuenta, y que se logra como resultado de una correcta planificación, es la posibilidad o capacidad de realizar la recuperación ambiental simultáneamente con la explotación. De ser esto posible, se lograría un abaratamiento importante al eliminar la duplicación de ciertas tareas. En algunos casos, los responsables mineros que operan la explotación argumentan que solo es posible realizar la recuperación de terrenos al finalizar la explotación o que constituye un sobre costo inabordable para algunas empresas (que supuestamente pondría en duda la viabilidad económica de la explotación), constituyendo, en muchos casos, maniobras que dilatan las actividades de recuperación y que obtienen como resultado que, a mediano o largo plazo, resulten en situaciones casi irreversibles para las zonas afectadas (ITGE, 1989). Aun hoy día, estos argumentos son utilizados – inadecuadamente- con el fin de no realizar la recuperación, para no incurrir en gastos equivocadamente considerados “extra”.

Desde hace varios años, las tendencias de gestión ambiental implican que la viabilidad de la explotación se analice internalizando los costos de recuperación ambiental, es decir, contemplando los costos de recuperación ambiental dentro de los costos de operación. De este modo, los costos involucrados en la gestión ambiental estarán incluidos en los costos de extracción del material y fabricación del árido, según corresponda. Al considerar que la recuperación ambiental constituye un porcentaje del costo de extracción se puede, por lo tanto, evaluar la viabilidad económica de la cantera considerando la recuperación ambiental antes de la fase de explotación. La Figura 3-43 muestra esquemáticamente esta manera de considerar el costo de recuperación, teniendo a la izquierda los costos de las tareas de obra para la recuperación ambiental y a la derecha las reservas económicamente explotables de la cantera, resultando en un costo de recuperación ambiental por unidad de material extraído (por ejemplo, costo de recuperación por tonelada extraída de material).

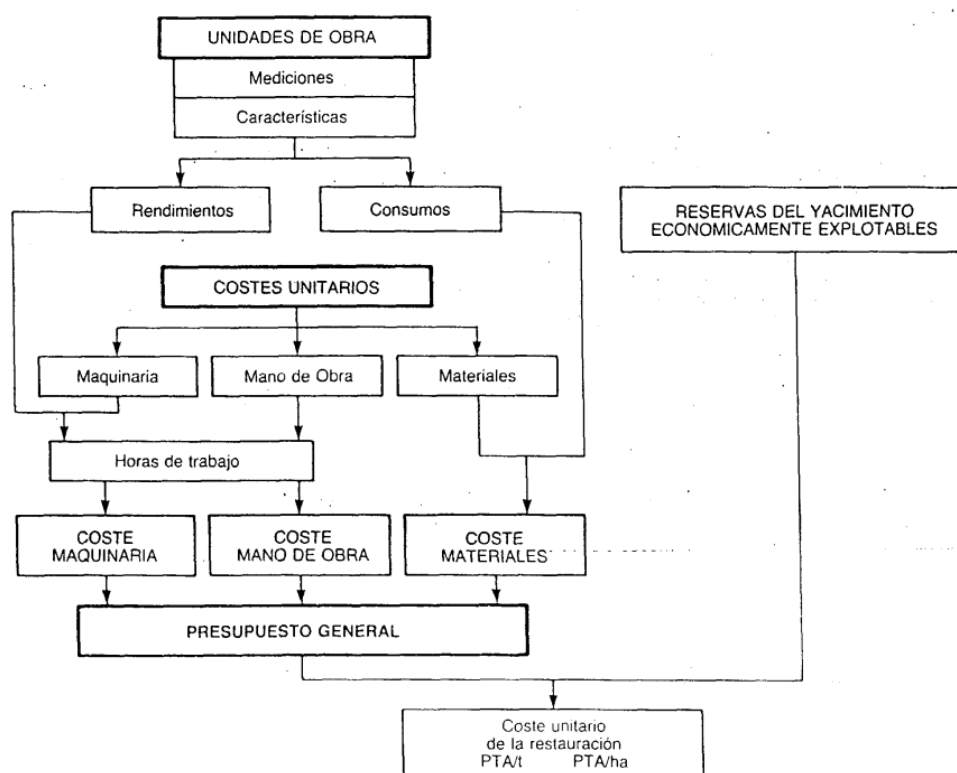


Figura 3-43. Metodología para la elaboración del presupuesto de restauración (extraído de ITGE, 1989).

Si bien esta metodología es presentada de manera muy genérica debido a su antigüedad, la misma puede ser adaptada a la realidad actual incorporando en el análisis, entre otros, los siguientes elementos:

- Costos del completo cumplimiento de las normativas de trabajo referidas a la Salud y Seguridad Ocupacional como, por ejemplo, la obligatoriedad de mantener los baños químicos y los servicios de bienestar (si es que se disponía de éstos) durante el tiempo en que transcurran las tareas de recuperación. Estos elementos podrían ser incluidos dentro de la categoría de “costo de mano de obra”
- Posibles contingencias que deberán estar oportunamente abordadas dentro de los Planes de Contingencias presentados en el proceso de solicitud de autorizaciones ambientales y/o de explotación minera. En ese sentido se deberán analizar los posibles costos adicionales que se tendrán en caso de ocurrir una contingencia y su riesgo en el análisis financiero de la cantera. Por ejemplo, en caso de un derrame se deberán considerar las horas de maquinaria adicionales, el material de absorción o los kits antiderrame, y la mano de obra adicional

En función de estos elementos, la adaptación de la metodología anterior puede realizarse fundamentalmente de dos maneras. Por un lado, puede agregarse los distintos elementos a cada una de las categorías (mano de obra, maquinaria y

materiales) o, por otro lado, puede desglosarse aún más el árbol de costos para incorporar los restantes elementos cuya categorización no resulta evidente. Por ejemplo, una manera de contabilizar estos costos de recuperación ambiental es a través de una correcta cotización del rubro “Gestión Ambiental” previsto en el MAV.

Existe además un concepto de carácter ecológico y ambiental que puede ser utilizado como herramienta de viabilidad financiera de estos proyectos, que es el “*potencial de restauración*”. El potencial de restauración es “*el nivel de restauración al que es factible llegar, de acuerdo con la oferta ambiental, el potencial biótico y sociodinámico y los objetivos de la restauración*” (DAMA, 2000). Es importante observar que este concepto se encuentra implícito en el análisis anteriormente presentado, y que el potencial de restauración puede ser considerado también un indicador económico – financiero de la viabilidad de explotación de una cantera. Es decir, un predio con un muy bajo potencial de restauración requerirá de un alto costo para las tareas de recuperación ambiental, lo que a su vez incrementaría significativamente el costo unitario de explotación de la cantera, pudiendo peligrar la viabilidad financiera del proyecto.

Cada cantera, y cada porción de una cantera, tiene un potencial de restauración distinto, pudiendo llegar a más de diez veces el costo por superficie de revegetación, por ejemplo. A su vez, en algunos casos podrá ser posible la reimplantación de ecosistemas primitivos, mientras que en otros solo se podrá realizar la recuperación paisajística o el acondicionamiento del terreno para destinarlo a otros usos (habitacional, industrial, recreativo, etc.).

Para la determinación del potencial de restauración existen varios métodos, los cuales no son objeto de este estudio. No obstante, se presenta de manera somera el procedimiento a seguir para realizar dicha tarea.

En primer lugar, debe considerarse que en Uruguay hay una buena cantidad de datos cartográficos (disponibles en DINAMA, DINAMIGE, IDE, etc.) que permitirán realizar cruces entre ellos para analizar qué elementos se encuentran en el área de influencia. A partir de ello se puede analizar los diferentes elementos constitutivos del paisaje como geología y geomorfología con los elementos biológicos como unidades ecológicas y vegetación, de manera de caracterizar el potencial biofísico. Luego, a partir de las actividades humanas y los posibles conflictos con el proyecto en el área de influencia se puede determinar el potencial sociodinámico. Finalmente, puede determinarse el potencial de restauración resumiendo la metodología presentada en la Figura 3-44 (Bohórquez, 2013).

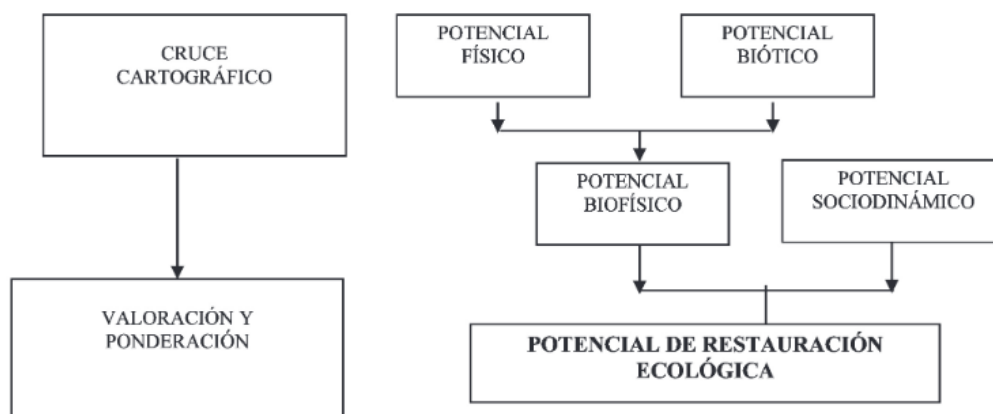


Figura 3-44. Esquema de la metodología para determinar el potencial de restauración (extraído de Bohórquez, 2013).

En conclusión, el potencial de restauración puede considerarse como una herramienta al momento de la planificación de la explotación minera. Además, puede resultar de utilidad al momento de proponer las medidas de recuperación ambiental en la instancia de Evaluación de Impacto Ambiental y, por ende, en la solicitud de autorizaciones ambientales, ya que una vez aprobadas se tendrá un panorama suficientemente definido para diseñar los planes de recuperación y contar con un esquema de costos fiable para concluir la viabilidad financiera. En consecuencia, este concepto puede utilizarse no solo como un indicador exclusivamente ambiental, sino como un indicador financiero del proyecto.

Otro aspecto a tener en cuenta en el análisis económico – financiero, que suele ser fácilmente omitido, es el valor económico o la utilidad remanente que pueda tener el terreno posterior a la explotación. En Uruguay, es usual que se alquile el terreno para realizar la explotación por lo que la recuperación puede, además de tener un beneficio de carácter ambiental, tener un beneficio para el propietario una vez finalice el arrendamiento del terreno. Una posibilidad muy comúnmente utilizada, es el acondicionamiento de la excavación para que la misma pueda servir como tajamar. No obstante, existen varias formas de revalorizar el terreno una vez realizada la recuperación ambiental, poniendo como ejemplo las siguientes:

- Sitio de disposición final de residuos que deberá estar oportunamente regulado y autorizado (por ejemplo, un relleno sanitario)
- Destino a vivienda, principalmente casas rurales
- Locales comerciales
- Colocación de pastizales con destino agropecuario
- Lugares de recreación, por ejemplo, parques



### 3.5.8.3. Metodología de evaluación

#### **EVALUACIÓN PAISAJÍSTICA**

Uno de los indicios más evidentes de la existencia tanto de la explotación minera como de la efectividad de las tareas de recuperación ambiental es la afectación al paisaje. El paisaje constituye a un recurso natural que se “consume” en una explotación minera, al igual que el material árido que se extrae. Entonces, puede definirse como el conjunto de interrelaciones derivadas de la interacción entre geomorfología, clima, vegetación, fauna, agua y modificaciones antrópicas (MOPT, 1993a).

El paisaje constituye, tanto en arquitectura como en gestión ambiental (entre otras disciplinas), un recurso de características muy particulares. Es un recurso natural escaso, valioso y con demanda creciente, fácilmente deteriorable y difícilmente renovable (Muñoz-Pedreiros, 2004). Además, en el caso de canteras de áridos es un recurso que suele ser ignorado por ubicarse generalmente en zonas rurales, despobladas y no contenidas en áreas de protección ambiental. Constituye un recurso difícilmente renovable por la irreversibilidad del proceso de extracción que constituye una actividad de minería a cielo abierto; no obstante, está en quienes realizan la operación aumentar al máximo, mediante una correcta recuperación, el nivel de reversibilidad de los impactos paisajísticos mitigando en lo posible el hecho de que el recurso paisaje sea difícilmente renovable.

Un posible indicador para la correcta recuperación ambiental es utilizar como herramienta la evaluación paisajística de manera de poder realizar la correcta planificación y determinación del alcance de las tareas de recuperación necesarias para minimizar los impactos visuales y paisajísticos de la explotación minera.

La evaluación paisajística equivaldrá, en la perspectiva temporal, a una fotografía instantánea que podrá ser comparada con una fotografía homóloga del futuro, como por ejemplo una vez finalizada la fase de operación o la recuperación ambiental. La utilización de esta herramienta permitirá cuantificar las pérdidas o ganancias de paisaje, los agentes de destrucción y facilitará la determinación de las medidas mitigatorias. Vale destacar que el área de influencia del proyecto para la evaluación no está limitada a la localización del proyecto sino a los posibles lugares que cuenten con observadores actuales o potenciales (Muñoz-Pedreiros, 2004). Es importante tener en cuenta esto último, ya que la afectación paisajística afecta a todos aquellos que puedan llegar a tener contacto visual con el lugar para apreciarla.

De acuerdo con esto, se puede entender al paisaje como la conjunción de dos componentes: una imagen real (denominada base paisajística) y una subjetiva correspondiente a la percepción de los observadores (Gómez Villarino, 2012).

Si bien no es objetivo de este trabajo ahondar en los métodos de evaluación, se presentarán algunos conceptos generales sobre los mismos. Existen diversos

métodos para evaluar el paisaje, clasificándolos como directos e indirectos. Los métodos directos valoran el paisaje mediante la contemplación total y de una sola vez, mientras que los métodos indirectos describen cada componente o los categorizan para describirlos (Muñoz-Pedreiros, 2004). Intuitivamente, puede considerarse que los primeros tendrán una mayor carga de subjetividad y los últimos, una mayor complejidad.

Para la evaluación del paisaje es útil dividir a la base paisajística en unidades que permitan el estudio, y que compartan características propias. Estas unidades se denominan Unidades de Paisaje (UP), y son divisiones de la totalidad del terreno a estudiar. Una UP es una división lo más homogénea posible en relación a su valoración paisajística y su fragilidad, siendo esta homogeneidad dependiente en parte de la escala de trabajo y, por tanto, más homogéneas conforme disminuya esta última (Muñoz-Pedreiros, 2004).

Las UP pueden establecerse en base a los aspectos considerados como definatorios del paisaje o que tengan una identidad propia en común, por ejemplo, la vegetación o el relieve. Una vez determinado dicho aspecto, que constituye el componente central de la zona de estudio, puede procederse a cartografiar las zonas homogéneas en base a dicho aspecto, las cuales constituirán las UP. Una vez generadas las UP, pueden agregarse los restantes componentes para realizar la evaluación o el análisis (MOPT, 1993a). Por ejemplo, si se realiza un análisis con la vegetación como componente central, las UP a delimitar pueden ser praderas, cultivos, bosques, parques, matorrales, arbustos, etc.

Al momento de realizar el análisis, debe considerarse una lista de adjetivos que describan cada UP, a los que pueden o no asignarse valores numéricos, de manera de asignarles el valor paisajístico. Esto puede ser realizado mediante análisis de preferencias de un grupo de personas, valoración de expertos independientes, valoración de varios parámetros adimensionales según distintos componentes del paisaje, valoración de singularidades, entre otros. En lo que refiere a la percepción, que es una característica subjetiva, la valoración se hará a través de lo que se denomina la *intersubjetividad*, es decir, el consenso entre distintos actores involucrados (expertos, vecinos, usuarios, etc.) (Gómez Villarino, 2012).

Finalmente, el otro aspecto importante a ser considerado en el estudio del paisaje es la fragilidad del mismo. Este es un aspecto crucial en la planificación de la explotación minera, ya que determina qué tan susceptible es el paisaje a ser afectado. Esto es, en un proyecto localizado en una zona de gran fragilidad paisajística, cobra gran importancia el estudio de impacto paisajístico previo a la implantación, de manera de planificar las medidas mitigatorias correspondientes. Esto permitirá reducir la afectación lo más posible, así como los costos asociados a la correcta recuperación ambiental y paisajística.

La fragilidad visual corresponde a la capacidad de respuesta de un paisaje frente a un uso del mismo, y su correspondiente grado de deterioro ante un cambio en alguna de sus propiedades, estableciendo su vulnerabilidad (MOPT, 1993a). La fragilidad del paisaje podrá estar determinada por distintos métodos; sin embargo, el conjunto de variables a ser consideradas es generalmente similares al utilizado para la determinación de las UP:

- Factores biofísicos (flora, fauna, suelos, relieve, etc.)
- Factores antrópicos, de valor histórico y cultural, conflictos, etc.
- Accesibilidad, que junto con los factores biofísicos y antrópicos, colabora con la fragilidad visual al aumentar la demanda visual del lugar. Esta accesibilidad estará dada por la distancia a poblados, establecimientos, carreteras, etc.
- Elementos complementarios (eventos climáticos, ruidos, colores, olores, etc.)

### **CARACTERIZACIÓN DE LA SITUACIÓN PREOPERACIONAL**

En todo proyecto u obra en el que se requiera realizar una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), la caracterización de la situación preoperacional cobra gran importancia. La exhaustividad con la que se haga la misma será determinante en la precisión que podrán tener las conclusiones de dicho EIA, ya que corresponderá a su “estudio de línea de base”.

Según Conesa Fernández (1994), un estudio de línea de base consiste en “*un diagnóstico situacional que se realiza para determinar las condiciones ambientales de un área geográfica antes de ejecutarse el proyecto, incluye todos los aspectos bióticos, abióticos y socioculturales del ecosistema*”.

En el caso de una explotación minera, como el de una cantera de materiales pétreos, el estudio de línea de base deberá caracterizar tanto a la fauna y flora del emplazamiento, así como el medio físico que va a ser alterado (medio acuático, aéreo, etc.) y el socio-cultural (relacionado con las actividades humanas). Dado que estos emprendimientos usualmente se encuentran en medio rural, es menos frecuente la realización de líneas de base de calidad de aire o acústica pero sí de calidad de agua, flora y fauna, así como de elementos arqueológicos.

A modo de ejemplo, se enlista a continuación un conjunto de posibles actividades relacionadas a estudios de línea de base para emprendimientos de este tipo:

- Inspecciones al lugar
- Registros fotográficos
- Relevamiento de la ubicación de viviendas, centros educativos e industriales cercanos
- Caracterización de especies de fauna y flora presentes
- Contrastación con el listado de áreas protegidas nacionales y con las especies que cuentan con algún grado de protección

- Caracterización arqueológica mediante inspección por técnico idóneo
- Caracterización topográfica y del drenaje natural
- Mediciones de calidad de aire, agua, suelos y de ruido

El listado anterior, si bien pretende ser genérico y exhaustivo, puede que no se ajuste a la totalidad de las explotaciones mineras.

Finalmente, de acuerdo a este estudio, podrá realizarse la evaluación del paisaje en la situación preoperacional, de manera de poder evaluar posteriormente los impactos ambientales generados por la operación.

## **EVALUACIÓN DEL IMPACTO**

Luego de la caracterización y determinación de los elementos del medio que se verán afectados por la implantación del proyecto u obra, se debe proceder a determinar los impactos ambientales a ser evaluados. La evaluación de los impactos ambientales de un proyecto u obra, generalmente realizada en los Estudios de Impacto Ambiental (EslA), consiste en expresar con un valor numérico la incidencia del impacto en el medio a través de la utilización de los métodos de valoración de impactos ambientales. Existen diversos métodos en la bibliografía, siendo el de Conesa Fernández (1994) el más difundido.

Este método reúne varias características del impacto, las valoriza y devuelve un valor numérico a ser asociado al impacto. Dicho valor numérico se corresponde a la “importancia del impacto”. A continuación, se enlistan las características consideradas por el método y las categorías previstas en cada caso:

- Naturaleza: beneficioso o perjudicial
- Intensidad: baja, media, alta o total
- Extensión: puntual, parcial, total o crítica
- Momento: largo plazo, mediano plazo, inmediato o crítico
- Persistencia: fugaz, temporal o permanente
- Reversibilidad: corto plazo, mediano plazo, irreversible o irrecuperable
- Sinergia: no sinérgico, sinérgico o muy sinérgico
- Acumulación: simple o acumulativo
- Efecto: indirecto o directo
- Periodicidad: irregular, periódico o continuo
- Recuperabilidad: de manera inmediata, a mediano plazo, mitigable o irrecuperable

Luego, de acuerdo a cómo se valorizan estas características (de acuerdo a una clasificación particular de cada una), se procede a calcular la importancia del impacto (*I*) de acuerdo a la Ecuación 3.17.

$$I = \pm(3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC) \quad (3.17)$$

Donde:

- *IN* es la intensidad
- *EX* es la extensión
- *MO* es el momento de aparición
- *PE* es la persistencia
- *RV* es la reversibilidad
- *SI* es la sinergia (agregación de impactos)
- *AC* es la acumulación
- *EF* es el tipo de efecto
- *PR* es la periodicidad
- *MC* la recuperabilidad

Cómo se valorizan estas características, depende de las categorías que presente cada una de las mismas. Por ejemplo, la intensidad se clasifica como Baja (1), Media (2), Alta (4), Muy Alta (8) y Total (12). El criterio con el que se clasifica dentro de cada característica resultará del método de cuantificación de los impactos sobre el factor ambiental. Por ejemplo, existen métodos para cuantificar el impacto sobre la calidad de aire de distintos procesos y a través de ellos se podrá determinar la intensidad del impacto. Esta cuantificación de impactos permite, de modo numérico y objetivo, establecer los impactos críticos del proyecto u obra de manera de priorizar las acciones mitigatorias sobre los mismos.

Las metodologías usuales de valorización de impactos se basan generalmente en metodologías anteriores, por ejemplo, el Método de Batelle-Columbus. Este método fue originalmente elaborado para la planificación y gestión de recursos hídricos en Estados Unidos que, si bien su utilización se ha generalizado a otros tipos de proyectos, los valores asignados a cada índice de ponderación corresponden a determinados tipos de proyectos y por lo tanto deberían ser revisados para su correcta generalización. Además, cuenta con la desventaja que no contempla los impactos indirectos y los resultados de los impactos que se obtienen son considerados en relación a la línea de base.

De acuerdo a lo anterior, la utilización del método podría verse restringida a los siguientes casos:

- Medir el impacto ambiental de proyectos que versen sobre recursos hídricos, a escala micro
- Planificar los impactos ambientales a mediano y corto plazo de proyectos que se presuman de impactos mínimos, a escalas más grandes

La metodología se basa en una lista de indicadores de impacto con 78 parámetros a considerarse por separado, que indican la representatividad del impacto ambiental a valorar. Además, estos parámetros deberán contar con las siguientes características:

- Representen la calidad del factor o parámetro considerado
- Sean de fácil medición cuantitativa o, al menos, cualitativamente
- Respondan a las exigencias del proyecto
- Sean evaluables a nivel de proyecto

Los impactos ambientales se cuantifican a través de funciones de transformación y se ponderan de acuerdo a la importancia o peso del factor ambiental afectado. Finalmente, se calcula el impacto ambiental total sobre el factor de acuerdo a la Ecuación 3.18.

$$IA_{Tj} = \sum_j P_j \times A_j \quad (3.18)$$

Donde:

- $IA_{Tj}$  es el impacto ambiental total sobre el factor ambiental j
- $P_j$  es el índice de ponderación del factor ambiental j
- $A_j$  es el impacto ambiental sobre el factor ambiental j, que debe estar normalizado.

## DETERMINACIÓN DE ACCIONES DE RECUPERACIÓN

La determinación de las acciones necesarias para llevar a cabo las tareas de recuperación resultará de la planificación y la evaluación de los impactos ambientales que puedan resultar de la fase de operación de la cantera. Este proceso no necesariamente será lineal, ya que ambos elementos pueden retroalimentarse resultando en un proceso iterativo que eventualmente obtendrá mejores resultados e indicará con mayor precisión un conjunto de actividades necesarias de recuperación ambiental y sus respectivos metrajes o cantidades. Esto último se corresponde con la fase de proyecto de la explotación minera, por lo que todo esto se realiza previamente a la apertura de la cantera.

En la fase de operación de la cantera, así como una vez finalizada la misma, es posible que hayan surgido imprevistos o que se encuentren desviaciones con el plan de recuperación inicialmente previsto, sobre todo en los metrajes de las actividades a realizar (por ejemplo, horas de máquina necesarias o superficies a empastar). Vale destacar que es una buena práctica que el plan de recuperación se comience a realizar previamente a la fase de operación para iniciar esta última con una primera versión orientativa o estimada con ánimos de prever las actividades necesarias. No obstante, dicho plan deberá irse ajustando durante la fase de operación hasta llegar a la clausura de la explotación con el plan lo más completo posible de manera de



tener planificada completamente la recuperación, minimizando los imprevistos, tanto en costos como en plazos, así como mejorando los resultados.

## **INFORME FINAL**

La elaboración de un documento que refleje o evidencie la correcta ejecución de las actividades de recuperación ambiental constituye en sí misma una buena práctica para cualquier tipo de emprendimiento o actividad que interactúe con el ambiente, más aún si éste requirió ser sometido a un proceso de Evaluación de Impacto Ambiental.

Este informe no solo puede ser elaborado como una buena práctica de gestión ambiental, sino que también puede resultar una garantía y un respaldo para el operador de la cantera ante futuras inspecciones de predio, ya sea por parte del propietario (ya que muchos de estos terrenos son arrendados) como de las autoridades ambientales.

## 4. FICHAS AMBIENTALES DE ACTIVIDAD

### 4.1. Introducción

En los capítulos anteriores se identificaron las debilidades más recurrentes en la gestión ambiental de las obras de puentes de la DNV, y se realizó una revisión bibliográfica sobre dichos aspectos. No obstante, en este capítulo se intentará abarcar lo más posible a todas las actividades de la obra que estén asociadas a la gestión ambiental.

En primer lugar, se identificará un conjunto lo más exhaustivo posible de actividades relacionadas a la gestión ambiental que formen parte de una obra de puentes. Esto no quiere decir que no existan otras actividades que puedan formar parte de obras en particular, sin embargo se tomarán en cuenta las actividades más usuales que obviamente están relacionadas con las tecnologías y el conocimiento local en materia de procedimientos constructivos y de gestión.

A partir de dicho conjunto de actividades, se generará una serie de fichas que se denominarán “Fichas Ambientales de Actividad”. Para cada actividad, en su correspondiente ficha se propondrán, entre otras cosas, los lineamientos y recomendaciones para realizar una correcta gestión.

Si bien la estructura de los contenidos de las fichas se detallará más adelante, éstos últimos buscan responder a las posibles necesidades que se generarán en una determinada obra de puentes, tanto para la concepción de las prácticas de gestión ambiental que se desarrollarán en cada obra en particular como para el seguimiento y control de dicha gestión.

Se especifica además que estas fichas no contarán con citas bibliográficas, ya que pretenden ser un material ligero y de fácil consulta. No obstante, vale destacar que la información incluida en las mismas proviene de alguna de las siguientes fuentes:

- Experiencias de gestión ambiental en obras de DNV
- Base de datos del SEGAO de la DNV
- Mismas fuentes de bibliografía utilizadas para el resto del trabajo
- Normativa nacional vigente

### 4.2. Estructura de las Fichas

Cada ficha tendrá la misma estructura aunque, sin embargo, puede ser que algunas de las entradas a la misma no apliquen a todas las actividades. Se realiza de esta manera a modo de facilitar la lectura y la comparación entre las mismas.

La estructura de las fichas constará de múltiples entradas, las cuales se explican a continuación:

- Código de la ficha: cada ficha tendrá un código identificador de manera de ordenarlas y facilitar su búsqueda. El sistema de codificación se explicará más adelante.
- Título de la ficha: será el nombre con el que se identifica a la actividad, por ejemplo, “Gestión de efluentes de producción de hormigón”.
- Objetivos: se identifica el objetivo de los procedimientos asociados a la actividad.
- Aspectos ambientales: se identifican los aspectos ambientales involucrados.
- Factores ambientales: se identifican los factores ambientales potencialmente impactados.
- Normativa aplicable: normativa legal aplicable a la actividad.
- Instalaciones, equipos y suministros: se identifican los recursos necesarios para llevar a cabo la actividad.
- Procedimiento: se proponen lineamientos o procedimientos de manera de llevar a cabo las buenas prácticas.
- Parámetros de control: son aquellos con el que se determina el cumplimiento de la normativa o la eficiencia de los procedimientos aplicados.
- Indicadores de desempeño: son los que determinan el nivel de actividad, así como de la utilización de recursos.
- Prácticas recomendadas: lineamientos adicionales para mejorar la implementación de los procedimientos propuestos.
- Prácticas no recomendadas: son aquellas prácticas que no se consideran correctas desde el punto de vista de la gestión ambiental y, por lo tanto, no se deberían aplicar.

Además, el contenido de las fichas se apoyará en material fotográfico, el cual fue extraído de la base de datos del SEGAO y de consultorías ambientales anteriores realizadas para la DNV. Del conjunto de fotografías seleccionadas, se identificarán aquellas que corresponden a prácticas negativas a través de la utilización del color rojo en el pie de la figura. Es importante aclarar que, con el fin de mantener el anonimato de las personas y las empresas constructoras, algunas de las fotos fueron modificadas para ocultar los rostros, logotipos y las matrículas de los vehículos.

### 4.3. Identificación de las Fichas

Como se mencionó anteriormente, cada ficha tendrá un código identificador. Dicho código constará de una letra y un número, con el objetivo de clasificarlas y ordenarlas. Esto es, la letra inicial indicará el grupo en la que se encuentra la ficha y el número la identificará dentro del mismo.

Los grupos se corresponderán a distintas temáticas de gestión ambiental dentro de la obra, de manera de agrupar a todas las fichas que comparten la misma temática. Los grupos con su correspondiente letra identificadora se presentan en la Tabla 4-1.

**Tabla 4-1. Grupos temáticos de las Fichas Ambientales de Actividad.**

<b>Grupo</b>	<b>Descripción</b>
A	Autorizaciones ambientales
B	Instalaciones accesorias
C	Procedimientos constructivos
D	Gestión de residuos sólidos
E	Gestión de efluentes
F	Manejo de sustancias
G	Recuperación ambiental
H	Otros

Luego de identificados los grupos se realiza el índice de fichas de manera de facilitar la búsqueda por temática y por actividad.

#### 4.4. Índice de las Fichas

En este apartado se presenta en la Tabla 4-2 el índice de fichas con su código correspondiente.

**Tabla 4-2. Índice de Fichas Ambientales de Actividad.**

<b>Código</b>	<b>Actividad</b>
<b>GRUPO A – AUTORIZACIONES AMBIENTALES</b>	
A01	Autorizaciones ambientales para la obra
A02	Autorizaciones ambientales para la explotación de cantera y/o préstamos
<b>GRUPO B – INSTALACIONES ACCESORIAS</b>	
B01	Implantación de obradores y sus instalaciones accesorias
B02	Elementos del frente de obra
B03	Explotación de canteras y zonas de préstamos
B04	Operación de trituradoras de piedra

B05	Operación de plantas de hormigón
B06	Operación de plantas asfálticas
B07	Mantenimiento de la maquinaria y operación de talleres
B08	Manejo de acopios
<b>GRUPO C – PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS</b>	
C01	Demolición de estructuras existentes
C02	Ejecución de ataguías
C03	Limpieza de vegetación
<b>GRUPO D – GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS</b>	
D01	Planificación de la gestión de residuos sólidos
D02	Gestión de residuos sólidos asimilables a domésticos
D03	Gestión de residuos de poda
D04	Gestión de baterías usadas
D05	Gestión de aceites y filtros usados
D06	Gestión de neumáticos usados
D07	Gestión de material a depósito
D08	Gestión de residuos de fresado
D09	Gestión de escombros y lodos de lavado de hormigón
D10	Gestión de madera y chatarra
D11	Gestión de material contaminado y otros residuos especiales
<b>GRUPO E – GESTIÓN DE EFLUENTES</b>	
E01	Gestión de efluentes sanitarios
E02	Gestión de aguas pluviales

E03	Gestión de efluentes de lavado de maquinaria
E04	Gestión de efluentes de producción de hormigón
<b>GRUPO F – MANEJO DE SUSTANCIAS</b>	
F01	Manejo de aceites y combustibles
F02	Manejo de diluidos y emulsiones asfálticas
F03	Manejo de sustancias tóxicas o peligrosas
<b>GRUPO G – RECUPERACIÓN AMBIENTAL</b>	
G01	Planificación de las tareas de recuperación ambiental
G02	Recuperación ambiental en frentes de obra y faja pública
G03	Recuperación ambiental en instalaciones
G04	Recuperación ambiental en canteras
<b>GRUPO H – OTROS</b>	
H01	Presentación de la documentación ambiental
H02	Comunicación e interacción con la sociedad
H03	Monitoreo de variables ambientales
H04	Plan de capacitación
H05	Previsión de pasaje de fauna
H06	Manejo ambiental de derrames e incendios


#### 4.5. Contenido de las Fichas

Finalmente, se presentan a continuación las Fichas Ambientales de Actividad contenidas en la Tabla 4-2.



<b>Ficha:</b> <b>A01</b>	<b>Autorizaciones ambientales para la obra</b>
<b>Objetivos</b>	Establecer si la obra requiere de la expedición de autorizaciones ambientales, en particular, de la Autorización Ambiental Previa. En caso de ser necesaria, solicitar y tramitar la misma, dando cumplimiento a la normativa.
<b>Aspectos ambientales</b>	No aplica.
<b>Factores ambientales</b>	No aplica.
<b>Normativa aplicable</b>	- Decreto 349/005 – Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental y autorizaciones ambientales
<b>Instalaciones, equipos y suministros</b>	No aplica.
<b>Procedimientos</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1- Establecer si la obra a ejecutar queda comprendida en los numerales 1 y/o 3 del Art. 2 del Decreto 349/005. Esto es:             <ol style="list-style-type: none"> <li>a- Verificar si se modificará el trazado de la faja de dominio público con afectaciones superiores a 10 hectáreas.</li> <li>b- Verificar si realizarán fundaciones nuevas, para el caso de puentes existentes a modificar (entendiéndose que, para puentes nuevos, esto es inevitable).</li> </ol> </li> <li>2- De estar comprendida la obra en dicho artículo del decreto, se deberá proceder con el trámite de la SAAP (Solicitud de la Autorización Ambiental Previa). Las etapas a proseguir son las siguientes:             <ol style="list-style-type: none"> <li>a- Comunicación de Proyecto (inevitable).</li> <li>b- Clasificación de proyecto. Si ésta resulta en Categorías B o C, seguirán las siguientes etapas:                 <ol style="list-style-type: none"> <li>i- Solicitud de AAP mediante Estudio de Impacto Ambiental sectorial (si la categoría fuera B) o completo (si la categoría fuera C).</li> <li>ii- Puesta de Manifiesto.</li> <li>iii- Audiencia Pública (si la Categoría es C o, en casos excepcionales, si la autoridad ambiental lo solicitara en forma expresa).</li> </ol> </li> </ol> </li> </ol>

<b>Ficha:</b>  <b>A01</b>	<b>Autorizaciones ambientales para la obra</b>
	<p>c- Resolución Ministerial, mediante la cual se otorga la AAP.</p> <p>3- Una vez obtenida la AAP, se puede proceder con el comienzo de las obras. Se destaca que pueden existir exigencias de la autoridad ambiental a cumplir antes o durante el periodo de construcción y/u operación.</p> <p>4- Asegurar el cumplimiento de las condiciones exigidas por la autoridad nacional en la AAP. Pueden existir además, etapas de control e inspección por parte de dicha autoridad.</p>
<b>Parámetros de control</b>	No aplica.
<b>Indicadores de desempeño</b>	No aplica.
<b>Prácticas recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La Clasificación A no autoriza al comienzo de los trabajos, sino que indica que algunas etapas del proceso de obtención de la AAP no se aplicarán, por lo que se deberá esperar por la Resolución Ministerial.</li> <li>- Incluir dentro de los Planes (de gestión, de recuperación ambiental, etc.) todos aquellos procedimientos que aseguren el cumplimiento de las condiciones a partir de las cuales se otorgó la AAP.</li> <li>- Incluir las condiciones impuestas por la autoridad ambiental para otorgar la AAP en los procedimientos de auditoría interna del Constructor, de manera de asegurar el cumplimiento de las mismas.</li> </ul>

<p>Ficha: <b>A01</b></p>	<p><b>Autorizaciones ambientales para la obra</b></p>	
	 <p>Ministerio de Ambiente</p> <p><b>DIRECCIÓN NACIONAL DE CALIDAD Y EVALUACIÓN AMBIENTAL              CERTIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE PROYECTO</b></p> <p>Montevideo, fecha 8 de febrero de 2022.</p> <p>Dando cumplimiento a lo establecido por el REGLAMENTO DE EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL Decreto 349/05 DEL 21 DE SETIEMBRE DE 2005, y en vista de la información presentada:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- con fecha: 28 de julio de 2021</li> <li>- por: Dirección Nacional de Vialidad – Ministerio de Transporte y Obras Públicas</li> <li>- para el proyecto: Ruta 19 ensanche, refuerzo y adecuación de accesos de los puentes sobre el arroyo San Miguel principal y secundario (Exp.: 2021/14000/005602)</li> <li>- ubicado en: Ruta 19 en la 5ª sección catastral y judicial del departamento de Rocha, entre las progresivas 8km000 y 8km400.</li> </ul> <p>se indica que el mismo ha sido clasificado en la categoría A de acuerdo al literal a) del Art. 5:  <i>"Incluye aquellos proyectos de actividades, construcciones u obras, cuya ejecución sólo presentaría impactos ambientales negativos no significativos, dentro de lo tolerado y previsto por las normas vigentes".</i></p> <p><b>Figura 1 – Ejemplo de certificado de clasificación de proyecto por parte del Ministerio de Ambiente.</b></p>	<p>EL MINISTRO DE AMBIENTE              RESUELVE:</p> <p>1º. Concédese Autorización Ambiental Previa al MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS (RUT 215440720010) respecto de su proyecto de ensanche, refuerzo y adecuación de accesos de los puentes sobre el arroyo San Miguel en ruta nacional Nº 19, ubicado dentro del Área Protegida Parque Nacional San Miguel, en la 5ª sección catastral departamento de Rocha.</p> <p>2º. La autorización referida en el ordinal anterior se concede sujeta al estricto cumplimiento de los compromisos emergentes de la tramitación de la presente resolución y de las siguientes condiciones:</p> <p><b>Figura 2 – Ejemplo de Resolución del Ministro de Ambiente donde se expide la AAP para el ensanche y adecuación de un puente.</b></p>
<p><b>Prácticas no recomendadas</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comenzar los trabajos sin contar con la Resolución Ministerial que otorga la AAP.</li> <li>- Comenzar los trabajos sin cumplir con alguna de las condiciones impuestas por la autoridad ambiental nacional en la Resolución Ministerial para el inicio de la obra. Por ejemplo, es usual que se exija la notificación del inicio de los trabajos, por lo que no se deberá comenzar la obra sin notificar de ello a la autoridad ambiental.</li> </ul>	

<b>Ficha:</b>  <b>A02</b>	<b>Autorizaciones ambientales para la explotación de cantera y/o préstamos</b>
<b>Objetivos</b>	Realizar la explotación de la cantera y/o las zonas de préstamos que suministrarán los áridos para la obra conforme a la reglamentación ambiental vigente, en particular en lo relativo a la AAP y AAO.
<b>Aspectos ambientales</b>	No aplica.
<b>Factores ambientales</b>	No aplica.
<b>Normativa aplicable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Decreto 349/005 – Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental y autorizaciones ambientales</li> <li>- Decreto-Ley N° 15.242 – Código de Minería</li> </ul>
<b>Instalaciones, equipos y suministros</b>	No aplica.
<b>Procedimientos</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1- Constatar si se trata de una cantera existente (abierta) o de una nueva cantera (a efectos de este procedimiento, en caso de tratarse de una zona de préstamos, se deberán seguir los mismos pasos).             <ol style="list-style-type: none"> <li>i- Si la cantera es existente, se deberá relevar el estado de las AA expedidas por DINACEA. Si éstas se encuentran al día, se deberán revisar las condiciones en las cuales fueron otorgadas la AAP y AAO, debiéndolas cumplir en su totalidad. En caso contrario, se deberá regularizar el trámite o bien solicitar nuevamente las AA conforme al numeral 13 del Art. 2 del Decreto 349/005.</li> <li>ii- Si la cantera es nueva, se deberán solicitar las AA conforme al numeral 13 del Art. 2 del Decreto 349/005.</li> </ol> </li> <li>2- En el caso de que las AA no se encuentren en situación regular y no puedan regularizarse directamente, se deberá realizar el trámite de la SAAP (Solicitud de la Autorización Ambiental Previa). Las etapas a proseguir son las siguientes:             <ol style="list-style-type: none"> <li>a- Comunicación de Proyecto (inevitable).</li> <li>b- Clasificación de proyecto. Si ésta resulta en Categorías B o C, seguirán las siguientes etapas:</li> </ol> </li> </ol>

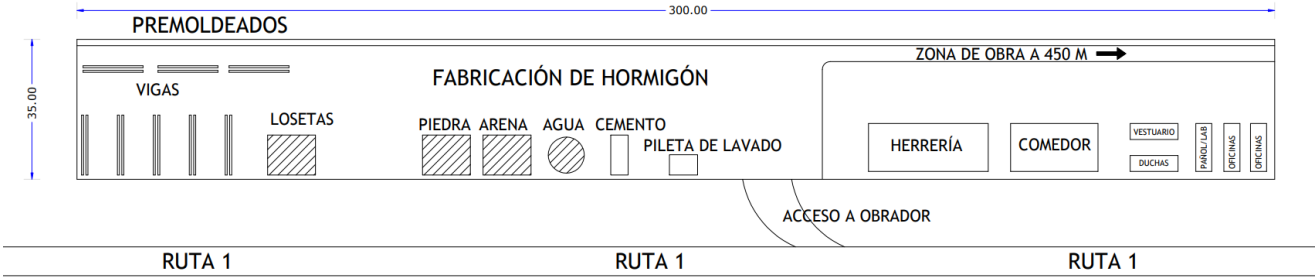
<b>Ficha:</b>  <b>A02</b>	<b>Autorizaciones ambientales para la explotación de cantera y/o préstamos</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>i- Solicitud de AAP mediante Estudio de Impacto Ambiental.</li> <li>ii- Puesta de Manifiesto.</li> <li>iii- Audiencia Pública (si la Categoría es C o, en casos excepcionales, si la autoridad ambiental lo solicitara en forma expresa).</li> <li>c- Resolución Ministerial, mediante el cual se otorga la AAP.</li> </ul> <p>3- Una vez obtenidas las AAP y AAO (generalmente se obtienen en el mismo trámite la primera vez) y el permiso de explotación de DINAMIGE, se puede proceder con el comienzo de las tareas. Se destaca que pueden existir exigencias de la autoridad ambiental a cumplir durante el periodo de construcción y/u operación.</p> <p>4- Comprobar durante la explotación que se cumplen todas las condiciones sobre las cuales se expidió la AAP, de manera de realizar la renovación de la AAO cada 3 años. Pueden existir, además, etapas de control e inspección por parte de dicha autoridad. También es buena práctica que el Constructor realice su propio procedimiento de seguimiento y auditoría interna.</p>
<b>Parámetros de control</b>	No aplica.
<b>Indicadores de desempeño</b>	No aplica.
<b>Prácticas recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aunque se cuente con autorización ambiental por parte de DINACEA, no se podrá realizar la explotación sin la autorización de DINAMIGE. La cantera deberá estar inventariada tanto como “Cantera de Obra Pública” o como “Cantera Comercial” según corresponda (la diferencia entre ambas excede el alcance de la presente Ficha).</li> <li>- La Clasificación A no autoriza al comienzo de la explotación, aunque se cuente con autorización de la DINAMIGE. La AAP no se ha expedido hasta que no se firme la Resolución Ministerial.</li> <li>- Incluir dentro de los Estudios presentados a DINACEA (CdP, EsIA, etc.) aquellos elementos y procedimientos que aseguren el cumplimiento de las condiciones a través de las cuales se otorgó la AAP y AAO.</li> </ul>



<p>Ficha: <b>A02</b></p>	<p><b>Autorizaciones ambientales para la explotación de cantera y/o préstamos</b></p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incluir las condiciones impuestas por la autoridad ambiental para otorgar la AAP y AAO en los procedimientos de auditoría interna del Constructor, de manera de asegurar el cumplimiento de las mismas.</li> <li>- En caso de adquirir el material en canteras comerciales, se deberán presentar las autorizaciones correspondientes a éstas en el PGA o en los informes periódicos de desempeño ambiental de la obra previo al momento en que se comienza a transportar dicho material a la obra.</li> </ul> <p style="text-align: center;">EL MINISTRO DE AMBIENTE RESUELVE:</p> <p>1°. Concédese Autorización Ambiental Previa y Autorización Ambiental de Operación a la empresa [REDACTED] (RUT [REDACTED]), respecto de su proyecto de una cantera de material granular de obra pública, ubicada en el padrón rural N° [REDACTED] de la [REDACTED] Sección Catastral del departamento de [REDACTED].</p> <p>2°. Las autorizaciones referidas en el ordinal anterior se conceden sujetas al estricto cumplimiento de los compromisos emergentes de la tramitación de la presente resolución y de las siguientes condiciones:</p> <p style="text-align: center;"><b>Figura 1 - Ejemplo de Resolución del Ministro de Ambiente donde se expide la AAP y AAO para explotación de una cantera de tosca.</b></p>
<p><b>Prácticas no recomendadas</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comenzar la explotación sin contar con la Resolución Ministerial que expide la AAP y/o la AAO, o en su defecto sin contar con la autorización de DINAMIGE.</li> <li>- Comenzar los trabajos sin cumplir con alguna de las condiciones impuestas por la autoridad ambiental nacional en la expedición de las AA. Por ejemplo, es usual que se exija la notificación a la AA del inicio de la explotación.</li> </ul>

<b>Ficha:</b>  <b>B01</b>	<b>Instalación de obradores y sus instalaciones accesorias</b>
<b>Objetivos</b>	Establecer los lineamientos y recomendaciones para el diseño de los obradores y la colocación de las instalaciones de manera de minimizar las afectaciones sobre el entorno.
<b>Aspectos ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compactación del terreno</li> <li>- Generación de residuos</li> <li>- Generación de efluentes líquidos</li> <li>- Operación de maquinaria</li> <li>- Impermeabilización de suelos y canalización de aguas pluviales</li> <li>- Tránsito inducido y movilización de personas</li> </ul>
<b>Factores ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aguas superficiales: cantidad, sólidos totales, pH, grasas y aceites, sustancias tóxicas.</li> <li>- Suelos: erosión, labrabilidad, topografía, drenaje, pH, sustancias tóxicas.</li> <li>- Flora: monte nativo, vegetación, especies protegidas</li> <li>- Fauna: fauna terrestre, especies protegidas, vectores</li> <li>- Ambiente antrópico: accidentabilidad, accesibilidad, infraestructura</li> </ul>
<b>Normativa aplicable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Documentos licitatorios, incluyendo Manual Ambiental de la Administración correspondiente y PGA exigido al Constructor</li> <li>- Exigencias en AAP según Decreto 349/005 – Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental y autorizaciones ambientales</li> <li>- Decreto 52/005 – Creación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP)</li> </ul>
<b>Instalaciones, equipos y suministros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones para la gestión de residuos</li> <li>- Suministro de recolección y gestión de residuos</li> <li>- Instalaciones para gestión de efluentes: pozos negros, interceptores de grasas, piletas de decantación de lavado de hormigón, etc.</li> <li>- Desagües pluviales</li> <li>- Suministro de barométrica</li> <li>- Controles de emisiones en plantas de producción demateriales</li> <li>- Operación de maquinaria y camiones</li> </ul>



<b>Ficha:</b> <b>B01</b>	<b>Instalación de obradores y sus instalaciones accesorias</b>
<b>Procedimientos</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1- En primer lugar, debe realizarse una inspección al lugar previo a su designación como zona de obradores. Dicha inspección deberá incluir un relevamiento de elementos ambientalmente significativos, por ejemplo:<ul style="list-style-type: none"><li>○ Cobertura vegetal del terreno, incluyendo especies de árboles</li><li>○ Uso actual del terreno, incluyendo la interferencia con los servicios públicos</li><li>○ Hábitats de animales (como ser nidos, cuevas, etc.)</li><li>○ Cursos de agua cercanos (cañadas, arroyos, ríos, etc.)</li><li>○ Topografía y sentidos de escurrimiento superficial</li></ul></li><li>2- En caso de detectarse hábitats frágiles, áreas protegidas, presencia de monte nativo, cursos de agua o zonas inundables, delimitar dichas zonas en las cuales no se intervendrá.</li><li>3- Si se considera adecuado para la instalación del obrador, delimitar el área que éste ocupará mediante barreras físicas (cinta, malla, alambrado, etc.).</li><li>4- Obtener las autorizaciones para la operación del acceso al predio desde la caminería pública. Para ello se deberá presentar, ante el gobierno departamental o el MTOP según corresponda, un proyecto del acceso que se propone, que dependerá de la cantidad y tipo de vehículos.</li><li>5- Realizar el destape de los lugares en los que se colocarán elementos de los obradores (contenedores, instalaciones, caminería, etc.). El material de destape deberá acopiarse en pilas de no más de 2 m de altura y reservarse para la recuperación ambiental.</li><li>6- Compactar únicamente los terrenos en donde sea necesario para colocar los contenedores, equipos, estacionamientos, acopios, etc.</li><li>7- Tomando en cuenta la topografía del terreno, canalizar el escurrimiento pluvial de manera de evitar la afectación por arrastres de sustancias o residuos a las restantes instalaciones.</li></ol>

<p>Ficha: <b>B01</b></p>	<p><b>Instalación de obradores y sus instalaciones accesorias</b></p>	
	 <p style="text-align: center;"><b>Figura 1 – Ejemplo de layout de obrador.</b></p>	
<p><b>Parámetros de control</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- m<sup>2</sup> de remoción de cobertura vegetal</li> <li>- m<sup>2</sup> impermeabilizados</li> </ul>	
<p><b>Indicadores de desempeño</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- % tareas efectuadas/jornada laboral</li> </ul>	
<p><b>Prácticas recomendadas</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En caso de encontrarse con espesa vegetación, realizar un inventario de especies con el fin de no remover especies protegidas.</li> <li>- No colocar los acopios ni los lugares de almacenamiento de residuos en puntos bajos que favorezcan el arrastre pluvial o la acumulación de agua.</li> <li>- Delimitar las zonas inundables, de acopio o de almacenamiento de residuos, mediante barreras físicas (cinta, malla, alambrado, etc.) de manera de visualizarlas fácilmente.</li> </ul>	
<p><b>Prácticas no recomendadas</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar remoción de monte nativo o especies protegidas.</li> <li>- Realizar destapes o compactación en superficies en la que no se requiere hacerlo para el funcionamiento del obrador.</li> <li>- Forzar el desplazamiento de fauna mediante la destrucción de hábitats existentes en el predio sin propiciar que éstos sean relocalizados (por ejemplo, levantar alambrados con nidos de horneros sin el cuidado de moverlo).</li> <li>- Colocar instalaciones o elementos sin realizar el previo destape, provocando que estos elementos se apoyen directamente sobre la vegetación (esto puede favorecer la contaminación de los suelos, además de dañar a la vegetación).</li> </ul>	

<b>Ficha:</b> <b>B01</b>	<b>Instalación de obradores y sus instalaciones accesorias</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>- No delimitar las zonas de acopios, provocando la mezcla de materiales o residuos, permitiendo que éstos interactúen con el resto de las instalaciones, generando arrastre hacia predios vecinos, basurales, etc.</li><li>- Utilizar los excedentes de excavaciones o fresados para rellenar terrenos (dentro o fuera del predio) sin un correcto estudio hidráulico previo, provocando alteraciones en los patrones de drenaje (por ejemplo, haciendo que zonas no inundables pasen a serlo).</li></ul> <div data-bbox="685 571 1193 991"></div> <p data-bbox="703 991 1173 1040"><b>Figura 2 – Maquinaria estacionada sobre frentes de viviendas.</b></p> <div data-bbox="1225 571 2016 991"></div> <p data-bbox="1308 991 1928 1018"><b>Figura 3 – Obrador lindero a vivienda sin delimitación.</b></p>

Ficha: <b>B01</b>	<b>Instalación de obradores y sus instalaciones accesorias</b>
	<div data-bbox="698 316 1328 767">A photograph showing a construction site with various materials scattered across the ground. A yellow container with an orange flag is visible in the foreground, and a blue hose runs across the site. The background shows a fence and trees.</div> <p data-bbox="698 767 1328 821"><b>Figura 4 – Materiales desperdigados desordenadamente por el predio del obrador (1).</b></p> <div data-bbox="1391 316 1998 767">A photograph showing a close-up of construction equipment and materials. A white generator or pump is in the foreground, with a red hose and other tools scattered around it. A white boat is visible in the background.</div> <p data-bbox="1391 767 1998 821"><b>Figura 5 – Materiales desperdigados desordenadamente por el predio del obrador (2).</b></p> <div data-bbox="712 821 1317 1278">A photograph showing a pile of gravel and other materials on a construction site. The materials are piled up on a wire fence that has been crossed, with some materials spilling over into the adjacent property.</div> <p data-bbox="698 1278 1328 1332"><b>Figura 6 – Acopios de materiales en obrador avanzando sobre alambrado traspasando hacia predio vecino.</b></p> <div data-bbox="1473 821 1917 1278">A photograph showing a large pile of dark, rocky material on a construction site. The pile is situated on a platform that has advanced over a grassy area, with some debris scattered around it.</div> <p data-bbox="1391 1278 1998 1332"><b>Figura 7 – Plataforma para conformación del obrador que ha avanzado junto con residuos sobre vegetación.</b></p>



Ficha: <b>B01</b>	Instalación de obradores y sus instalaciones accesorias	
	 <p data-bbox="757 767 1274 820"><b>Figura 8 – Utilización de árbol para sostén de estructuras.</b></p>	 <p data-bbox="1413 767 1980 820"><b>Figura 9 – Utilización de árbol para colgar cables.</b></p>

Ficha: <b>B02</b>	<b>Elementos del frente de obra</b>
<b>Objetivos</b>	Establecer criterios sobre la gestión de los elementos dispuestos transitoriamente en los frentes de obra, de manera de evitar que generen afectaciones o interferencias sobre el entorno.
<b>Aspectos ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Operación de maquinaria</li> <li>- Generación de residuos</li> <li>- Remoción de cobertura vegetal</li> <li>- Compactación del terreno</li> <li>- Operación y mantenimiento de desagües</li> <li>- Desvíos de tránsito y señalización</li> </ul>
<b>Factores ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aguas: cantidad, pH, sólidos totales, sustancias tóxicas</li> <li>- Suelos: labrabilidad, pH, sustancias tóxicas</li> <li>- Flora: vegetación</li> </ul>
<b>Normativa aplicable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Documentos licitatorios, incluyendo Manual Ambiental de la Administración correspondiente y PGA exigido al Constructor</li> </ul>
<b>Instalaciones, equipos y suministros</b>	No aplica.
<b>Procedimientos</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1- Establecer la zona inundable, delimitarla y no colocar en ella ningún elemento transitorio ni permanente, salvo aquellos que sean de colocación, uso y retiro dentro de la misma jornada laboral.</li> <li>2- Realizar el destape de los lugares donde se colocarán elementos accesorios, de manera de utilizar ese material para la recuperación ambiental. En caso de contar con especies vegetales protegidas, delimitarlas y no removerlas (es recomendable dejar una cierta distancia de resguardo para asegurar su no afectación).</li> <li>3- Realizar los desvíos de los desagües en caso de haber interferido con su correcto funcionamiento.</li> <li>4- Ante cualquier elemento colocado cerca del pasaje de tránsito, realizar la correcta señalización de acuerdo a normativa específica (por ejemplo, DNV cuenta con un Manual de Señalización). Esto podrá incluir cartelería, balizado, banderillero, semáforos, etc. En caso de desviar tránsito o trabajar a media calzada, previo a realizar cualquier tarea de</li> </ol>

<b>Ficha:</b>  <b>B02</b>	<b>Elementos del frente de obra</b>
	<p>obra, deberá contarse con un proyecto de desvío y señalización, interfiriendo lo menos posible con el tránsito y asegurando dar paso durante la totalidad del tiempo de obra.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>5- En caso de que eventos de lluvia hayan superado la zona inundable delimitada, mover todos los elementos fuera de la zona afectada.</li> <li>6- Asegurar que en todos los frentes de obra se cuente con baños químicos y contenedores de residuos, con su correspondiente gestión y de acuerdo a la normativa SySO vigente. En caso de contar con servicios de bienestar en frentes de obra, asegurar que los mismos se encuentren en zonas niveladas, resguardadas y no inundables.</li> <li>7- Una vez retirados permanentemente los elementos, realizar la recuperación ambiental, incluyendo la inspección y desobstrucción de desagües (y su restauración, si corresponde).</li> </ol>
<b>Parámetros de control</b>	No aplica.
<b>Indicadores de desempeño</b>	No aplica.
<b>Prácticas recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Delimitar la zona inundable mediante barreras físicas (cinta, malla, etc.), de manera de visualizar su ubicación durante toda la obra. Es recomendable contar con un Plan de Contingencias que incluya esta delimitación y los pasos a seguir en caso de que esta delimitación se supere por lluvias aún más extremas que las consideradas.</li> <li>- No colocar ningún elemento que interfiera con los desagües (cunetas, alcantarillas de la ruta, alcantarillas de entradas particulares, etc.). En caso de ser inevitable, se deberá derivar el agua por una canalización prevista para tal fin con las correctas dimensiones y mantenida en las condiciones operativas de diseño durante toda la obra, de manera de asegurar el correcto desagüe.</li> <li>- Colocar los elementos al menos a una distancia de seguridad de la calzada. En caso de interferir con el tránsito o no poder alejarlo, prever las medidas de seguridad vial y señalización correspondientes.</li> </ul>



<b>Ficha:</b> <b>B02</b>	<b>Elementos del frente de obra</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>- Los desvíos de tránsito, aunque sean transitorios, deberán construirse con los mismos criterios (desde el punto de vista ambiental) que cualquier camino. Esto es, mitigar efectos sobre flora y fauna, así como analizar su influencia sobre la inundabilidad de terrenos contiguos.</li><li>- Una vez que se desocupe la faja de uso público de los elementos de la obra (en la fase final de la misma), se debe utilizar el destape para acondicionar el terreno y realizar el perfilado de las cunetas en caso de que hayan sido alteradas. Es una buena práctica inspeccionar los drenajes cercanos, de manera de asegurar que estén desobstruidos.</li></ul>
<b>Prácticas no recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Colocar elementos no provisorios (es decir, de duración mayor a una jornada) en zonas inundables.</li><li>- No delimitar los diferentes elementos, resultando en avance de los mismos sobre vegetación, hábitats de animales, curso de agua, etc.</li><li>- Implantar elementos que interfieran con drenajes existentes, o que modifiquen localmente el patrón de escurrimiento.</li><li>- Dañar innecesariamente superficies excesivas de vegetación, para la colocación de determinados elementos.</li><li>- No señalar los elementos que puedan tener impacto en la circulación del tránsito y/o maquinaria específica de la obra, o que disminuyan la visibilidad de conductores o peatones.</li></ul>

Ficha: <b>B02</b>	Elementos del frente de obra	
	 <p data-bbox="734 770 1294 799"><b>Figura 1 – Avance de acopios sobre alcantarilla.</b></p>  <p data-bbox="734 1289 1294 1340"><b>Figura 3 – Colocación de instalaciones en zonas inundables.</b></p>	 <p data-bbox="1384 770 2011 821"><b>Figura 2 – Acopios sobre zona inundable interfiriendo localmente con el flujo del cauce</b></p>  <p data-bbox="1429 1289 1966 1340"><b>Figura 4 – Instalaciones y préstamos en zonas inundables y próximas al curso de agua.</b></p>

Ficha: <b>B02</b>	Elementos del frente de obra	
	 <p data-bbox="689 770 1335 821"><b>Figura 5 – Cuneta destruida innecesariamente durante la obra.</b></p>	 <p data-bbox="1379 770 2002 821"><b>Figura 6 – Emisión de polvo excesiva sobre caminería de tosca en frente de obra.</b></p>  <p data-bbox="741 1281 1279 1310"><b>Figura 7 – Obstrucción de alcantarilla alargada.</b></p>  <p data-bbox="1373 1281 2011 1332"><b>Figura 8 – Falta de orden para colocación de materiales y residuos en frente de obra de alargue de alcantarilla.</b></p>



<b>Ficha:</b>  <b>B03</b>	<b>Explotación de canteras y zonas de préstamos</b>	
<b>Objetivos</b>	Realizar la explotación de las canteras y las zonas de préstamos para la obtención de áridos naturales, minimizando los impactos ambientales asociados y cumpliendo con las exigencias de la normativa.	
<b>Aspectos ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Remoción de cobertura vegetal</li> <li>- Emisiones a la atmósfera</li> <li>- Emisiones sonoras y de vibraciones</li> <li>- Consumo de combustibles</li> <li>- Consumo de agua</li> <li>- Generación de residuos sólidos</li> <li>- Modificación de patrones de escorrentía</li> <li>- Generación de efluentes</li> </ul>	
<b>Factores ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aguas superficiales: SST, cantidad</li> <li>- Aire: PM, niveles sonoros</li> <li>- Suelos: topografía, drenajes, labrabilidad</li> <li>- Flora: vegetación</li> <li>- Fauna terrestre</li> </ul>	
<b>Normativa aplicable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Decreto 349/005 – Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental y autorizaciones ambientales</li> <li>- Decreto-Ley 15.242 – Código de Minería</li> <li>- Ley 19.829 – Ley de Gestión Integral de Residuos</li> <li>- Decreto 135/021 – Reglamento de calidad de aire</li> <li>- Guía de Estándares de Contaminación Acústica del Grupo GESTA Ruido</li> <li>- Protocolo de Medición de Niveles de Presión Sonora en Inmisión del Grupo GESTA Ruido</li> <li>- Ley 15.939 – Ley Forestal</li> <li>- Documentos licitatorios, incluyendo Manual Ambiental de la Administración correspondiente</li> </ul>	

<b>Ficha:</b>  <b>B03</b>	<b>Explotación de canteras y zonas de préstamos</b>
<b>Instalaciones, equipos y suministros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maquinaria de tipo vial (retroexcavadora, pala cargadora, martillos)</li> <li>- Camiones</li> <li>- Zonas de acopios</li> <li>- Unidad de sedimentación de pluviales</li> <li>- Explosivos</li> </ul>
<b>Procedimientos</b>	<p>1- Previo a cualquier tipo de extracción de material de un yacimiento, ya sea una cantera, zona de préstamo o perforación para evaluar la viabilidad técnica del material para su uso en obras, se deberá realizar el trámite para la SAAP de acuerdo al Decreto 349/005 (ver procedimiento en la Ficha A02), con las excepciones contempladas en el numeral 13 del Art. 2, esto es:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Extracciones en álveos de dominio público</li> <li>○ Extracciones menores a 500 m<sup>3</sup> semestrales de faja de dominio público</li> <li>○ Extracciones menores a 500 m<sup>3</sup> semestrales de canteras de obra pública bajo administración directa de organismos oficiales</li> </ul> <p>En caso de canteras ya abiertas y habilitadas, se deberá verificar que la misma cumple con los trámites necesarios en el MIEM y MTOP (en este último caso, si la cantera no es comercial y es destinada a obra pública). Además, en cualquier caso deberá tener la AAO vigente expedida por la DINACEA.</p> <p>En caso de apertura de canteras nuevas, se recomienda que las canteras sean ubicadas en zonas que cumplan con las siguientes condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Zonas no consideradas ambientalmente sensibles (hábitats, zonas protegidas, humedales, etc.) o en los que se haya constatado la presencia de especies de fauna y/o flora protegidas.</li> <li>○ Zonas no inundables y con nivel freático profundo (no aflorante)</li> <li>○ Zonas estables, niveladas y no erosionadas</li> <li>○ Zonas no declaradas como patrimonio histórico o cultural, ni faja de dominio público</li> <li>○ Distancia mínima a tomas de agua para abastecimiento: 2.000 m</li> <li>○ Distancia mínima a viviendas: 1.000 m</li> </ul>



<b>Ficha:</b> <b>B03</b>	<b>Explotación de canteras y zonas de préstamos</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>○ Distancia mínima a centros educativos y de salud: 2.000 m</li><li>○ Distancia mínima a centros poblados: 2.000 m</li><li>○ Distancia mínima a cuerpos de agua y drenajes: 500 m desde márgenes (podrá ser menor si se encuentra a contrapendiente, pero nunca menor a 200 m)</li></ul> <p>En la SAAP de la cantera, o en la renovación de la AAO, se deberán presentar los documentos con el análisis ambiental de la misma. En estos estudios, será de importancia presentar esquemáticamente la ubicación de los distintos elementos accesorios a la explotación (garitas, estacionamientos, caminería auxiliar, baños químicos, equipos trituradores, etc.) que serán/están colocados en el predio. Además, estos documentos deberán contemplar el cierre de la cantera una vez concluida la explotación de la misma; esto es, realizar la correspondiente recuperación ambiental del predio. A la hora de la SAAP, no es necesario que los planes de recuperación detallen exhaustivamente lo que se va a llevar a cabo, ya que estos documentos se redactan en una instancia previa a la operación y pueden ocurrir distintos eventos durante la misma, pero igualmente deberán tener un grado de detalle suficiente que indique que existe un conjunto de prácticas previstas y que el Constructor se compromete a ejecutarlas.</p> <ol style="list-style-type: none"><li>2- Una vez obtenida la AAP de la cantera, se deberá realizar la ejecución de la caminería interna y su acceso a caminos públicos (de jurisdicción nacional o departamental, solicitando el permiso correspondiente a la autoridad). Este paso puede realizarse iterativamente con la apertura de la cantera, si es que la caminería no es existente, ya que puede utilizarse el material inicialmente extraído para este fin (siempre y cuando no sea material de destape, el cual será utilizado para la recuperación ambiental).</li><li>3- La apertura de la cantera deberá realizarse retirando en primera instancia el material orgánico de destape. Este material deberá ser acopiado y almacenado durante toda la explotación, de manera de utilizarse para la recuperación ambiental al final de la misma. Luego deberá detectarse el punto bajo, el cual coincidirá con el punto de desagüe natural del terreno hacia donde el agua naturalmente escurre, en el cual se deberá construir la unidad de sedimentación de aguas pluviales.</li></ol>





<b>Ficha:</b> <b>B03</b>	<b>Explotación de canteras y zonas de préstamos</b>
	<p>Para evitar afectaciones a terceros, se deberá mantener el patrón de escurrimientos pluviales del terreno, desaguando hacia la misma zona que en la fase preoperacional.</p> <p>4- Prever el diseño de la unidad de sedimentación de aguas pluviales. Usualmente, se trata de lagunas excavadas o pequeños tajamares resultantes de la construcción de diques de materiales sueltos. Dichas lagunas o tajamares tendrán como función enlentecer el flujo lo suficiente como para permitir la decantación de la carga de sólidos del escurrimiento pluvial (se trata de material suelto en la superficie de la cantera, conducido por arrastre). El diseño de la unidad deberá ajustarse a los siguientes criterios:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>○ Metodología de uso local. En Uruguay, el Método Racional y el Método del Bloque alterno son los más usuales para la confección de las tormentas de diseño (consultar los diversos manuales, por ejemplo, el documento Directivas de Diseño Hidrológico – Hidráulico de Alcantarillas de DNV e IMFIA)</li><li>○ Período de retorno:<ul style="list-style-type: none"><li>- Para dimensionado del volumen útil: el máximo entre 2 años y la duración de la obra</li><li>- Para diseño del aliviadero: 10 años</li></ul></li><li>○ Diámetro de partícula objetivo: 0,21 mm</li><li>○ Geometría preferentemente alargada (relación largo/ancho recomendada = 4)</li><li>○ Velocidad horizontal mínima: 0,3 m/s</li><li>○ Tiempo mínimo de retención: 2 minutos, pero nunca menor al cociente entre el largo de la unidad y la tasa de sedimentación adoptada</li><li>○ Profundidad mínima considerada para acumulación de sedimentos: 0,10 m</li><li>○ Revancha mínima: 0,10 m</li><li>○ Canalizaciones de salida ubicadas por encima de la zona de acumulación de sedimentos, de manera de erogar efluente clarificado</li></ul> <p>En cuanto al lavado de piedra, estará prohibido realizarlo sobre cuerpos de agua debido a su contenido de material fino, el cual terminaría sobre el cauce afectando a la calidad del agua. Por ende, éste deberá realizarse sobre unidades de sedimentación; se podrá</p>

<b>Ficha:</b> <b>B03</b>	<b>Explotación de canteras y zonas de préstamos</b>
	<p>incluso utilizar la unidad diseñada para retención de sólidos de las aguas pluviales (verificando eventualmente si no es necesario incluirlo en el dimensionado).</p> <p>5- En caso de prever el uso de explosivos, se deberá primeramente obtener las autorizaciones correspondientes (ambientales con DINACEA, y de uso de explosivos con el Servicio de Material y Armamento de la Armada – Ministerio de Defensa, en adelante SMA), y el plan de voladuras deberá ser controlado y aprobado también por el SMA. El proyecto deberá contener todos los elementos técnicos del diseño de las voladuras y su avance. A su vez, se deberán realizar las previsiones correspondientes a los temas ambientales, los cuales corresponderán a:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>○ Emisiones de ruido</li><li>○ Vibraciones (tanto en términos de molestia como por afectación a estructuras y proyecciones de material)</li><li>○ Emisiones atmosféricas</li></ul> <p>Estos aspectos ambientales fueron desarrollados en los acápites 3.5.4 a 3.5.6 de este trabajo, indicando en éstos algunas metodologías de predicción de emisiones. Estas metodologías podrán ser de utilidad al momento de prever los esquemas de voladuras, avance de la explotación, horarios de operación, etc.</p> <p>Es de vital importancia en estos casos la comunicación con vecinos, instituciones y establecimientos cercanos, etc. Esto ayudará a prevenir posibles molestias, lo que a su vez puede contribuir a minimizar alguno de sus impactos (por ejemplo, mediante la restricción de horarios de explotación). De existir poblaciones cercanas, puede ser de utilidad colocar avisos en periódicos de circulación local o estaciones de radio locales.</p> <p>6- Durante la operación, se deberán monitorear distintas variables ambientales de manera de asegurar la no afectación a terceros. Usualmente es una exigencia de la autoridad ambiental al momento de otorgar la AAP o AAO, de manera de asegurar que se cumplan las condiciones analizadas en los estudios presentados y aprobados por la Administración. Los monitoreos a realizar serán los siguientes:</p>

<b>Ficha:</b> <b>B03</b>	<b>Explotación de canteras y zonas de préstamos</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>○ Emisiones sonoras, de acuerdo a la Guía de Estándares de Contaminación Acústica y al Protocolo de Medición de Niveles de Presión Sonora en Inmisión del Grupo GESTA Ruido, utilizando sonómetros calibrados y de características aprobadas por la Administración (el MAV exige como mínimo un sonómetro Clase II con curvas de ponderación A y C)</li><li>○ El monitoreo de vibraciones no es usual; sin embargo, en casos puntuales puede ser exigido</li><li>○ Emisiones de PM, sobre todo en momentos específicos de la explotación (por ejemplo, cuando se avanza sobre algún frente con receptores cercanos o durante la utilización de explosivos)</li><li>○ Carga de sólidos en el efluente erogado de la unidad de sedimentación, de manera de asegurar que el vertido cumple con los estándares del Decreto 253/979</li></ul> <p>7- En cuanto al manejo de acopios en la cantera, el mismo deberá ajustarse a las recomendaciones de la Ficha B08. La ubicación de las playas de acopios deberá estar informada en los estudios presentados para la expedición de las autorizaciones ambientales.</p> <p>8- Una vez finalizada la explotación, se deberá realizar la recuperación ambiental del predio. Se adoptarán como condiciones mínimas aceptables las previstas en el proyecto de explotación presentado a la Administración, y se informará oportunamente cualquier cambio sustancial que se haga con respecto a lo aprobado. En la Ficha G04 se presentan algunas recomendaciones para llevar a cabo estas actividades de recuperación ambiental.</p>

<p>Ficha: <b>B03</b></p>	<p><b>Explotación de canteras y zonas de préstamos</b></p>	
		
<p><b>Parámetros de control</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- m<sup>3</sup> extraídos/jornada laboral (u horas de máquina)</li> <li>- kg explosivos a utilizar/m<sup>3</sup> extraído</li> <li>- m<sup>3</sup> transportados/camión (dependerá del tipo de camiones disponibles)</li> </ul>	
<p><b>Indicadores de desempeño</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- m<sup>3</sup> demanda de material/semana</li> <li>- Número de viajes de camión/semana</li> <li>- kg explosivos utilizados/semana</li> </ul>	
<p><b>Prácticas recomendadas</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prever desde la etapa de proyecto, un “layout” o un esquema de ubicación de cada elemento de la cantera. Esto permite optimizar la logística dentro del predio de la cantera evitando emisiones adicionales de PM, reducir la extensión de caminería interna (y por ende, de recorrido interno de vehículos) y las afectaciones adversas hacia predios linderos.</li> <li>- Mantener permanente comunicación con la gente de viviendas, establecimientos y centros educativos cercanos, haciéndoles saber detalles operativos y tomando en cuenta sus inquietudes, permitirá que las inmisiones no generen tanta molestia, sobre todo al utilizar explosivos.</li> </ul>	

<b>Ficha:</b> <b>B03</b>	<b>Explotación de canteras y zonas de préstamos</b>
<b>Prácticas no recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- En jornadas secas, se recomienda regar las superficies de material granular (acopios y caminería), de manera de evitar el levantamiento de partículas por viento o rodadura que podrían resultar en emisiones adicionales de PM.</li><li>- No solicitar la AAP aunque únicamente se realicen perforaciones para realizar ensayos y determinar la aptitud técnica del material de un predio.</li><li>- Realizar manipulaciones excesivas de material (por ejemplo, en tareas como mover acopios), lo que resultará intrínsecamente en emisiones de PM asociadas a dicha tarea.</li><li>- Colocar zonas de acopios contra los límites del predio, pudiendo provocar que un manejo inadecuado de los mismos avance sobre el alambrado y vierta material sobre el terreno lindero.</li><li>- No realizar el retiro de la vegetación de todas las superficies en donde se colocarán acopios o elementos accesorios (equipos, señales, materiales, etc.), dañando a la misma y propiciando el deterioro de tales elementos por distintos factores (por ejemplo, crecimiento de vegetación alrededor que puede facilitar que queden olvidados, humedades, etc.).</li></ul> <div data-bbox="685 940 1308 1283"></div> <p data-bbox="763 1286 1234 1310"><b>Figura 3 – Cantera sin adecuado drenaje.</b></p> <div data-bbox="1400 868 1957 1283"></div> <p data-bbox="1384 1286 1973 1337"><b>Figura 4 – Agua estancada en cantera sin adecuado drenaje.</b></p>



Ficha: <b>B03</b>	<b>Explotación de canteras y zonas de préstamos</b>
	 <p data-bbox="750 767 1249 826"><b>Figura 5 – Préstamo en faja en condiciones inadecuadas (1).</b></p>  <p data-bbox="1355 767 2002 826"><b>Figura 6 – Préstamo en faja en condiciones inadecuadas (2).</b></p>  <p data-bbox="689 1278 1312 1332"><b>Figura 7 – Talud vertical en cantera sin poder asegurar su estabilidad.</b></p>  <p data-bbox="1355 1278 2002 1332"><b>Figura 8 – Taludes casi verticales y emisiones excesivas de polvo por manipulación de material en cantera.</b></p>



<b>Ficha:</b> <b>B04</b>	<b>Operación de trituradoras de piedra</b>
<b>Objetivos</b>	Contar con instalaciones para la producción de áridos gruesos que cumpla con las exigencias ambientales, minimizando las posibles afectaciones inherentes a su funcionamiento.
<b>Aspectos ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Emisiones atmosféricas</li> <li>- Emisiones acústicas</li> <li>- Consumo de combustibles</li> <li>- Consumo de agua (no potable)</li> <li>- Generación de residuos sólidos</li> </ul>
<b>Factores ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aire: PM, niveles sonoros</li> <li>- Flora: vegetación</li> </ul>
<b>Normativa aplicable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ley 19.829 – Ley de Gestión Integral de Residuos</li> <li>- Decreto 135/021 – Reglamento de calidad de aire</li> <li>- Guía de Estándares de Contaminación Acústica del Grupo GESTA Ruido</li> <li>- Protocolo de Medición de Niveles de Presión Sonora en Inmisión del Grupo GESTA Ruido</li> <li>- Documentos licitatorios, incluyendo Manual Ambiental de la Administración correspondiente</li> </ul>
<b>Instalaciones, equipos y suministros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dispositivos de control de emisiones para las trituradoras</li> <li>- Equipos de monitoreo de variables ambientales</li> <li>- Zonas de acopios</li> </ul>
<b>Procedimientos</b>	<p>1- Establecer la ubicación de las trituradoras y las zarandas previo al inicio de exportación de la cantera o de la obra (en función de si las mismas se encuentran en la cantera o el obrador respectivamente). Esto deberá ser indicado oportunamente en el PGA y, de ubicar los equipos en la cantera, también en el proyecto de explotación de la cantera y sus correspondientes documentos para la SAAP. Dicha ubicación deberá cumplir con ciertas condiciones, en las que se incluyen las siguientes recomendaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zonas no consideradas ambientalmente sensibles (hábitats, humedales, etc.) o en las que se haya constatado presencia de especies de fauna y/o flora protegidas.</li> <li>• Zonas no inundables y con nivel freático profundo (napa no aflorante)</li> </ul>

Ficha: <b>B04</b>	<b>Operación de trituradoras de piedra</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Zonas estables, niveladas y no erosionadas</li><li>• Zonas alejadas de los frentes de voladuras (evitando someter al equipo de trituración y clasificación a vibraciones excesivas y proyecciones de material)</li><li>• Zonas no declaradas como patrimonio histórico o cultural, ni faja de dominio público</li><li>• Distancia mínima a tomas de agua para abastecimiento: 2.000 m</li><li>• Distancia mínima a viviendas: 1.000 m</li><li>• Distancia mínima a centros educativos y de salud: 2.000 m</li><li>• Distancia mínima a centros poblados: 2.000 m</li><li>• Distancia mínima a cuerpos de agua y drenajes: 500 m desde márgenes (puede ser menor si se encuentra a contrapendiente, pero nunca menor a 200 m)</li></ul> <p>2- Realizar el acondicionamiento de la superficie en donde se implantarán los equipos de trituración, las zarandas y los acopios de materiales y combustibles (usualmente se trata de gas-oil o fuel-oil, cuyo almacenamiento deberá ajustarse a lo establecido en la Ficha F01). Esto es, retiro de la cobertura vegetal y su posterior acopio para la posterior recuperación ambiental, nivelación y compactación de la superficie para su estabilización. Se deberá además delimitar la zona, de manera de impedir el ingreso de animales, prevenir a los trabajadores para adoptar las medidas de SySO correspondientes y señalar el acceso de los camiones.</p> <p>3- Previo al inicio de la operación de los equipos y luego de instalados los mismos, se deberán corroborar las condiciones de conservación y usabilidad de los elementos de control de emisiones (fundamentalmente de PM, ya que las emisiones asociadas al motor de combustión son poco significativas en comparación). Los elementos más comunes para el control de emisiones son los aspersores que, al mojar el material que corre por la cinta transportadora, evitan que se disperse el polvo; y asimismo la cobertura de los lugares más críticos en donde se genera dicho polvo (por ejemplo, la cobertura de la cinta transportadora mediante manga o toldo).</p>

<b>Ficha:</b> <b>B04</b>	<b>Operación de trituradoras de piedra</b>
	<p>4- Durante la operación de los equipos trituradores, el monitoreo de PM mediante equipos de medición es inusual salvo en situaciones particulares (como obras en lugares complejos) o por pedido expreso de las autoridades ambientales. Los equipos de medición de PM usuales son de muestreo continuo, por lo que las campañas de medición deberán ser cuidadosamente diseñadas teniendo en cuenta los factores climáticos y los horarios de operación de los equipos. Por otra parte, la inspección visual será de suma importancia para detectar a grandes rasgos si las emisiones de polvo son excesivas y, por ende, si los sistemas de control de emisiones están funcionando inadecuadamente. Otras emisiones que puedan resultar significativas, tanto para las condiciones de SySO como para la afectación a terceros, son el ruido y las vibraciones. En general, las distancias previamente recomendadas son suficientes para no considerar que estas emisiones resultarán en afectaciones pero, en casos en los cuales no es posible cumplir con estas restricciones, las campañas de medición resultarán en una herramienta importante para detectar y evitar estas afectaciones. En la Ficha H03 se indican algunas recomendaciones para el monitoreo de variables ambientales.</p> <p>5- En cuanto al material acopiado, tanto previo como posterior al proceso de triturado, deberá ajustarse a las recomendaciones de la Ficha B08. De generarse fracciones de piedra partida no aptas para la obra, o si se procesaron vetas de la cantera cuyas propiedades sean inferiores a las necesarias para la misma, los descartes deberán gestionarse como residuos de obras civiles (ROC), priorizando su reutilización (pueden ser materiales suficientemente buenos para estabilizar superficies, ejecutar caminería interna, hormigón pobre para elementos accesorios no estructurales, etc.).</p> <p>6- Finalmente, una vez concluida la operación de los equipos trituradores surge la necesidad de retirar los mismos. Dicho retiro deberá incluir la recuperación ambiental del lugar de emplazamiento, el cual fue modificado para colocar los equipos.</p>

<p>Ficha: <b>B04</b></p>	<p><b>Operación de trituradoras de piedra</b></p>	
	<p>Estas tareas de recuperación ambiental deberán ser realizadas considerando las recomendaciones de la Ficha G03.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="text-align: center;"> <span>Figura 1 – Sitio de trituración primaria.</span> <span>Figura 2 – Equipo triturador en operación.</span> </p>	
<p><b>Parámetros de control</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- m<sup>3</sup> demanda de la obra (de cada fracción)</li> <li>- horas operación/m<sup>3</sup> material procesado (de cada fracción)</li> <li>- L agua aspersion/hora operación</li> </ul>	
<p><b>Indicadores de desempeño</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- m<sup>3</sup> procesado/semana (de cada fracción)</li> <li>- L agua aspersion/semana</li> <li>- horas operación/mes</li> </ul>	
<p><b>Prácticas recomendadas</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aunque no se realicen mediciones propiamente dichas de emisiones de PM, realizar periódicamente una inspección visual del polvo emitido de manera de detectar malfuncionamientos y evitar afectaciones.</li> <li>- Constatar, previo al inicio de la operación, que todos los aspersores funcionan y con el caudal indicado por el fabricante. Además, se deberá evitar que el reservorio de agua se</li> </ul>	

<b>Ficha:</b> <b>B04</b>	<b>Operación de trituradoras de piedra</b>
	<p>vacíe completamente de manera de contar con este sistema en todo momento (sobre todo en jornadas secas y ventosas).</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- En casos con cintas transportadoras cerradas mediante manga, inspeccionar su estado de conservación previo al inicio de la operación y, luego, periódicamente durante la misma.</li></ul>
<b>Prácticas no recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Implantar los equipos cerca de barrancos o taludes con pendientes excesivas que puedan resultar inestables, ya que debido a las vibraciones del equipo, se podrían generar desprendimientos o deslizamientos del material.</li><li>- Permitir que el reservorio de agua de aspersion se vacíe completamente, inutilizando completamente el sistema.</li><li>- No realizar mantenimiento periódico del motor de combustión interna, pudiendo generar malfuncionamiento y emisiones asociadas a la combustión incompleta.</li><li>- No respetar las distancias anteriormente indicadas que, junto con la falta de monitoreo, puede generar molestia por emisiones sonoras, de polvo y/o vibraciones no detectadas por el Constructor.</li><li>- No almacenar el combustible a utilizar de acuerdo a las recomendaciones de la Ficha F01.</li></ul>

Ficha: <b>B04</b>	Operación de trituradoras de piedra	
	 <p data-bbox="712 770 1321 815"><b>Figura 3 – Emisiones excesivas en escape de equipo triturador con falta de mantenimiento preventivo.</b></p>	 <p data-bbox="1397 770 1984 815"><b>Figura 4 – Emisiones de polvo por manipulación de material en equipo triturador.</b></p>




Ficha: <b>B05</b>	<b>Operación de plantas de hormigón</b>
<b>Objetivos</b>	Realizar el suministro de hormigón a la obra, desde planta de producción interna, minimizando las afectaciones asociadas a su operación.
<b>Aspectos ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Emisiones atmosféricas</li> <li>- Consumo de combustibles</li> <li>- Consumo de agua</li> <li>- Generación de residuos sólidos</li> <li>- Generación de efluentes</li> </ul>
<b>Factores ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aire: PM, niveles sonoros</li> <li>- Aguas superficiales: carga de sólidos, pH</li> <li>- Flora: vegetación</li> </ul>
<b>Normativa aplicable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ley 19.829 – Ley de Gestión Integral de Residuos</li> <li>- Decreto 135/021 – Reglamento de calidad de aire</li> <li>- Guía de Estándares de Contaminación Acústica del Grupo GESTA Ruido</li> <li>- Protocolo de Medición de Niveles de Presión Sonora en Inmisión del Grupo GESTA Ruido</li> <li>- Decreto 253/979 – Prevención de la contaminación de las aguas</li> <li>- Documentos licitatorios, incluyendo Manual Ambiental de la Administración correspondiente</li> </ul>
<b>Instalaciones, equipos y suministros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistema de tratamiento de efluentes de producción de hormigón</li> <li>- Dispositivos de control de emisiones atmosféricas en puntos de transferencia y cintas transportadoras</li> <li>- Zonas de acopios</li> </ul>
<b>Procedimientos</b>	<p>1- Debe establecerse, previo al inicio de actividades, el suministro de hormigón necesario para la obra y el proveedor. En obras públicas, el Contratista es responsable frente a la Administración por la gestión ambiental de los subcontratos y suministros, por lo que, en caso de comprar el hormigón ya elaborado, debe asegurarse que la planta suministradora cumpla con las condiciones ambientales mínimas.</p>

<b>Ficha:</b> <b>B05</b>	<b>Operación de plantas de hormigón</b>
	<p>En caso de utilizar planta de producción propia, se deberá determinar su ubicación en esta instancia, indicándola oportunamente en el PGA y en los documentos para la SAAP (si corresponde).</p> <p>Esta ubicación deberá cumplir con ciertas condiciones, de manera de asegurar que las afectaciones adversas se vean minimizadas. A modo de recomendación se presentan las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Zonas no consideradas ambientalmente sensibles (hábitats, humedales, etc.) o en las que se haya constatado presencia de especies de fauna y/o flora protegidas.</li><li>• Zonas no inundables y con nivel freático profundo (no aflorante)</li><li>• Zonas estables, niveladas y no erosionadas</li><li>• Zonas no declaradas como patrimonio histórico o cultural, ni faja de dominio público</li><li>• Distancia mínima a tomas de agua para abastecimiento: 2.000 m</li><li>• Distancia mínima a viviendas: 1.000 m</li><li>• Distancia mínima a centros educativos y de salud: 2.000 m</li><li>• Distancia mínima a centros poblados: 2.000 m</li><li>• Distancia mínima a cuerpos de agua y drenajes: 500 m desde márgenes (puede ser menor si se encuentra a contrapendiente, pero nunca menor a 200 m)</li></ul> <p>2- Una vez determinada la ubicación, se procede al acondicionamiento de la superficie sobre la cual se implantará la planta, así como los acopios de materiales y combustibles (de acuerdo a las recomendaciones de las Fichas B08 y F01 respectivamente). Esto consiste en retirar la cobertura vegetal, nivelar y compactar de manera de asegurar la implantación sobre una superficie estable y permitir su posterior recuperación ambiental utilizando el material orgánico retirado en esta instancia, el cual deberá ser acopiado y almacenado hasta el final de la fase operativa de la planta, momento en el que se retirará la planta.</p> <p>3- Se deberá además delimitar la zona, de manera de impedir el ingreso de animales, prevenir a los trabajadores para adoptar las medidas de SySO correspondientes y señalar el acceso de los camiones.</p>

<b>Ficha:</b> <b>B05</b>	<b>Operación de plantas de hormigón</b>
	<p>4- Realizar la instalación de la planta, asegurando que los elementos para el control de emisiones –si la planta cuenta con alguno– se encuentren en buenas condiciones de conservación y listos para ser utilizados desde el momento en que se encienda la planta por primera vez en la obra.</p> <p>El control de emisiones está fundamentalmente asociado a la logística de la producción del hormigón, ya que las emisiones resultan en gran medida de la manipulación de los áridos y el cemento. Además, existen elementos accesorios para reducir las emisiones como, por ejemplo, elementos de confinamiento en puntos de transferencia y transporte de los materiales (por ejemplo, cobertura de cinta transportadora mediante manga), filtros de aire para silos y tolvas, colectores de polvo, entre otros.</p> <p>5- Durante la operación, se deberá asegurar que las emisiones de PM y ruido no son excesivas. En contextos críticos, pueden solicitarse monitoreos por parte de las autoridades ambientales o de la inspección de la obra, de manera de asegurar que no se generan afectaciones.</p> <p>En ámbitos rurales y con las distancias mínimas recomendadas en este procedimiento, suele bastar con realizar inspecciones visuales de las emisiones generadas con el fin de monitorear el correcto funcionamiento de la planta (y de los sistemas de control de emisiones) y que no se han presentado cambios en dichas emisiones.</p> <p>Todos los monitoreos deberán ajustarse a las recomendaciones de la Ficha H03.</p> <p>6- En cuanto a los efluentes generados, los asociados a la planta pueden provenir de dos actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>○ Lavado de piedra, el cual no podrá realizarse sobre cuerpos de agua (ver Ficha B03)</li><li>○ Lavado de herramientas en contacto con hormigón, cuyo efluente deberá tratarse de acuerdo a lo establecido en la Ficha E04</li></ul> <p>7- Al momento de concluida la demanda de hormigón de la planta, se deberá proceder a su desmantelamiento y posterior recuperación ambiental de la superficie sobre la cual fue</p>

<b>Ficha:</b> <b>B05</b>	<b>Operación de plantas de hormigón</b>
	<p>implantada la misma y sus instalaciones accesorias (por ejemplo, piletas de lavado y canalizaciones, así como la caminería interna). Estas tareas de recuperación ambiental se deberán ajustar a las recomendaciones de la Ficha G03.</p> <div data-bbox="703 496 1317 954">A photograph of a concrete production plant. It features two tall, cylindrical silos on the left, connected by a network of metal walkways and ladders. A long, inclined conveyor belt extends from the base of the silos towards the right. The ground is dirt and gravel, and the sky is overcast.</div> <p data-bbox="748 954 1272 979"><b>Figura 1 – Planta de producción de hormigón.</b></p> <div data-bbox="1440 496 1935 954">A photograph of a concrete washout area. It shows a concrete structure with a rectangular basin containing a greenish liquid. A metal railing is visible in the foreground. In the background, there is a white container and some trees under a clear blue sky.</div> <p data-bbox="1375 954 2002 1007"><b>Figura 2 – Efluentes de lavado en planta de producción de hormigón.</b></p>

<b>Ficha:</b>  <b>B05</b>	<b>Operación de plantas de hormigón</b>	
		
<b>Parámetros de control</b>	<p style="text-align: center;"><b>Figura 3 – Acopios para producción de hormigón en planta.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- m<sup>3</sup> hormigón producido/hora (en período de producción máxima)</li> <li>- m<sup>3</sup> demanda total de hormigón</li> <li>- m<sup>3</sup> agregado de una fracción/m<sup>3</sup> hormigón</li> <li>- m<sup>3</sup> agua consumida/m<sup>3</sup> hormigón</li> <li>- L agua consumida/lavado de equipos (según el equipo o herramienta lavada)</li> </ul>	
<b>Indicadores de desempeño</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- m<sup>3</sup> hormigón producido/semana</li> <li>- m<sup>3</sup> agregados de una fracción necesarios/semana</li> <li>- Lavados de equipos/semana</li> <li>- m<sup>3</sup> agua consumida/semana</li> </ul>	
<b>Prácticas recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En jornadas secas, realizar el regado de acopios y superficies de material granular, de manera de minimizar las emisiones de PM por rodadura o viento.</li> <li>- Ajustar la logística del transporte de materias primas, de manera de minimizar el manipuleo de las mismas y, por ende, las emisiones de PM asociadas.</li> <li>- Inspeccionar regularmente los elementos de control de emisiones de PM.</li> </ul>	

<b>Ficha:</b> <b>B05</b>	<b>Operación de plantas de hormigón</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>- Dimensionar las piletas de lavado y canalizaciones de acuerdo a la producción pico prevista de la obra, considerando a su vez una revancha de entre 10 y 20 %, de manera de asegurar que el sistema de tratamiento de efluentes de lavado de equipos de hormigón cuenta con la capacidad suficiente para atender cualquier demanda que se presente durante la operación.</li><li>- Verificar la estanqueidad de las piletas de lavado y las canalizaciones de efluentes no tratados, de contar con estas últimas.</li></ul>
<b>Prácticas no recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- No realizar inspecciones de los sistemas de control de emisiones de PM ni de la estanqueidad del sistema de tratamiento de efluentes de lavado.</li><li>- No monitorear ruido en establecimientos ubicados a distancias menores a las mínimas recomendadas en esta Ficha.</li><li>- Realizar lavados de piedra sobre cursos de agua o zonas inundables, resultando en arrastre de finos hacia los primeros e impactando en la calidad del agua (mediante aumento de SST).</li><li>- No disponer los acopios de manera ordenada o no señalizarlos. Esto puede conducir a avanzar sobre terrenos linderos (o sobre otras instalaciones de la obra), dificultar la operativa de la planta y generar afectaciones hacia terceros (tanto por desparrame del material sobre el alambrado como por cambios en los patrones locales de escorrentía debido a consolidación de plataformas y zonas precariamente rellenas debido al avance del material acopiado).</li><li>- No almacenar el combustible a utilizar de acuerdo a las recomendaciones de la Ficha F01.</li></ul>



<b>Ficha:</b> <b>B05</b>	<b>Operación de plantas de hormigón</b>	
	 <p data-bbox="719 769 1303 849"><b>Figura 4 – Pileta de lavado derramada en planta de hormigón por falta de capacidad en período de producción pico.</b></p>	 <p data-bbox="1406 769 1973 826"><b>Figura 5 – Generador sin dique de contención de derrames en planta de producción de hormigón.</b></p>

<b>Ficha:</b>  <b>B06</b>	<b>Operación de plantas asfálticas</b>
<b>Objetivos</b>	Operar las plantas de producción de mezclas asfálticas minimizando los posibles impactos asociados a las mismas.
<b>Aspectos ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Emisiones atmosféricas</li> <li>- Emisiones acústicas</li> <li>- Consumo de combustibles</li> <li>- Generación de residuos sólidos (descarte de mezclas asfálticas)</li> <li>- Generación de efluentes (lavado de superficies)</li> </ul>
<b>Factores ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aire: PM, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub>, niveles sonoros</li> <li>- Aguas superficiales: sustancias tóxicas, hidrocarburos</li> <li>- Suelos: sustancias tóxicas</li> <li>- Flora: vegetación</li> </ul>
<b>Normativa aplicable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ley 19.829 – Ley de Gestión Integral de Residuos</li> <li>- Decreto 135/021 – Reglamento de calidad de aire</li> <li>- Guía de Estándares de Contaminación Acústica del Grupo GESTA Ruido</li> <li>- Protocolo de Medición de Niveles de Presión Sonora en Inmisión del Grupo GESTA Ruido</li> <li>- Decreto 253/979 – Prevención de la contaminación de las aguas</li> <li>- Documentos licitatorios, incluyendo Manual Ambiental de la Administración correspondiente</li> </ul>
<b>Instalaciones, equipos y suministros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dispositivos de control de emisiones dentro de planta asfáltica</li> <li>- Equipos de monitoreo de variables ambientales</li> <li>- Zonas de acopios</li> <li>- Sistema de recolección de efluentes de lavado</li> <li>- Bandejas o contenciones estancas para control de derrames</li> </ul>
<b>Procedimientos</b>	1- Establecer la ubicación de la planta asfáltica previo al inicio de la obra, el cual deberá ser indicado en el PGA de la obra y, eventualmente, en los documentos para la SAAP. El lugar en el cual será ubicada la planta asfáltica deberá cumplir con ciertas condiciones, en las que se incluyen las siguientes recomendaciones:

<b>Ficha:</b> <b>B06</b>	<b>Operación de plantas asfálticas</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Zonas no consideradas ambientalmente sensibles (hábitats, humedales, etc.) o en las que se haya constatado presencia de especies de fauna y/o flora protegidas.</li><li>• Zonas no inundables y con nivel freático profundo (no aflorante)</li><li>• Zonas estables, niveladas y no erosionadas</li><li>• Zonas no declaradas como patrimonio histórico o cultural, ni faja de dominio público</li><li>• Distancia mínima a tomas de agua para abastecimiento: 2.000 m</li><li>• Distancia mínima a viviendas: 1.000 m</li><li>• Distancia mínima a centros educativos y de salud: 2.000 m</li><li>• Distancia mínima a centros poblados: 2.000 m</li><li>• Distancia mínima a cuerpos de agua y drenajes: 500 m desde márgenes (puede ser menor si se encuentra a contrapendiente, pero nunca menor a 200 m)</li></ul> <p>2- Realizar el acondicionamiento de la superficie en donde se implantará la planta asfáltica y los acopios de combustibles (usualmente se trata de fuel-oil, cuyo almacenamiento deberá ajustarse a lo establecido en la Ficha F01). Esto es, retiro de la cobertura vegetal y su acopio para la posterior recuperación ambiental, nivelación y compactación de la superficie para su estabilización.</p> <p>Se deberá además delimitar la zona, de manera de impedir el ingreso de animales, prevenir a los trabajadores para adoptar las medidas de SySO correspondientes y señalizar el acceso de los camiones.</p> <p>3- Realizar la instalación de la planta, teniendo especial cuidado en que todos los elementos que conducirán o almacenarán asfaltos se encuentren sobre superficies impermeables (por ejemplo, plataformas de hormigón) con contención estanca, de modo de impedir que los derrames se esparzan. En el caso de mangueras y pequeños recipientes, no es necesario ejecutar plataformas de hormigón; bastará con colocar bandejas de contención (que deberán estancas y de materiales durables).</p> <p>Verificar que el sistema de control de emisiones atmosféricas, que usualmente corresponde a un filtro de mangas con eficiencias superiores al 99,9 % en plantas modernas (dependiendo el modelo, también pueden contar con otros sistemas como</p>

<b>Ficha:</b> <b>B06</b>	<b>Operación de plantas asfálticas</b>
	<p>separadores estáticos, ciclones o lavadores de gases), se encuentra en condiciones óptimas de funcionamiento, tanto de limpieza como de conservación.</p> <p>4- Al realizar el encendido de la planta, el material inicialmente producido (antes de lograr el régimen) puede no cumplir con las condiciones técnicas de la mezcla asfáltica que demanda la obra. En ese caso, se procederá a descartar dicha mezcla de acuerdo a la gestión de residuos sólidos (en este caso, ROC), procurando priorizar su reutilización. En ese sentido, si bien la mezcla no se podrá utilizar para la obra en sí, la misma puede ser adecuada para otros usos como, por ejemplo, estabilización de superficies del obrador y de bases para caminería auxiliar. Esto aplica para toda la mezcla asfáltica de descarte que se generará en la totalidad de la obra, y no solo la del primer encendido de la planta.</p> <p>5- Durante toda la operación de la planta asfáltica se deberán monitorear permanentemente las variables ambientales que, no solo servirán para evaluar el impacto de la operación sobre el ambiente, sino que también podrán indicar desperfectos en su funcionamiento. Las variables ambientales a monitorear son, al menos, las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Opacidad del penacho, de acuerdo a escala Ringelmann (máximo permitido: 1 Unidad Ringelmann)</li><li>• Nivel sonoro continuo equivalente, de acuerdo a estándares de inmisión y a normativa de SySO</li></ul> <p>Es recomendable que el monitoreo de las variables se ajuste a las recomendaciones de la Ficha H03, y la periodicidad indicada en el PGA.</p> <p>6- Realizar el mantenimiento periódico de la planta y sus elementos accesorios, verificando que no se generen derrames (ni desbordes de las contenciones en caso de constatarse éstos). El filtro de mangas deberá ser periódicamente limpiado de acuerdo a las especificaciones del fabricante de la planta asfáltica, de manera de mantener la eficiencia del control de emisiones de PM.</p> <p>En caso de constatarse derrames, se recomienda proceder de acuerdo a la Ficha H06.</p> <p>7- De generarse la necesidad de realizar eventuales lavados de superficies en contacto con asfalto, se deberán declarar los productos a utilizar en el PGA. Usualmente se utiliza gas-</p>

<b>Ficha:</b> <b>B06</b>	<b>Operación de plantas asfálticas</b>
	<p>oil, el cual deberá ser correctamente almacenado previo a su uso de acuerdo a la Ficha F01. Luego de ser utilizado para este fin, deberá acopiarse en tanques estancos para gestionarlos posteriormente de acuerdo a los procedimientos de gestión de residuos especiales.</p> <p>8- Al finalizar la obra y dismantelar la planta asfáltica, se procederá a la recuperación ambiental de la superficie, la cual se deberá ajustar a las recomendaciones y procedimientos de la Ficha G03.</p> <div data-bbox="685 608 1357 1062">A photograph showing an asphalt production plant in operation. The scene includes several large industrial tanks, a conveyor system, and a large orange structure, all situated on a dirt area under a clear blue sky.</div> <div data-bbox="707 1066 1335 1117"><p>Figura 1 – Planta de producción de mezcla asfáltica en operación.</p></div> <div data-bbox="1384 608 1989 1062">A photograph of a large, cylindrical, silver-colored storage tank with a containment dike around its base. The tank is located in an outdoor industrial setting with a gravel pile in the foreground and a clear sky.</div> <div data-bbox="1420 1066 1957 1117"><p>Figura 2 – Tanque con dique de contención de derrames en planta asfáltica (1).</p></div>




Ficha: <b>B06</b>	Operación de plantas asfálticas	
	 <p data-bbox="689 770 1339 820">Figura 3 – Tanque con dique de contención de derrames en planta asfáltica (2).</p>	 <p data-bbox="1429 770 1971 798">Figura 4 – Filtro de mangas en planta asfáltica.</p>
<b>Parámetros de control</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- toneladas mezcla asfáltica producida/hora (en régimen)</li> <li>- toneladas demanda total de mezcla asfáltica</li> <li>- kg mezcla asfáltica descarte/encendido</li> <li>- Opacidad máxima</li> <li>- Niveles máximos admisibles de presión sonora</li> </ul>	
<b>Indicadores de desempeño</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Encendidos/día o semana</li> <li>- kg mezcla asfáltica descarte/semana</li> <li>- Variación en opacidad y cumplimiento de valores máximos</li> <li>- Variación en niveles sonoros para control de la planta y cumplimiento de estándares</li> </ul>	
<b>Prácticas recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En jornadas secas, realizar el regado de acopios y superficies de material granular de manera de minimizar las emisiones de PM por rodadura o viento.</li> <li>- Verificar todos los días si las bandejas de contención de derrames se encuentran vacías, de manera de detectar derrames ocurridos y evitar desbordes. Además, se deberá verificar previo a eventos de lluvia ya que la misma podrá generar desbordes y, de haber ocurrido</li> </ul>	



<b>Ficha:</b>  <b>B06</b>	<b>Operación de plantas asfálticas</b>
	<p>derrames previos, podrá generarse arrastre de material asfáltico hacia fuera de la zona contenida.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Los trabajos deberán ser preferentemente diurnos, evitando así la molestia a la población. Los horarios previstos de operación de la planta deberán estar indicados en el PGA; de lo contrario sobrentenderá que los mismos coincidirán con los horarios laborales usuales de la construcción, los cuales finalizan a las 17 horas.</li> </ul> <p>En casos excepcionales y debidamente justificados podrán admitirse trabajos nocturnos, en lugares debidamente iluminados y únicamente si la planta se encuentra alejada de viviendas.</p>
<b>Prácticas no recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Encender la planta previo a la colocación de todas las estructuras de contención de derrames.</li> <li>- No verificar periódicamente si anteriormente se generaron derrames en las estructuras de contención, pudiendo provocar que sucesivos derrames y/o la lluvia desborden estas estructuras.</li> <li>- No realizar el mantenimiento periódico de todos los elementos de la planta y, en particular, del filtro de mangas, provocando emisiones atmosféricas excesivas e innecesarias.</li> <li>- No acopiar la mezcla asfáltica de descarte, provocando un esparcimiento de la misma (por terrenos aledaños, instalaciones independientes de la planta, e incluso faja pública) imposibilitando su reutilización y generando afectaciones.</li> <li>- No contar con los elementos para el monitoreo de las variables ambientales en la obra. No es necesario que éstos se encuentren físicamente en la obra la totalidad del tiempo, pero sí deben estar a disposición en cualquier momento (es decir, el Contratista lo deberá poder llevar a la obra en un tiempo razonable), de modo de poder detectar variaciones siempre que sea necesario (cumpliendo además con la periodicidad de monitoreo declarada en el PGA), o que la Inspección de la obra o de las autoridades ambientales así lo requieran.</li> <li>- No almacenar el combustible a utilizar de acuerdo a las recomendaciones de la Ficha F01.</li> </ul>

Ficha: <b>B06</b>	Operación de plantas asfálticas
	<div data-bbox="728 311 1288 766">A close-up photograph of a large industrial hopper or conveyor chute at an asphalt plant. A massive, dense plume of brown dust is being emitted from the bottom of the chute, completely obscuring the lower part of the machinery. The sky is clear and blue.</div> <div data-bbox="694 766 1321 821"><p><b>Figura 5 – Emisión excesiva de polvo en operación de planta asfáltica (1).</b></p></div> <div data-bbox="1377 311 1993 766">A wide-angle photograph of an asphalt plant facility. In the background, several conveyor belts and processing units are visible, with a significant amount of dust rising from the site. A yellow forklift is parked on the gravel surface in the foreground. The sky is blue with some light clouds.</div> <div data-bbox="1366 766 2004 821"><p><b>Figura 6 – Emisión excesiva de polvo en operación de planta asfáltica (2).</b></p></div> <div data-bbox="694 821 1321 1236">A photograph showing a conveyor belt system at an asphalt plant. A large cloud of dust is being emitted from the conveyor's discharge point. The ground is covered in a layer of dust and gravel. A red fire extinguisher is visible on the ground near the conveyor.</div> <div data-bbox="694 1236 1321 1294"><p><b>Figura 7 – Emisión excesiva de polvo en operación de planta asfáltica (3).</b></p></div> <div data-bbox="1400 821 1960 1236">A photograph of a large black truck tire on a dirt surface. A significant amount of dark blue/black liquid has leaked out from the tire, pooling on the ground. In the background, there are piles of material covered with blue plastic sheeting.</div> <div data-bbox="1400 1236 1971 1294"><p><b>Figura 8 – Derrame producido por pinchadura en mangueras sin contención adecuada.</b></p></div>



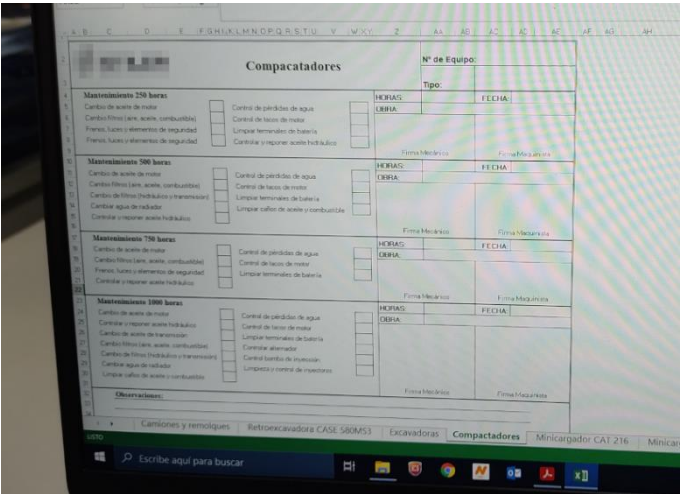
<b>Ficha:</b> <b>B06</b>	<b>Operación de plantas asfálticas</b>
	 <p data-bbox="952 842 1749 869"><b>Figura 9 – Emisión de humo de opacidad excesiva en planta asfáltica.</b></p>

<b>Ficha:</b>  <b>B07</b>	<b>Mantenimiento de la maquinaria y operación de talleres</b>
<b>Objetivos</b>	Prever espacios para el mantenimiento de la maquinaria cuyo diseño y operación minimice las posibles afectaciones al suelo y a los cursos de agua.
<b>Aspectos ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Generación de residuos sólidos</li> <li>- Generación de efluentes</li> <li>- Emisiones atmosféricas</li> <li>- Consumo de combustibles</li> <li>- Consumo de agua</li> </ul>
<b>Factores ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aire: PM, niveles sonoros</li> <li>- Aguas superficiales: carga de sólidos, hidrocarburos, sustancias tóxicas</li> <li>- Suelos: hidrocarburos, sustancias tóxicas</li> <li>- Flora: vegetación</li> </ul>
<b>Normativa aplicable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ley 19.829 – Ley de Gestión Integral de Residuos</li> <li>- Decreto 135/021 – Reglamento de calidad de aire</li> <li>- Guía de Estándares de Contaminación Acústica del Grupo GESTA Ruido</li> <li>- Protocolo de Medición de Niveles de Presión Sonora en Inmisión del Grupo GESTA Ruido</li> <li>- Decreto 253/979 – Prevención de la contaminación de las aguas</li> <li>- Documentos licitatorios, incluyendo Manual Ambiental de la Administración correspondiente</li> </ul>
<b>Instalaciones, equipos y suministros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Talleres</li> <li>- Plataformas de lavado y canalizaciones</li> <li>- Depósitos de aceites y combustibles</li> <li>- Pañol</li> <li>- Sistema de gestión de maquinaria</li> </ul>
<b>Procedimientos</b>	1- Al igual que las restantes instalaciones accesorias del obrador, se deberán establecer las ubicaciones de los talleres y las plataformas de lavado de maquinaria previamente al comienzo de la obra. Dependerá del porte de la obra y de los funcionamientos internos del Constructor (por ejemplo, tamaño y situación económica de la empresa, sistemas de

<b>Ficha:</b> <b>B07</b>	<b>Mantenimiento de la maquinaria y operación de talleres</b>
	<p>gestión de maquinaria, etc.), si se preverá colocar talleres para las tareas de mantenimiento de maquinaria o si las mismas se realizarán en talleres externos a la obra. De cualquier manera, la flota de maquinaria prevista para la obra, las tareas de mantenimiento a realizar y las instalaciones al servicio de las mismas deberán ser informadas en el PGA. Además, periódicamente se deberán informar en los ITGA las tareas realizadas, su gestión ambiental y las posibles modificaciones.</p> <p>2- En caso de contar con talleres dentro de los obradores, se recomienda instalar un pañol, el cual contendrá en condiciones adecuadas los repuestos, los filtros nuevos, aceites lubricantes, pinturas, etc.</p> <p>El pañol deberá ser cerrado y con piso impermeable, de manera de no exponer a la intemperie a los elementos almacenados y contener posibles derrames (por ejemplo, de caídas de recipientes).</p> <p>Por su parte, los talleres deberán ser igualmente techados y con piso impermeable. Además es importante que el taller contenga algún elemento de drenaje, como una reguera, de manera de que al lavar superficies en contacto con aceites e hidrocarburos, ésta capte al efluente y lo conduzca hacia un interceptor de grasas y aceites.</p> <p>El tratamiento de este efluente se debería realizar conforme a los procesos descritos en la Ficha E03, la cual describe también las características que deberán tener los lugares específicos para el lavado de maquinaria.</p> <p>3- En la fase de operación, se deberán llevar a cabo los registros de todas las tareas de mantenimiento realizadas, ya sea en talleres propios o externos.</p> <p>Los registros de los mantenimientos de la maquinaria deberán incluir los siguientes datos:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Matrícula del equipo</li><li>• Descripción y modelo</li><li>• Estado de conservación</li><li>• Operario</li><li>• Horas de servicio o kilometraje del último mantenimiento</li></ul>

<b>Ficha:</b> <b>B07</b>	<b>Mantenimiento de la maquinaria y operación de talleres</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tareas de mantenimiento efectuadas (ya sean tareas de mantenimiento preventivo o correctivo)</li><li>• Kilometraje del siguiente mantenimiento</li></ul> <p>Además, se deberán registrar los suministros de repuestos, aceites, filtros, y demás insumos para dicha tarea.</p> <p>En cuanto a los residuos, los mismos deberán gestionarse de acuerdo al tipo del que se trata. Usualmente corresponden a residuos especiales, los cuales deberán ser gestionados por separado de los residuos domésticos y los ROC, registrando también los retiros de estos residuos especiales.</p> <p>Todos estos registros deberán ser informados anexándolos a los informes periódicos a entregar a la Administración o al contralor de la obra (ITGA).</p> <p>4- Una vez finalizada la operación de los talleres, momento que no tiene por qué coincidir con el fin de la obra ya que puede suceder que sobre el final de la obra no haya más tareas de mantenimiento a realizar y se opte por levantar las instalaciones y llevarlas a otra obra que simultáneamente tenga el Constructor, se deberá proceder a realizar la recuperación ambiental de las áreas destinadas a talleres, pañol y demás instalaciones relacionadas. Las tareas de recuperación ambiental incluirán necesariamente el retiro o inhabilitación de los depósitos de efluentes y el interceptor de grasas y aceites. En cuanto a las plataformas, techos y demás estructuras de los galpones, podrán existir acuerdos con los propietarios del predio para dejarlos o, de lo contrario, deberán ser igualmente retirados. Las tareas de recuperación ambiental deberán estar previamente informadas al momento de entregar oportunamente el PRA de la obra.</p>



Ficha:  <div style="font-size: 24px; font-weight: bold; text-align: center;">B07</div>	<h3>Mantenimiento de la maquinaria y operación de talleres</h3>	
	 <p><b>Figura 1 – Motoniveladora estacionada en taller techado.</b></p>	 <p><b>Figura 2 – Depósito de combustible techado en zona de talleres.</b></p>
	 <p><b>Figura 3 – Planilla indicadora de mantenimiento en Sistema de Gestión de Maquinaria.</b></p>	

<b>Ficha:</b>  <b>B07</b>	<b>Mantenimiento de la maquinaria y operación de talleres</b>
<b>Parámetros de control</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Número de equipos de la flota de maquinaria</li> <li>- L aceite usado/mantenimiento</li> <li>- L agua consumida/lavado de taller</li> <li>- Número de mantenimientos de cada equipo/mes</li> <li>- m<sup>3</sup> residuos especiales/retiro del gestor</li> </ul>
<b>Indicadores de desempeño</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Número de mantenimientos realizados/mes</li> <li>- L aceite usado/mes</li> <li>- L agua consumida/mes</li> <li>- Retiros de residuos especiales/mes</li> </ul>
<b>Prácticas recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En caso de instalar un pañol, es fundamental que el pañolero sea adecuadamente capacitado en gestión ambiental, de manera que conozca las posibles consecuencias de la indebida manipulación de las sustancias almacenadas.</li> <li>- Si bien puede parecer un exceso de información, registrar cada tarea de mantenimiento alargará la vida útil de los equipos y servirá para dimensionar correctamente el stock de productos a almacenar en el pañol y los talleres.</li> <li>- En caso de realizar las tareas de mantenimiento en talleres externos a la obra, se deberá asegurar por parte del Constructor que dicho taller cumple con las exigencias ambientales, ya que todos los suministros y subcontratos de la obra son responsabilidad del Contratista frente a la Administración.</li> </ul>
<b>Prácticas no recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estacionar equipos en superficies no impermeables, incrementando significativamente la probabilidad de que se den derrames de aceites y/o combustibles de los equipos.</li> <li>- Realizar mantenimientos y cargas de combustibles fuera de las zonas específicamente dispuestas para tal fin, con el consiguiente riesgo de afectar a vegetación, contaminar acopios o de interferir con otras actividades</li> <li>- Almacenar a la intemperie sustancias que contengan hidrocarburos.</li> <li>- Canalizar los efluentes del lavado de los talleres directamente hacia cursos de agua o a infiltración / escurrimiento sobre el terreno, lo cual afectará a la respectiva fauna y flora.</li> </ul>

<b>Ficha:</b> <b>B07</b>	<b>Mantenimiento de la maquinaria y operación de talleres</b>
	 <p data-bbox="734 1070 1966 1123"><b>Figura 4 – Equipo regador en malas condiciones de mantenimiento (preventivo y correctivo), con emisiones excesivas de humos y derrames de emulsión asfáltica.</b></p>



<b>Ficha:</b>  <b>B08</b>	<b>Manejo de acopios</b>
<b>Objetivos</b>	Establecer los lineamientos para la correcta gestión de los acopios a generarse en la obra. Los acopios podrán ser de material a utilizar en la obra, de residuos, de sustancias (combustibles, emulsiones, pinturas, etc.), entre otras.
<b>Aspectos ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Generación de residuos sólidos</li> <li>- Compactación del terreno</li> <li>- Retiro de cobertura vegetal</li> </ul>
<b>Factores ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aguas superficiales: pH, grasas y aceites, sustancias tóxicas</li> <li>- Suelos: labrabilidad, pH, sustancias tóxicas</li> <li>- Flora: vegetación</li> </ul>
<b>Normativa aplicable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Documentos licitatorios, incluyendo Manual Ambiental de la Administración correspondiente</li> <li>- Ley 15.939 – Ley Forestal</li> <li>- Decreto 52/005 – Creación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP)</li> </ul>
<b>Instalaciones, equipos y suministros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Operación de maquinaria</li> <li>- Zonas de acopios</li> </ul>
<b>Procedimientos</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1- Establecer las zonas de acopios necesarias para la obra (tanto en obradores como en frentes de obra).</li> <li>2- Realizar el retiro de la cobertura vegetal de las zonas en las que se colocarán acopios. Este material de destape deberá asimismo acopiarse en pilas de no más de 2 m de altura, de manera de servir a la recuperación ambiental de estas zonas.</li> <li>3- En los acopios a colocar en zonas de obradores, delimitar correctamente la zona de acopios, preferentemente mediante barreras físicas (cintas, mallas, etc.). Además, es recomendable señalar a qué tipo de material corresponde cada zona de acopio, de manera de mantener el orden de los mismos, y no mezclar los materiales o residuos acopiados.</li> <li>4- En caso de ubicar acopios en frentes de obra, estos deben colocarse en zonas niveladas, no inundables, que no interfieran con desagües, libre de hábitats de animales (cuevas, nidos, etc.), fuera de áreas protegidas, cuya cobertura vegetal haya sido removida y donde</li> </ol>




<b>Ficha:</b> <b>B08</b>	<b>Manejo de acopios</b>
	<p>no interfiera con la visibilidad de la carretera. En general, se suele requerir que las zonas de acopio estén aprobadas por el contralor de la obra (Dirección de Obra en caso de obras públicas).</p> <ol style="list-style-type: none"><li>5- En caso de contar con excesiva cantidad de algún material, debe analizarse algún mecanismo de disposición de los excedentes sin previo acopio, de manera de que no se creen zonas de acopios excesivamente grandes. Además, en tiempo seco y/o ventoso, cuando el material puede ser arrancado eólicamente de los acopios, es recomendable regar los mismos evitando así el levantamiento de polvo.</li><li>6- La recuperación ambiental de estas zonas se realizará por descompactación o escarificado del terreno y posterior tendido del material de destape oportunamente acopiado y reservado para esta tarea. Este material orgánico favorecerá el crecimiento de nueva vegetación o, en su defecto, favorecerá el resembrado en caso de que la vegetación no se restaure por sí misma. Estos procedimientos deberán estar incluidos en el PRA de la obra.</li></ol> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"><div data-bbox="714 866 1319 1321">A photograph showing a construction site with several large, unorganized piles of dark material (likely asphalt or soil) in the foreground. In the background, there are industrial structures, including a tall silo and a conveyor belt system, under a clear blue sky.</div><div data-bbox="1391 866 2002 1321">A photograph showing a large, flat, and well-maintained area of brown earth. In the background, there is a large pile of dark material, possibly waste or construction debris, under a blue sky with scattered white clouds.</div></div> <p><b>Figura 1 – Zona de acopio en zona de implantación de planta asfáltica.</b></p> <p><b>Figura 2 – Zona de acopio correctamente acondicionada y nivelada.</b></p>

<b>Ficha:</b>  <b>B08</b>	<b>Manejo de acopios</b>	
<b>Parámetros de control</b>	No aplica.	
<b>Indicadores de desempeño</b>	No aplica.	
<b>Prácticas recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Delimitar las zonas de trabajo inundables, previo a establecer las zonas de acopios.</li> <li>- Determinar las zonas de acopios necesarias previo al inicio de las tareas, delimitándolas.</li> <li>- Establecer al inicio (preferiblemente junto con el control de la obra, en caso de obras públicas) una altura máxima de acopios, evitando posibles riesgos de SySO y de visibilidad en la ruta. En ese último caso, no sería recomendable que la cota superior del acopio supere al eje de la ruta más 1,10 m (altura correspondiente al ojo de un conductor circulando), ni tampoco una altura de 2 m para evitar que el material ubicado en la base de la pila se compacte excesivamente.</li> <li>- En caso de acopios en faja de uso público, ubicar los mismos a una distancia de seguridad de la calzada de manera de no afectar a la seguridad vial.</li> <li>- En caso de acopios ubicados en zona de obradores, identificar el material acopiado mediante cartelería. Además, es buena práctica espaciar los acopios (especialmente los que contienen materiales esencialmente diferentes) una distancia que impida que se mezclen o que no queden bien diferenciados entre sí.</li> <li>- Al momento de cargar o transportar material granular, así como en los casos en los que éste se tiende con cemento Portland (tanto para bases estabilizadas como para tosca-cemento de nivelación de superficies), verificar las condiciones de viento para evitar que tanto el material granular como el cemento se desplacen con éste generando emisiones de PM y contenido de cemento en cunetas o cursos de agua.</li> </ul>	
<b>Prácticas no recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No clasificar los acopios según el material, residuo o sustancia que se esté almacenando, o disponer acopios de distintos materiales sin delimitación física o suficientemente espaciados (ya que podría provocar que se mezclen).</li> <li>- Ubicar acopios en zonas bajas o en desagües (cunetas, alcantarillas, etc.) provocando acumulación de agua o inundaciones. En casos de materiales granulares para usar en la</li> </ul>	




<b>Ficha:</b> <b>B08</b>	<b>Manejo de acopios</b>
	<p>obra, la acumulación de agua cerca del acopio puede tener como consecuencia que el material no resulte apto para su uso debido al contenido de humedad.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Ubicar los acopios en zonas inundables o en márgenes de cursos de agua, que podría resultar en arrastre del material acopiado hacia el cauce en situaciones de crecidas.</li><li>- Ubicar acopios en faja de dominio público sin autorización, que puede resultar en que los mismos afecten a la visibilidad de la carretera o que se conviertan en obstáculos para los usuarios de la misma.</li><li>- No realizar el destape de la zona de acopios, lo que estropea la cobertura vegetal sobre la cual se colocarán.</li><li>- No realizar la descompactación del terreno al finalizar el uso de los acopios, lo que afecta a la futura labrabilidad del terreno o al crecimiento natural de vegetación.</li><li>- Pérdida del control de la cantidad de material acopiado, generando crecimientos excesivos en altura, lo que aumenta el riesgo afectar a la seguridad ocupacional del personal que se encuentre trabajando cerca.</li><li>- Afectar a instalaciones o predios cercanos por crecimiento descontrolado de las zonas de acopios.</li></ul> <div data-bbox="725 903 1279 1321"></div> <p data-bbox="712 1326 1301 1372"><b>Figura 3 – Acopios en faja pública avanzando sobre vegetación con estancamiento de agua.</b></p> <div data-bbox="1408 903 1962 1321"></div> <p data-bbox="1373 1326 2002 1372"><b>Figura 4 – Acopios en zona inundable con afectación a palmeras.</b></p>

Ficha: <b>B08</b>	Manejo de acopios	
	 <p>Figura 5 – Acopios de hierros a utilizar sobre terreno natural con vegetación.</p>  <p>Figura 7 – Acopio de RAP avanzando sobre vegetación.</p>	 <p>Figura 6 – Acopios de materiales de obra sobre terreno natural con vegetación.</p>  <p>Figura 8 – Acopios de material colocados junto a una parada de ómnibus.</p>



Ficha: <b>B08</b>	<b>Manejo de acopios</b>	
	 <p data-bbox="685 767 1323 794"><b>Figura 9 – Acopios colocados bajo línea de alta tensión.</b></p>	 <p data-bbox="1375 767 1995 820"><b>Figura 10 – Acopios mezclados sobre vegetación bajo cables de alta tensión.</b></p>  <p data-bbox="714 1278 1294 1331"><b>Figura 11 – Avance de acopios para generación de plataforma sobre humedal con palmeras.</b></p>  <p data-bbox="1368 1278 2007 1305"><b>Figura 12 – Acopios de material mezclado con residuos.</b></p>



Ficha: <b>B08</b>	Manejo de acopios	
	 <p data-bbox="689 770 1321 821"><b>Figura 13 – Acopios ubicados sobre vegetación en zona con animales.</b></p>	 <p data-bbox="1406 770 1968 821"><b>Figura 14 – Acopios de material avanzando sobre alambrado y traspasando hacia predio lindero.</b></p>  <p data-bbox="696 1281 1314 1332"><b>Figura 15 – Acopios en zonas de juegos infantiles que han avanzado y deteriorado el tejido que delimita.</b></p>  <p data-bbox="1391 1281 1982 1332"><b>Figura 16 – Reposición del tejido deteriorado en la Figura 15 luego de inspección ambiental de la obra.</b></p>





<b>Ficha:</b>  <b>C01</b>	<b>Demolición de estructuras existentes</b>
<b>Objetivos</b>	Establecer procedimientos y lineamientos generales para la realización de demoliciones de estructuras existentes, con el fin de minimizar o reducir el impacto sobre los elementos del entorno.
<b>Aspectos ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Generación de residuos</li> <li>- Operación de maquinaria</li> <li>- Tránsito inducido</li> <li>- Ruido y vibraciones</li> <li>- Emisiones de polvo a la atmósfera</li> </ul>
<b>Factores ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calidad de aire: PM</li> <li>- Calidad acústica: niveles de presión sonora, vibraciones</li> <li>- Ecosistemas acuáticos</li> </ul>
<b>Normativa aplicable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ley 19.829 – Ley de Gestión Integral de Residuos</li> <li>- Guía de Estándares de Contaminación Acústica del Grupo GESTA Ruido</li> <li>- Decreto 253/979 – Prevención de la contaminación de las aguas</li> <li>- Documentos licitatorios, incluyendo Manual Ambiental de la Administración correspondiente</li> </ul>
<b>Instalaciones, equipos y suministros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maquinaria de demolición (martillos, soplete oxi-corte, retroexcavadora, etc.)</li> <li>- Maquinaria de carga (retroexcavadora, pala cargadora, grúas, etc.)</li> <li>- Vehículos para transporte de escombros y materiales retirados</li> </ul>
<b>Procedimientos</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1- Previamente a cualquier tarea de demolición, se deberá realizar un plan o procedimiento de demolición (incluyendo las posibles contingencias) a través del cual se prevea cómo se comenzará y avanzará en la demolición. Es importante para ello conocer el tipo de estructura y las vinculaciones estructurales de las diferentes piezas, por lo que sería de ayuda contar con planos de las estructuras existentes (es usual que, en el caso de puentes pertenecientes a infraestructura pública, se cuente con planos y documentos de los mismos).</li> <li>2- En el caso de que existan viviendas o establecimientos cercanos, como escuelas, evitar dentro de lo posible interferir con las distintas actividades debido a las emisiones de ruido</li> </ol>

<b>Ficha:</b> <b>C01</b>	<b>Demolición de estructuras existentes</b>
	<p>y polvo. Esto se puede lograr dando aviso previo a comenzar las actividades de demolición y, en caso de que haya escuelas cercanas, restringiendo horarios para estas tareas.</p> <ol style="list-style-type: none"><li>3- Con el fin de evitar verter escombros sobre el curso de agua, se deberán realizar las estructuras o colocación de elementos con el fin de interceptarlos. En el caso de construcción de ataguías, estas sirven debido a que los escombros caen sobre las mismas en lugar del cauce (además de permitir la circulación de la maquinaria).</li><li>4- Se deberá delimitar la zona de demolición, de acuerdo con los procedimientos SySO así como para visualizar si quedan elementos ambientalmente sensibles que puedan correr riesgo (especies protegidas, hábitats, etc.). En caso de constatar estos elementos, adoptar las medidas necesarias previo a comenzar la demolición (trasplante de especies, retiro de animales, etc.).</li><li>5- Comenzar a demoler de a piezas o tramos independientes estructuralmente; se debe realizar una inspección entre pieza o tramo, con el fin de constatar que no hayan caído escombros sobre el curso de agua. Cuando queden únicamente los pilares, los mismos podrán demolerse desde la ataguía con la maquinaria (por ejemplo, retroexcavadora con martillos).</li><li>6- Retirar los escombros y acopiarlos en zonas adecuadas según Ficha B08.</li><li>7- Gestionar dichos escombros como ROC, de acuerdo a Ficha D09, priorizando la reutilización de dichos materiales.</li></ol>



Ficha: <b>C01</b>	<b>Demolición de estructuras existentes</b>	
	 <p data-bbox="824 770 1205 794">Figura 1 – Demolición de tablero.</p>	 <p data-bbox="1375 770 2011 847">Figura 2 – Demolición de tablero y baranda con martillo incorporado a retroexcavadora, cuyos escombros caen sobre ataguías.</p>
<b>Parámetros de control</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- m<sup>3</sup> totales a demoler (en pieza)</li> <li>- m<sup>3</sup> transportados/camión (con esponjamiento, se recomienda tomar coeficiente entre 1,5 y 2,0 para escombros)</li> </ul>	
<b>Indicadores de desempeño</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- m<sup>3</sup> demolidos/día (en pieza)</li> <li>- m<sup>3</sup> retirados/día (considerando esponjamiento)</li> <li>- Cantidad de viajes de camiones/día</li> </ul>	
<b>Prácticas recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En caso de constatarse caída de escombros sobre el cauce, retirar los mismos inmediatamente sin ingresar maquinaria sobre el cauce (puede realizarse manualmente para escasos y pequeños escombros, o desde la ataguía con retroexcavadora). En caso de utilizar equipos para retirar estos escombros, se evitará modificar al lecho del cauce.</li> <li>- Priorizar la reutilización de los escombros. Debido a que corresponden a materiales inertes de buena resistencia, los mismos podrán ser utilizados con diversos fines como, por ejemplo, bases para caminería auxiliar y plataformas, rellenos o, en caso de que la granulometría lo permita, como protección contra la erosión para pilas y estribos.</li> </ul>	

<b>Ficha:</b> <b>C01</b>	<b>Demolición de estructuras existentes</b>	
		
<b>Prácticas no recomendadas</b>	<p data-bbox="1003 922 1704 948"><b>Figura 3 – Demolición cuyos restos han caído sobre ataguía.</b></p> <ul data-bbox="719 954 2045 1351" style="list-style-type: none"><li>- Realizar demolición de estructuras directamente sobre el cauce, generando caída de escombros sobre el mismo con el consiguiente impacto a su calidad y geometría, resultando en afectaciones al flujo de agua y la posibilidad de pasaje de fauna acuática por el mismo.</li><li>- Realizar retiro de escombros caídos al cauce sin el debido cuidado de no modificar la geometría del cauce (por ejemplo, si se realizan excavaciones que además retiren o desplacen significativamente material del lecho).</li><li>- Almacenar los escombros en acopios ubicados en zonas inundables resultando en arrastre de los materiales hacia el curso de agua en situaciones de crecidas.</li><li>- Retirar escombros y diseminarlos sin orden alguno causando problemas de desagües de la infraestructura en faja pública, interferencia con hábitats o vegetación, etc.</li></ul>	

<b>Ficha:</b> <b>C01</b>	<b>Demolición de estructuras existentes</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>- Realizar rellenos con material retirado en terrenos bajos sin analizar las posibles afectaciones a predios vecinos debido a los cambios en los patrones de escurrimiento pluvial.</li></ul> <div data-bbox="712 459 1317 917">A photograph showing a demolition site where large pieces of concrete and rebar are being pushed into a dark water channel by a hydraulic excavator. The debris is piled up in the water.</div> <p data-bbox="698 917 1330 968"><b>Figura 4 – Escombros generados en demolición caídos sobre el cauce.</b></p> <div data-bbox="1391 459 1995 917">A photograph showing a long row of concrete pillars supporting a structure. A large concrete slab has fallen from the structure and is lying on the ground in the foreground, partially submerged in a shallow pool of water. The ground is muddy and covered in debris.</div> <p data-bbox="1370 917 2013 968"><b>Figura 5 – Escombros de demolición de tablero que han caído fuera de la atagüa.</b></p>

<b>Ficha:</b>  <b>C02</b>	<b>Ejecución de ataguías</b>
<b>Objetivos</b>	Establecer los correctos lineamientos para la ejecución de ataguías, en los casos en que éstas sean necesarias para el desvío del curso de agua para permitir la construcción de las fundaciones del puente en condiciones secas.
<b>Aspectos ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modificación local de la sección del cauce por estrechamiento</li> <li>- Remoción de ejemplares de fauna autóctona</li> <li>- Invasión al hábitat de fauna acuática</li> <li>- Consumo de combustibles</li> <li>- Generación de ROC resultantes del material utilizado para la ataguía</li> </ul>
<b>Factores ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aguas superficiales: parámetros de flujo (velocidad y nivel) y carga de SST</li> <li>- Suelos: carga orgánica y topografía</li> <li>- Flora: monte nativo y especies protegidas</li> <li>- Fauna: fauna acuática</li> </ul>
<b>Normativa aplicable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exigencias en AAP según Decreto 349/005 – Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental y autorizaciones ambientales</li> <li>- Ley 15.939 – Ley Forestal</li> <li>- Decreto 52/005 – Creación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP)</li> <li>- Ley 19.829 – Ley de Gestión Integral de Residuos</li> <li>- Decreto 135/021 – Reglamento de calidad de aire</li> <li>- Guía de Estándares de Contaminación Acústica del Grupo GESTA Ruido</li> <li>- Protocolo de Medición de Niveles de Presión Sonora en Inmisión del Grupo GESTA Ruido</li> <li>- Decreto 253/979 – Prevención de la contaminación de las aguas</li> <li>- Decreto 368/018 – Aprobación de medidas para que los usos de las aguas públicas aseguren que el caudal que permita la protección del ambiente y criterios de manejo ambientalmente adecuados de las obras hidráulicas</li> <li>- Documentos licitatorios, incluyendo Manual Ambiental de la Administración correspondiente</li> </ul>



<b>Ficha:</b>  <b>C02</b>	<b>Ejecución de ataguías</b>
<b>Instalaciones, equipos y suministros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Retroexcavadora</li> <li>- Material granular</li> <li>- Caños para alcantarillas de material plástico u hormigón</li> </ul>
<b>Procedimientos</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1- En primera instancia, deben agotarse todas las alternativas previo a plantear la necesidad de ejecutar ataguías, ya que es un procedimiento constructivo localmente muy agresivo para el cauce.</li> <li>2- Realizar un análisis de la interferencia de la ataguía en el flujo. En el mismo se deberán establecer al menos los siguientes elementos:                         <ol style="list-style-type: none"> <li>i- Apertura de la ataguía, incluyendo la colocación de caños o estructuras que permitan el pasaje de agua por la misma. Por ésta, se deberá permitir el pasaje de un caudal ecológico de acuerdo a la normativa vigente (Decreto 368/018, aunque no especifique cuál será éste valor).</li> <li>ii- Interferencia de la presencia de la ataguía (incluyendo los caños o estructuras de pasaje) sobre el tirante y la velocidad de flujo del cauce. Actualmente existen diversas herramientas computacionales (algunas de uso libre como, por ejemplo, el programa HEC-RAS) aptas para realizar estos análisis.</li> <li>iii- Establecer el nivel de coronamiento de la ataguía, comprobando que no se generarán inundaciones innecesarias. En estos casos, lo más usual es tomar el nivel de estiaje más una pequeña franquía (que puede ser del orden de 50 cm), lo que permitirá trabajar en seco en días en que no se registren lluvias.</li> <li>iv- Comprobar que dicho diseño no generará socavaciones tanto en la ataguía como en el lecho del cauce.</li> </ol> </li> <li>3- Una vez analizada la influencia de la ataguía sobre el cauce, se deberá proceder a elaborar el Plan de Construcción de la ataguía. En dicho Plan se deberán incluir, en principio, los siguientes elementos:                         <ol style="list-style-type: none"> <li>i- Retiro de la cubierta vegetal del lugar de emplazamiento y su acopio, a fin de utilizar el material orgánico para la recuperación ambiental.</li> </ol> </li> </ol>

Ficha: <b>C02</b>	<b>Ejecución de ataguías</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>ii- Tipo de material a emplear, generalmente coincidente con el material de la ribera. No es buena práctica extraer material (salvo la cubierta vegetal) de la zona inundable, debido a que podría generar socavaciones o cambios en el flujo.</li><li>iii- Clasificación del material, ángulo de talud y compactación necesaria para asegurar la estabilidad de la ataguía y evitar el arrastre del material de la misma por erosión.</li><li>iv- Cronograma de los trabajos, asegurando que la ataguía se encuentre construida el menor tiempo posible y evitando los trabajos en períodos de desove de las especies acuáticas detectadas.</li><li>v- Tareas de recuperación del cauce luego del desmantelamiento de la ataguía, incluyendo la gestión de residuos.</li></ul> <p>4- En la fase de construcción de la ataguía, se deberá comprobar en todo momento que se está ejecutando conforme a lo proyectado, debido a la sensibilidad que puede tener el cauce con respecto a las tareas. Además, se deberá asegurar que todos los materiales se encuentran libres de sustancias que puedan alterar la calidad del agua (como por ejemplo, pinturas o aceites). Además, se deberán mantener desobstruidas las estructuras de pasaje de agua y la apertura de la ataguía previamente definida en el proyecto.</p> <p>5- Realizar las tareas de recuperación del cauce, de manera de que las condiciones del cauce sean lo más similares posibles a las previas. En principio, estas tareas incluirán las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>i- Retiro de la totalidad del material aportado para construir la ataguía.</li><li>ii- Conformación de la geometría de la sección del cauce, de manera de que resulte lo más parecida posible a la original. El material granular extraído de la ataguía que se encuentre en condiciones de humedad y granulometría adecuados, puede ser utilizado para realizar la conformación del perfil</li><li>iii- Descompactación de todas las zonas que hayan quedado compactadas como consecuencia de la presencia de la ataguía.</li><li>iv- Utilización del material orgánico acopiado para promover el crecimiento de vegetación similar a la de las condiciones originales.</li></ul>



<p>Ficha: <b>C02</b></p>	<p><b>Ejecución de ataguías</b></p>
	<p>v- Comprobación de que se retiraron todos los elementos de la ataguía, y realizar la gestión de residuos según tipo de material de acuerdo al PGA de la obra.</p> <div data-bbox="837 405 1823 762" data-label="Figure"> </div> <p data-bbox="949 764 1747 794">Figura 1 – Ejemplo de ataguía analizada mediante software HEC-RAS.</p> <div data-bbox="1025 820 1671 1278" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="931 1279 1765 1310">Figura 2 – Ataguía construida para demolición y construcción de puente.</p>
<p><b>Parámetros de control</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- m<sup>3</sup> material utilizado</li> <li>- Ensayos de clasificación del material granular adoptado</li> </ul>

<b>Ficha:</b>  <b>C02</b>	<b>Ejecución de ataguías</b>
<b>Indicadores de desempeño</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dimensionado del área de desagüe resultante en el pasaje del flujo por la ataguía</li> <li>- m<sup>3</sup> material retirado/m<sup>3</sup> material utilizado</li> <li>- Monitoreo de la calidad del agua del cauce en lo referente a concentración de sólidos suspendidos.</li> <li>- Aumento local de tirante y velocidad en el cauce, tanto en estiaje como en crecientes de bajo porte.</li> </ul>
<b>Prácticas recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No realizar las ataguías a un nivel de coronamiento demasiado elevado, provocando que para crecientes extraordinarias se produzcan sobrelevaciones innecesarias y riesgo de socavaciones.</li> <li>- En situaciones donde se tenga un riesgo importante de erosión local, como en secciones del cauce muy encajonadas o lechos de material arenoso, puede ser una necesaria la protección del lecho y de los taludes laterales. Esta protección puede realizarse con enrocado, con bolsas de arpillera rellenas de arena, o incluso con escombros de granulometría seleccionada.</li> <li>- No realizar la ataguía de ambos laterales a la vez, aunque se deje una apertura central en el cauce. Esto puede causar un aumento muy localizado de la velocidad de flujo generando erosión en el lecho y arrastre de material de las ataguías en la apertura del flujo.</li> <li>- No dejar ningún elemento sobre la ataguía al finalizar la jornada, debido a que un evento de lluvia puede elevar el nivel de agua arrastrando estos elementos hacia el cauce.</li> <li>- Calcular, en casos en que se cuenten con series de datos hidrológicos suficientemente largas (de al menos 20 años), el caudal ecológico que será necesario erogar por la ataguía de manera de asegurar que no se interferirá con los otros usuarios del agua aguas abajo. En el caso de no contar con estos datos, se podrá estimar dicho caudal en función del área de la cuenca (en km<sup>2</sup>) como 0,4 L/s/km<sup>2</sup>.</li> </ul>
<b>Prácticas no recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reducir excesivamente la sección de desagüe del cauce.</li> <li>- Realizar las ataguías sin caracterizar el material del lecho del cauce.</li> <li>- No dismantelar completamente la ataguía al finalizar los trabajos, generando cambios en los patrones de escurrimiento del cauce.</li> </ul>





Ficha: <b>C02</b>	<b>Ejecución de ataguías</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>- Colocar materiales de trabajo sobre la ataguía, como recipientes o residuos, lo cual puede generar que los mismos terminen en el cauce.</li></ul> <div data-bbox="685 424 1319 879"></div> <div data-bbox="685 879 1319 959"><p><b>Figura 3 – Estrechamiento de cauce excesivo generado por ataguía, que resulta en un significativo aumento de la velocidad de flujo (vista aguas abajo).</b></p></div> <div data-bbox="1348 424 2018 879"></div> <div data-bbox="1348 879 2018 959"><p><b>Figura 4 – Restos de ataguía que quedan sobre el cauce debido a retiro deficiente y falta de recuperación de la sección intervenida del cauce.</b></p></div>



<b>Ficha:</b>  <b>C03</b>	<b>Limpieza de vegetación</b>	
<b>Objetivos</b>	Establecer lineamientos de buenas prácticas para la remoción de vegetación en la zona de implantación del puente, de manera de limpiar y despejar el lugar donde se realizarán los trabajos.	
<b>Aspectos ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Generación de residuos de poda</li> <li>- Cambios en los patrones de escurrimiento</li> <li>- Remoción de ejemplares de flora autóctona</li> <li>- Invasión al hábitat de la fauna terrestre</li> <li>- Consumo de combustibles</li> </ul>	
<b>Factores ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Suelos: labrabilidad y topografía</li> <li>- Flora: vegetación, monte nativo y especies protegidas</li> <li>- Fauna: fauna terrestre y especies protegidas</li> <li>- Paisaje</li> </ul>	
<b>Normativa aplicable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exigencias en AAP según Decreto 349/005 – Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental y autorizaciones ambientales</li> <li>- Ley 15.939 – Ley Forestal</li> <li>- Decreto 52/005 – Creación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP)</li> <li>- Documentos licitatorios, incluyendo Manual Ambiental de la Administración correspondiente</li> </ul>	
<b>Instalaciones, equipos y suministros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Equipo de poda</li> <li>- Retroexcavadora</li> </ul>	
<b>Procedimientos</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1- Determinar, mediante el análisis del proyecto del puente, la zona para la cual se necesita realizar la limpieza de vegetación.</li> <li>2- Realizar visitas al lugar, si es posible junto a personal idóneo (por ejemplo, ingenieros agrónomos) de manera de inventariar las especies que se encuentren en el lugar y los elementos singulares que puedan resultar de interés (por ejemplo, nidos de especies de fauna autóctona).</li> <li>3- Determinar si las especies vegetales encontradas corresponden a especies protegidas. Puede ser de utilidad el listado que se encuentra en el MAV.</li> </ol>	

<b>Ficha:</b>  <b>C03</b>	<b>Limpieza de vegetación</b>
	<p>a- Si se encuentran especies protegidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>i- Realizar una revisión de la normativa nacional para relevar el status de la especie encontrada.</li> <li>ii- Solicitar al personal idóneo la realización de un plan de acción a efectos de replantar los ejemplares encontrados (cuando corresponda).</li> <li>iii- Remitir el plan a DINACEA si en las condiciones de la AAP se exige. En este caso, aún no se está autorizado a comenzar la obra. Luego de aprobado el plan, se procede al punto iv.</li> <li>iv- Luego de aprobado el plan por todas las partes (técnicos, Constructor, DNV (si corresponde), DINACEA), se procede a establecer los procedimientos en base al mismo.</li> </ul> <p>b- Si no se encuentran especies protegidas, se procede directamente al siguiente paso.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>4- Delimitar, mediante replanteo, la zona en la cual se removerá la vegetación. Deseablemente se utilizarán mallas, cintas, estacas, entre otros, para demarcar el lugar.</li> <li>5- Realizar la poda y remoción de la vegetación en esa zona, apegándose a los procedimientos establecidos anteriormente en el caso de encontrar especies protegidas.</li> <li>6- Acopiar los residuos vegetales de la poda y remoción, y verificar que no queden restos en los frentes de trabajo. Los acopios deberán realizarse en una superficie más o menos nivelada, libre de otros residuos y en zonas no inundables.</li> <li>7- Realizar la gestión de residuos tal cual está establecido en el PGA. Pueden utilizarse restos vegetales y tierra con alto contenido orgánico para restaurar taludes y acondicionar la faja pública en los accesos al puente en construcción o rehabilitación. No obstante, esto último debe establecerse con anterioridad de manera de evitar acumulación innecesaria de material.</li> </ul>
<b>Parámetros de control</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- m<sup>2</sup> removidos/hora de equipo dedicado (podadora, retroexcavadora)</li> <li>- m<sup>3</sup> residuos de poda/hora de equipo dedicado</li> <li>- m<sup>2</sup> reacondicionamiento de taludes/m<sup>3</sup> residuos de poda utilizados</li> </ul>
<b>Indicadores de desempeño</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- m<sup>2</sup> removidos/día</li> </ul>

<b>Ficha:</b>  <b>C03</b>	<b>Limpieza de vegetación</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- camiones residuos de poda/semana</li> <li>- ingresos a relleno sanitario de residuos de poda/semana</li> <li>- m<sup>2</sup> reacondicionamiento de taludes con residuos de poda/semana</li> </ul>
<b>Prácticas recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Delimitar en campo mediante elementos físicos la zona a realizar la limpieza.</li> <li>- Delimitar la zona inundable, de manera de prestar especial atención al área coincidente con la de remoción. Esto permitirá preservar equipos y evitar arrastres evitables de material y restos vegetales al curso de agua.</li> <li>- Extraer en primer lugar los ejemplares de especies protegidas, de acuerdo al plan elaborado para tal fin.</li> <li>- Remover únicamente los ejemplares dentro del área delimitada, siendo especialmente cuidadoso en los bordes, para evitar extraer ejemplares adicionales innecesariamente.</li> <li>- Remover todo el ejemplar, sin dejar restos.</li> <li>- Realizar el acopio en zonas niveladas y no inundables, coordinando con lo establecido en el PGA en cuanto a la recolección y transporte de residuos para evitar la acumulación excesiva.</li> </ul>
<b>Prácticas no recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dejar restos vegetales, ya sea por no haber retirado los ejemplares completos, por el acopio innecesario en el frente de trabajo o por no retirar los residuos. Esto estimulará la proliferación de vectores, afectará al drenaje por escorrentía y aumentará el riesgo de incendios.</li> <li>- Realizar quema de restos vegetales con el fin de reducir su volumen.</li> <li>- Realizar la remoción de forma desmedida o descuidada en los bordes del área, ya sea por negligencia o delimitación deficiente del área. Esto incurrirá en remociones excesivas, por ejemplo, de ejemplares cuya remoción no es necesaria.</li> </ul>



Ficha: <b>C03</b>	Limpieza de vegetación	
	 <p data-bbox="707 767 1312 798"><b>Figura 1 – Restos de vegetación dañada sin remover.</b></p>  <p data-bbox="696 1278 1326 1331"><b>Figura 3 – Árbol dañado por manipulación de acopios a su lado.</b></p>	 <p data-bbox="1420 767 1962 823"><b>Figura 2 – Remoción excesiva y descuidada de vegetación en faja de dominio público.</b></p>  <p data-bbox="1368 1278 2009 1308"><b>Figura 4 – Corte de palmera en faja de dominio público.</b></p>

Ficha: <b>C03</b>	Limpieza de vegetación	
	 <p data-bbox="696 767 1323 818"><b>Figura 5 – Transplante deficiente de palmera, en la que se arrastra a ésta violentamente por el suelo.</b></p>	 <p data-bbox="1361 767 2018 818"><b>Figura 6 – Palmera dañada luego de ser transplantada de manera deficiente (ver Figura 5).</b></p>

<b>Ficha:</b>  <b>D01</b>	<b>Planificación de la gestión de residuos sólidos</b>	
<b>Objetivos</b>	Realizar, previo al comienzo de obra, la planificación acerca de la gestión de los residuos sólidos a generarse en la obra, con el fin de prever las medidas, insumos y suministros necesarios para asegurar la correcta gestión y la trazabilidad en todas sus instancias (desde la generación hasta la disposición final).	
<b>Aspectos ambientales</b>	No aplica	
<b>Factores ambientales</b>	No aplica	
<b>Normativa aplicable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ley 9.515 – Ley Orgánica Municipal</li> <li>- Ley 19.829 - Ley de Gestión Integral de Residuos</li> <li>- Decreto 373/003 - Regulación del manejo y disposición de baterías de plomo y ácido usadas o a ser desechadas</li> <li>- Decreto 182/013 – Reglamento de gestión de residuos sólidos industriales y asimilados</li> <li>- Decreto 358/015 - Reglamento de gestión de neumáticos y cámaras fuera de uso</li> <li>- Decreto 3/019 – Medidas de prevención y reducción del impacto ambiental derivado de la utilización de bolsas plásticas</li> <li>- Documentos licitatorios, incluyendo Manual Ambiental de la Administración correspondiente</li> </ul>	
<b>Instalaciones, equipos y suministros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalaciones para clasificación, recolección y almacenamiento de residuos</li> <li>- Suministros de transporte</li> <li>- Suministros de gestión de residuos especiales</li> <li>- Sitios de disposición final de residuos</li> </ul>	
<b>Procedimientos</b>	Previo al comienzo de las actividades de obra, como consecuencia de la planificación que se debe realizar en cuanto a la gestión de residuos sólidos, el Constructor deberá elaborar un Plan de Gestión de Residuos Sólidos (PGRS). Dicho plan, que usualmente se incluye dentro del PGA de la obra, deberá contener todas las tareas, insumos, instalaciones y suministros involucrados en la gestión contemplando todos los tipos de residuos que se prevé generar.	

<b>Ficha:</b> <b>D01</b>	<b>Planificación de la gestión de residuos sólidos</b>
	<p>Para la elaboración del PGRS, el cual corresponde al producto final de la planificación, se deberán considerar los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Identificación de los residuos sólidos que se prevé generar, considerando exhaustivamente todas las actividades involucradas en la obra. A modo de ejemplo, se reitera el listado del acápite 3.3.2 en cuanto a los residuos posiblemente generados:<ul style="list-style-type: none"><li>• Excavación a depósito</li><li>• Excedente de material de destape o descubierta</li><li>• Escombros, probetas y residuos de materiales de construcción</li><li>• Residuos de fresado (RAP)</li><li>• Lodos</li><li>• Chatarra y otros residuos metálicos</li><li>• Maderas y restos de encofrados</li><li>• Empaques, envases y embalajes</li><li>• Llantas y neumáticos usados</li><li>• Residuos peligrosos</li><li>• Papel blanco de oficina</li><li>• Residuos equiparables a domésticos</li></ul></li><li>- Clasificación de los residuos sólidos propuesta, la cual será resultado de la variedad de residuos que se generarán y sus características físicas, biológicas, su peligrosidad, composición química y sus alternativas de valorización. Esta clasificación puede ser tan amplia o detallada como se quiera; el porte de la obra indicará hasta qué punto es razonable clasificar determinados residuos sin perder de vista la practicidad y los costos asociados. Sin embargo, no debe perderse de vista que la clasificación de determinados residuos está determinada por la normativa nacional y es obligatoria, denominándose a éstos como residuos especiales.</li><li>- Sistemas de recolección y clasificación de residuos en todas las instalaciones y frentes de obra. Esto incluirá los recipientes o lugares en los que los residuos se recolectarán, en función de la clasificación propuesta anteriormente, es decir, la misma resultará de</li></ul>





<b>Ficha:</b> <b>D01</b>	<b>Planificación de la gestión de residuos sólidos</b>
	<p>recolectar los residuos en recipientes o lugares por separado. Existen diferentes tipos de clasificación, considerando en esta Ficha a modo de ejemplo, las categorías propuestas en el acápite 3.3.3:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Residuos asimilables a domésticos</li><li>• Residuos de obra civil</li><li>• Residuos de poda</li><li>• Residuos reciclables</li><li>• Residuos especiales</li></ul> <p>En ese sentido, los lugares de recolección deberán estar debidamente identificados según el tipo de residuo que contendrán. Una posibilidad es mediante cartelería indicativa, mientras que otra es utilizar un código de colores (por ejemplo, el de la norma UNIT 1.239:2017). En esta instancia, la capacitación del personal es fundamental y debería ser incluida en el PGRS.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Sistemas de almacenamiento temporal, si corresponde. En obras de porte medio a bajo así como en obras grandes alejadas de centros poblados, puede resultar impráctico transportar determinados tipos de residuos al final de cada jornada, lo que conduce a la necesidad de contar con recipientes o lugares de almacenamiento temporal de residuos. En éstos, se almacenarán todos los residuos de un cierto tipo generados en todas las instalaciones y frentes de obra, de manera de centralizar la gestión y realizar el transporte de los mismos una vez que se completa la capacidad de tales sistemas. En obras cercanas a centros poblados es posible que resulte más práctico transportar los residuos al final de cada jornada. En cambio, cuando se tiene baja generación de residuos, puede ser más conveniente hacerlo una vez que se complete el sistema de almacenamiento provisorio.</li><li>- Modalidad de gestión de los distintos tipos de residuos sólidos, incluyendo suministros y transporte (indicando para cada tipo si éste último es también un suministro o si se utilizarán camiones propios de la obra). A continuación se indica brevemente lo que se deberá incluir en cuanto a la gestión para cada tipo de residuos en el PGRS:<ul style="list-style-type: none"><li>• Residuos asimilables a domésticos: transporte y sitio de disposición final</li></ul></li></ul>

<b>Ficha:</b> <b>D01</b>	<b>Planificación de la gestión de residuos sólidos</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Residuos de obra civil: alternativas de valorización, transporte y sitio de disposición final</li><li>• Residuos de poda: transporte y sitio de disposición final, pudiendo valorizarse también aunque sea menos frecuente (por ejemplo, transportando a sitios de compostaje)</li><li>• Residuos reciclables: tipos de valorización a los que serán sometidos, transporte y agente reciclador (por ejemplo, si es municipal, ONG, etc.) indicando el destino que éste le dará al residuo</li><li>• Residuos especiales: agente que realizará el transporte, suministro de gestión de residuos especiales según el tipo (junto con las autorizaciones correspondientes del gestor) y disposición final que éste le dará a los residuos, si corresponde</li></ul> <ul style="list-style-type: none"><li>- Medidas a aplicar para asegurar la trazabilidad de los residuos. Esto es, determinar quiénes son los responsables de recibir a los gestores, autorizar la salida de camiones con residuos, realizar los registros correspondientes y archivar los remitos correspondientes (tanto de los gestores como de los sitios de disposición final a los que se enviarán directamente los residuos).</li><li>- Plan y registros de capacitación del personal en esta temática. Puede ser incluida en el PGRS o directamente en el PGA indistintamente, sin perder de vista lo más importante, que es la correcta capacitación del personal para realizar la gestión de forma adecuada.</li></ul> <p>No debe pasarse por alto el hecho de que el propietario de la obra también es el propietario de los residuos, por lo que el destino de todos los residuos valorizables será decisión de éste. Se destacan entre estos residuos el RAP, las señales, las defensas metálicas, etc.</p>



<b>Ficha:</b> <b>D01</b>	<b>Planificación de la gestión de residuos sólidos</b>
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"><div data-bbox="772 311 1265 766"></div><div data-bbox="1366 311 2027 766"></div></div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"><div data-bbox="728 766 1299 821"><p><b>Figura 1 – Clasificación adecuada de residuos en recipientes plásticos con tapa y bolsa interna.</b></p></div><div data-bbox="1388 766 2004 821"><p><b>Figura 2 – Acopios de residuos correctamente clasificados, delimitados y con cartelería indicativa.</b></p></div></div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"><p><b>Figura 3 – Contenedores de mayor capacidad para almacenamiento transitorio de residuos.</b></p></div>

<b>Ficha:</b>  <b>D01</b>	<b>Planificación de la gestión de residuos sólidos</b>	
<b>Parámetros de control</b>	No aplica	
<b>Indicadores de desempeño</b>	No aplica	
<b>Prácticas recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ser realista en cuanto a la clasificación que es razonable realizar en función de las características de la obra (tipo, ubicación, porte y cantidad de personal involucrado), de manera de poder realizar la gestión de acuerdo a lo planificado.</li> <li>- Ajustarse lo más posible, es decir, teniendo en cuenta las características de la obra, al principio de jerarquía de residuos según se mencionó en el acápite 3.3.1, priorizando siempre la prevención de la generación, y luego la valorización de los residuos.</li> <li>- Realizar los correspondientes acuerdos con los gestores externos que se prevén en el PGRS, evitando así que se generen residuos (en particular, de tipo especial) cuya gestión pueda ser interrumpida por falta de suministro.</li> <li>- Ser específico en cuanto a los tipos de contenedores a disponer en la obra (cantidad, tipo, colores, capacidad, etc.) permitirá dimensionar adecuadamente el sistema de almacenamiento, lo que a su vez contribuye a planificar más precisamente los suministros y el transporte, reducir costos y trabajos innecesarios, y facilitar la planificación en etapas en que la obra ya ha comenzado.</li> </ul>	
<b>Prácticas no recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Establecer excesivas clasificaciones en el PGRS que puedan resultar engorrosas o impracticables para el personal y para el Constructor, incurriendo en gestiones de peor calidad a la aprobada según el PGRS y sin el adecuado control del cumplimiento de la normativa. Algunas veces la clasificación viene dada por políticas de las empresas constructoras, según las cuales siempre se realizan determinadas clasificaciones, independientemente de si dos tipos de residuos distintos terminan en el mismo sitio de disposición final.</li> <li>- No realizar estimaciones, aunque sea primarias, de los volúmenes de residuos a generar en las diferentes etapas de la obra, lo que podrá resultar en problemas posteriores de capacidad humana y de recursos disponibles en la gestión.</li> </ul>	

<b>Ficha:</b> <b>D01</b>	<b>Planificación de la gestión de residuos sólidos</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>- No remitir al propietario de la obra las señales y defensas metálicas retiradas, RAP y demás residuos reutilizables (en particular, los que no requieren tratamiento para ello). Esto es particularmente importante cuando el propietario de la obra es la Administración, quien podrá reutilizar estos residuos en otras obras de la red vial que debe atender.</li></ul> <div data-bbox="689 496 1357 954">A photograph showing a large, open-sided metal structure, likely a workshop or storage area, filled with a large pile of unsorted waste. The waste includes various materials like plastic bags, metal scraps, and other debris. The ground is dirt and the sky is overcast.</div> <p data-bbox="752 954 1281 1007"><b>Figura 4 – Residuos acopiados en obrador sin clasificación ni control.</b></p> <div data-bbox="1525 496 1868 954">A photograph showing several blue and white chevron signs lying on a pile of dirt and debris. The signs are damaged and appear to be discarded. In the background, there is a body of water and some construction equipment.</div> <p data-bbox="1368 954 2024 1031"><b>Figura 5 – Señales de chevrón removidas y acopiadas en malas condiciones sin posibilidad de reutilización alguna.</b></p>

<b>Ficha:</b>  <b>D02</b>	<b>Gestión de residuos sólidos asimilables a domésticos</b>
<b>Objetivos</b>	Realizar la correcta gestión de residuos asimilables a domésticos, los cuales provienen fundamentalmente de campamentos, comedores y oficinas.
<b>Aspectos ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Generación de residuos sólidos</li> <li>- Tránsito inducido por transporte de residuos</li> </ul>
<b>Factores ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aguas superficiales: sólidos totales, aceites y grasas, materia orgánica, sustancias tóxicas</li> <li>- Suelos: materia orgánica, sustancias tóxicas</li> <li>- Fauna: fauna terrestre, vectores</li> <li>- Flora: vegetación, monte nativo</li> </ul>
<b>Normativa aplicable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ley 19.829 - Ley de Gestión Integral de Residuos</li> <li>- Ley 9.515 – Ley Orgánica Municipal</li> <li>- Decreto 253/979 – Prevención de la contaminación de las aguas</li> <li>- Decreto 3/019 – Medidas de prevención y reducción del impacto ambiental derivado de la utilización de bolsas plásticas</li> <li>- Documentos licitatorios, incluyendo Manual Ambiental de la Administración correspondiente</li> </ul>
<b>Instalaciones, equipos y suministros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recipientes contenedores</li> <li>- Bolsas contenedoras</li> <li>- Zonas de almacenamiento transitorio</li> <li>- Suministro de gestión de residuos domésticos o transporte propio mediante camiones</li> </ul>
<b>Procedimientos</b>	<p>Los residuos asimilables a domésticos corresponden a los residuos que pueden encontrarse cotidianamente en un local destinado a vivienda. Debido a que son residuos que se disponen de forma mezclada, tienen un nulo potencial de valorización. Éstos incluyen, por ejemplo, papel higiénico, restos de comida, colillas de cigarrillos, material barrido de oficinas y establecimientos, etc.</p> <p>A continuación se detalla el procedimiento de gestión de estos residuos:</p>

<b>Ficha:</b> <b>D02</b>	<b>Gestión de residuos sólidos asimilables a domésticos</b>
	<ol style="list-style-type: none"><li>1- En primer lugar, se deberán establecer los puntos de recolección de residuos de este tipo. Éstos corresponderán a los indicados en el PGRS más alguno adicional que pueda establecerse posteriormente, pero nunca menos de los establecidos en la planificación sin la debida justificación correspondiente. Los posibles puntos de generación de este tipo de residuos corresponden, al menos, a los siguientes:<ul style="list-style-type: none"><li>• Frentes de obra y de explotación de canteras</li><li>• Servicios de bienestar, incluyendo los baños</li><li>• Oficinas</li><li>• Talleres</li><li>• Pañol</li><li>• Obrador y campamentos</li></ul></li><li>2- Prever, según lo establecido en el PGRS, si existirán residuos que se tratarán como reciclables (botellas plásticas, cartones, papel de oficina, etc.). En caso afirmativo, se deberán distribuir también recipientes específicos para recolectar estos residuos (los cuales son usualmente menores en cantidad con respecto a los de residuos mezclados, y ubicados cerca de los puntos de generación principales, como oficinas). Los residuos que se tratarán como reciclables deberán estar perfectamente secos y limpios, sin restos de comida, y lo más compactos posibles (por ejemplo, retirando la tapa de los envases a reciclar y comprimiendo la botella).</li><li>3- Establecer si se realizará el compostaje del material puramente orgánico. Esto no es común en obra, sobre todo en obras de mediano a bajo porte, por lo que no se ahondará más en el procedimiento de compostaje. Sin embargo, es una alternativa válida, más amigable con el ambiente y que prioriza la valorización de estos residuos. Por lo tanto, debería ser contemplada en obras de gran porte como una manera de mejorar el balance ambiental de la obra.</li><li>4- Las características de los recipientes para la recolección, dadas por lo indicado en el PGRS, deberán cumplir al menos con las siguientes especificaciones:</li></ol>

<b>Ficha:</b> <b>D02</b>	<b>Gestión de residuos sólidos asimilables a domésticos</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cartelería indicativa o color según código sobre el cual se capacitó al personal (por ejemplo, gris o negro para residuos mezclados, y azul para residuos reciclables)</li><li>• Capacidad para albergar la generación de una jornada laboral en ese punto</li><li>• Debe contener una bolsa interna para mantener la higiene del recipiente al realizar el retiro de su contenido</li><li>• Debe contar con tapa para evitar la proliferación de vectores, la generación de olores, la caída y posterior desparrame de residuos, la contaminación con otros residuos y el ingreso de agua de lluvia.</li></ul> <p>5- Los sitios de almacenamiento temporal, en los cuales se acopiarán todos los residuos del mismo tipo retirados de los puntos de recolección, corresponderán usualmente a recipientes de mayor capacidad que los otros. Sus características serán las mismas a las indicadas en el punto 4, a excepción de la capacidad, la cual deberá ser por lo menos igual a la generación de la cantidad de jornadas previstas entre retiros para el transporte de los mismos hacia el sitio de disposición final.</p> <p>6- El transporte podrá ser suministrado por un tercero, o bien utilizarse camiones propios. Los mismos deberán estar en condiciones adecuadas de circulación y mantenimiento, así como contar con los permisos de transporte expedidos por la DNT - MTOP y la Inspección Técnica Vehicular al día. Cada retiro de residuos mediante camiones deberá ser registrado indicando, al menos, los siguientes datos:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Día y hora</li><li>• Matrícula del camión</li><li>• Nombre del chofer, si el camión es propio, o del suministro de transporte</li><li>• Tipo de residuo retirado (en este caso, residuos asimilables a domésticos)</li><li>• Volumen retirado</li><li>• Destino</li></ul> <p>No deberán transportarse simultáneamente en el mismo camión residuos mezclados con reciclables, ya que además de que su destino es diferente, existe la posibilidad de que los</p>



<b>Ficha:</b>  <b>D02</b>	<b>Gestión de residuos sólidos asimilables a domésticos</b>
	<p>primeros contaminen a los otros, en caso de que se genere alguna rasgadura en las bolsas, que permita el escape de residuos o lixiviados de las mismas.</p> <p>7- Los sitios de disposición final de este tipo de residuos dependerá de si se trata de residuos mezclados o reciclables. Los primeros son dispuestos generalmente en los vertederos o rellenos sanitarios municipales, mientras que los segundos serán llevados a plantas de reciclaje (que podrán ser gestionadas por agentes municipales, ONG, etc.).</p> <p>En obras de porte excepcionalmente pequeño, en los que se generará una bolsa o menos por jornada (es decir, menos de lo que se genera en una vivienda tipo), puede admitirse la disposición en los sitios de recolección municipal (volquetas o contenedores) ya que no impactarán significativamente en la capacidad de éstos de albergar los residuos previstos para los establecimientos originalmente a servir.</p> <p>Generalmente, las obras de puentes presentan volúmenes de generación mayores debido a la cantidad de personal e instalaciones involucradas, por lo que el transporte deberá realizarse directamente hacia el sitio de disposición final.</p> <p>8- Una vez retirado el residuo, se solicitará el remito que asegurará su trazabilidad al encargado de realizar los registros. Dichos registros y remitos se deberán adjuntar a los informes periódicos de desempeño ambiental de la obra (ITGA o similar, dependiendo de la Administración correspondiente).</p>
<b>Parámetros de control</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- kg de residuos domésticos generados/semana</li> <li>- kg de residuos domésticos recolectados/camión (en caso de transporte propio del Constructor)</li> <li>- kg de residuos domésticos gestionados/servicio del suministro (en caso de contar con suministro de gestión)</li> </ul>
<b>Indicadores de desempeño</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Camiones transportados/mes (en caso de transporte propio del Constructor)</li> <li>- Servicios del suministro/mes (en caso de contar con suministro de gestión)</li> </ul>
<b>Prácticas recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No utilizar recipientes de color rojo para este tipo de residuos, debido a que este color es usualmente reservado para residuos peligrosos o especiales pudiendo generar confusión</li> </ul>

<b>Ficha:</b> <b>D02</b>	<b>Gestión de residuos sólidos asimilables a domésticos</b>
	<p>en el personal y, en el peor de los casos, contaminación de residuos de carácter no especial.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Implementar el código de colores y colocar cartelera indicativa simultáneamente no resulta redundante, más bien lo contrario, refuerza la importancia de evitar deficiencias o problemas en la clasificación. De cualquier manera, la capacitación del personal resulta fundamental para asegurar que esta tarea se realice correctamente.</li></ul>
<b>Prácticas no recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Transportar residuos mezclados con reciclables en el mismo vehículo, resultando en riesgo de contaminación de estos últimos.</li><li>- Transportar residuos asimilables a domésticos mezclados con residuos de otro tipo, debido a que la contaminación y mezcla, resultará en que todo el volumen adquiera la categoría más restrictiva (por ejemplo, si se mezclan estos residuos con residuos especiales, pasará todo a ser gestionado como éstos últimos).</li><li>- Colocar recipientes que no cumplan con las características requeridas, tanto en identificación (que resultará en el mezclado de residuos de distintos tipos) como en especificaciones de capacidad y estanqueidad.</li><li>- No capacitar al personal en cuanto a los puntos de recolección de cada tipo de residuos, lo que puede promover que se incurra en el mezclado de residuos de distintos tipos.</li><li>- Disponer residuos en sistemas de recolección municipales con volúmenes de generación mayores a una vivienda tipo, lo cual podrá resultar en la saturación de estos recipientes, impactando en el sistema de gestión de residuos municipal. Esto podría llevar a que vecinos dejen sus residuos en la calle, lo que promovería la proliferación de vectores, la ocurrencia de olores ofensivos y contaminación visual.</li></ul>

<b>Ficha:</b> <b>D02</b>	<b>Gestión de residuos sólidos asimilables a domésticos</b>	
	 <p><b>Figura 1 – Residuos de tipo doméstico desperdigados por zonas de acopio de obrador sin recuperación</b></p>  <p><b>Figura 3 – Residuos mezclados contaminando punto bajo en obrador con agua estancada (1).</b></p>	 <p><b>Figura 2 – Residuos domésticos provenientes de obrador en cañada lindera al predio.</b></p>  <p><b>Figura 4 – Residuos mezclados contaminando punto bajo en obrador con agua estancada (2).</b></p>



<b>Ficha:</b>  <b>D03</b>	<b>Gestión de residuos de poda</b>
<b>Objetivos</b>	Gestionar adecuadamente los desechos de poda y sobrantes vegetales de las tareas de excavación (troncos, arbustos, hojas, etc.), los cuales corresponderán a residuos de carácter orgánico.
<b>Aspectos ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Generación de residuos sólidos</li> <li>- Retiro de vegetación</li> <li>- Operación de maquinaria</li> </ul>
<b>Factores ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aguas superficiales: sólidos, nutrientes</li> <li>- Suelos: materia orgánica</li> <li>- Flora: vegetación, monte nativo</li> <li>- Fauna: fauna terrestre, aves, vectores</li> </ul>
<b>Normativa aplicable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ley 19.829 - Ley de Gestión Integral de Residuos</li> <li>- Ley 9.515 – Ley Orgánica Municipal</li> <li>- Decreto 253/979 – Prevención de la contaminación de las aguas</li> <li>- Documentos licitatorios, incluyendo Manual Ambiental de la Administración correspondiente</li> </ul>
<b>Instalaciones, equipos y suministros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zonas de acopio</li> <li>- Maquinaria de tipo vial (retroexcavadora, pala cargadora, etc.)</li> <li>- Maquinaria de desbroce</li> </ul>
<b>Procedimientos</b>	<p>Si bien se denominan en esta Ficha como residuos de poda, estos procedimientos aplican también a todos los residuos de carácter vegetal producto de las tareas de poda, desmalezado, desbroce y retiro de vegetación.</p> <p>Estos residuos son constituidos en su totalidad por materia orgánica por lo que poseen un alto potencial de valorización, tanto en la obra como fuera de ella. Son, además, residuos que se generan en volúmenes importantes (al igual que el material a depósito), por lo que una gestión inadecuada puede generar diversas afectaciones.</p>

<b>Ficha:</b> <b>D03</b>	<b>Gestión de residuos de poda</b>
	<p>Previo al inicio de la obra, generalmente en las instancias de EIA (ya que suele ser un requisito para la expedición de la AAP) o bien dentro del PGA, el Constructor deberá realizar un estimativo del área de retiro de vegetación (incluyendo un inventario de las especies) tanto para la construcción del puente como para la implantación del obrador, campamentos, plantas de materiales, etc. Esto permitirá estimar un volumen de generación y prever las actividades de gestión correspondientes.</p> <p>Una vez realizada la poda o retiro vegetal (que deberá realizarse de acuerdo a las recomendaciones de la Ficha C03), el procedimiento de gestión constará, al menos, de los siguientes pasos:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1- Carga del material, a través de maquinaria de tipo vial como retroexcavadoras.</li><li>2- Acopio, el cual deberá realizarse en zonas acondicionadas según las recomendaciones de la Ficha B08.</li><li>3- Carga y transporte, el cual puede ser dentro de la obra o hacia el exterior.</li><li>4- Valorización o disposición final.</li></ol> <p>La gestión de estos residuos, si bien variará dependiendo del volumen generado en la obra, deberá priorizar en todo momento la valorización sobre la disposición final. La utilización de estos residuos será fundamentalmente la recuperación ambiental de superficies originalmente cubiertas de vegetación, ya que servirán como abono mezclándolos con material orgánico de destape favoreciendo el crecimiento de nueva vegetación. De esta misma manera, servirá también como material de abono para el acondicionamiento de taludes.</p> <p>En cuanto a la valorización fuera de obra, el material puede ser donado para acondicionar superficies en campos privados (contando siempre con la autorización expresa del propietario de realizar tareas en su terreno), o bien para destinos alternativos (plantas de compostaje, por ejemplo).</p>



<b>Ficha:</b>  <b>D03</b>	<b>Gestión de residuos de poda</b>
	<p>Finalmente, en caso de optar por disponer estos residuos, se podrá realizar de dos maneras:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mediante la realización de rellenos, mezclando estos residuos con material a depósito. Se deberán tener en cuenta las características topográficas del lugar previo a la designación del sitio (tal como se expresa en la Ficha D07).</li> <li>- Mediante la incorporación al sistema de disposición final de la municipalidad. Por ejemplo, en Montevideo se llevarán al STDFR de Felipe Cardoso (la disposición en él tiene un costo); en Maldonado, a los vertederos dispuestos para este tipo de residuos (los cuales fueron mencionados en el acápite 3.3.4.3), etc. Se destaca que este tipo de destino final para los residuos debe aceptarse únicamente una vez agotadas todas las posibilidades de valorización y ante la imposibilidad de disponerlos en el terreno como relleno (por cualquier motivo, ya sea relacionado al drenaje, a la producción del terreno, etc.).</li> </ul>
<b>Parámetros de control</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- hectáreas de retiro o poda (estimado previo a la obra)</li> <li>- toneladas residuos/hectárea de retiro o poda (estimado)</li> <li>- kg residuos utilizados para abono /m<sup>2</sup> acondicionado</li> </ul>
<b>Indicadores de desempeño</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- toneladas residuos a generar (como % del total de la obra)</li> <li>- toneladas residuos a utilizar en obra para acondicionamiento (como % del total de la obra)</li> <li>- toneladas residuos a transportar fuera de la obra (como % del total de la obra, y según el destino final que se dará)</li> </ul>
<b>Prácticas recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Previo al inicio de la obra, y en caso de estimar que se generará material sobrante de este tipo luego de su reutilización en obra, se recomienda investigar si existen plantas de compostaje cercanas a las que llevar estos residuos. Esto constituye una práctica ambientalmente adecuada, la cual valorizará al residuo.</li> <li>- El material resultante de las tareas de poda o retiro de vegetación estará compuesto fundamentalmente por materia orgánica (podría incluir una pequeña fracción inerte, producto de la mezcla con material a depósito producto de su manipulación en la obra). En caso de contaminarse con otras sustancias (como aceites, hidrocarburos, pinturas,</li> </ul>



<b>Ficha: D03</b>	<b>Gestión de residuos de poda</b>
	etc.), este material deberá gestionarse como residuos especiales, tal como está dispuesto en la Ficha D11.
<b>Prácticas no recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Se destaca que el acopio de estos residuos en la obra debe ser transitorio. Dejar que permanezcan allí durante un período prolongado podría facilitar la proliferación de vectores.</li><li>- Colocar acopios de estos residuos cerca de cursos de agua o en sus planicies de inundación, puede hacer que el escurrimiento pluvial arrastre material orgánico, con el consiguiente riesgo de contaminación eutrófica.</li><li>- La quema de residuos no está permitida por la normativa, salvo en aquellos casos en que sean energéticamente valorizables. Es decir, se permitirá únicamente la quema de parte de estos residuos, en particular los que cuenten con un poder calorífico suficiente (troncos y ramas) y que pueden ser usados para cocción de alimentos o calefacción de los campamentos en estufas. Está prohibida la quema de hojas y demás residuos que no puedan ser utilizados para este fin.</li></ul> <div data-bbox="696 831 1339 1286"></div> <p data-bbox="696 1286 1339 1337"><b>Figura 1 – Corte de árboles sin retirar los restos sobre cuneta obstruida.</b></p> <div data-bbox="1395 831 2000 1286"></div> <p data-bbox="1395 1286 2000 1337"><b>Figura 2- Restos de vegetación removida innecesariamente no retirados de una zona de acopios.</b></p>

<b>Ficha:</b>  <b>D04</b>	<b>Gestión de baterías usadas</b>
<b>Objetivos</b>	Gestionar adecuadamente las baterías usadas de los equipos de construcción y los vehículos, las cuales constituyen un residuo especial que contiene sustancias tóxicas y peligrosas y cuya gestión debe atenerse a normativa específica.
<b>Aspectos ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Generación de residuos sólidos</li> <li>- Manipulación de sustancias peligrosas</li> </ul>
<b>Factores ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aguas superficiales: sustancias tóxicas</li> <li>- Suelos: sustancias tóxicas</li> <li>- Fauna: fauna terrestre</li> <li>- Flora: vegetación</li> </ul>
<b>Normativa aplicable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Decreto 373/003 - Regulación del manejo y disposición de baterías de plomo y ácido usadas o a ser desechadas</li> <li>- Ley 19.829 - Ley de Gestión Integral de Residuos</li> <li>- Decreto 253/979 – Prevención de la contaminación de las aguas</li> <li>- Documentos licitatorios, incluyendo Manual Ambiental de la Administración correspondiente</li> </ul>
<b>Instalaciones, equipos y suministros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Suministro de gestión de residuos especiales</li> <li>- Proveedor de baterías</li> <li>- Vehículos para transporte de baterías usadas</li> </ul>
<b>Procedimientos</b>	<p>1- Establecer en el PGRS el encargado de realizar la gestión de las baterías usadas. El mismo puede ser un gestor de residuos especiales (es decir, un suministro específico), o bien el proveedor de las baterías quien, por lo expresado en el Decreto 373/003, debe recibir las baterías y disponerlas de acuerdo al plan maestro aprobado por la DINAMA (actualmente, DINACEA).</p> <p>De acuerdo a este plan, es usual que, al devolver las baterías al proveedor, éste otorgue un descuento en la reposición de las mismas, lo que incentiva así a la correcta disposición (sobre todo en el caso de baterías de vehículos).</p> <p>2- Al extraer una batería usada de un equipo o vehículo, las mismas deberán acopiarse transitoriamente sobre una superficie que cumpla las siguientes características:</p>

<b>Ficha:</b>  <b>D04</b>	<b>Gestión de baterías usadas</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deberá ser impermeable, para evitar que eventuales pérdidas del contenido de las baterías infiltren en el terreno o dañen la vegetación existente. El contenido de las baterías es tóxico por su composición química, tanto para la fauna y flora, como para las personas.</li> <li>• Debe estar cubierta de la intemperie, evitando así la entrada en contacto con el agua de lluvia cuyo arrastre podrá transportar el líquido de las baterías hacia cursos de agua, zonas con vegetación y hábitats de especies silvestres.</li> <li>• Deseablemente debería estar rodeada de un pequeño dique o cordoneta, que deberá ser estanco, con el objetivo de contener las posibles pérdidas del líquido de las baterías evitando su escurrimiento hacia los otros sectores del campamento, taller, pañol, etc.</li> </ul> <p>3- Al momento de retirar las baterías de los lugares de acopio transitorio, se deberá registrar los retiros de manera de asegurar la trazabilidad de los residuos. Si se gestionan mediante suministro, se guardarán los remitos y si se devuelven al proveedor, se deberá pedir un comprobante.</p>
<b>Parámetros de control</b>	No aplica.
<b>Indicadores de desempeño</b>	- Baterías descartadas/mes
<b>Prácticas recomendadas</b>	- Utilizar lugares techados para el acopio de baterías usadas, pudiendo ser los talleres, pañoles, etc. En caso de no contar con estos espacios, se recomienda procurar generarlos. Solo en última instancia, si no se contara con este tipo de sitios ni se lo pudiera generar, se admitirá cubrir los acopios con lona. Esta medida es la menos recomendada, ya que no se puede asegurar que el agua de lluvia no pueda penetrar en el acopio.
<b>Prácticas no recomendadas</b>	- Mezclar los acopios de baterías usadas con otros residuos, y mucho menos compartir el dique de contención con residuos no especiales, ya que la contaminación cruzada resultará en que deban ser gestionados como residuos especiales (tóxicos).

<b>Ficha:</b> <b>D04</b>	<b>Gestión de baterías usadas</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>- No registrar adecuadamente o el retiro o la disposición de las baterías, resultando en la falta de trazabilidad de éstas. Se incurre así en una disposición deficiente de residuos especiales, y la pérdida del incentivo económico por la correcta gestión en caso de haberse previsto la devolución al proveedor.</li><li>- En caso de cubrir los acopios con lona, no hacerlo de modo que garantice la protección contra la lluvia.</li><li>- No realizar inspecciones periódicas para asegurar la estanqueidad del dique o cordoneta de contención (la cual puede, por ejemplo, ser golpeada por vehículos o maquinaria que trabajen en la cercanía).</li></ul> <div data-bbox="712 683 1317 1137"></div> <p data-bbox="696 1139 1335 1217"><b>Figura 1 – Acopio de baterías usadas y otros residuos especiales sobre terreno permeable y sin contención de derrames.</b></p> <div data-bbox="1384 683 2011 1137"></div> <p data-bbox="1406 1139 1989 1193"><b>Figura 2 – Acopio de baterías usadas sin dique de contención de derrames.</b></p>

<b>Ficha:</b>  <b>D05</b>	<b>Gestión de aceites y filtros usados</b>
<b>Objetivos</b>	Realizar la gestión adecuada de los aceites lubricantes y filtros usados, los cuales constituyen a residuos especiales generados en las tareas de mantenimiento preventivo de la maquinaria y vehículos.
<b>Aspectos ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Generación de residuos sólidos</li> <li>- Generación de aceites y grasas residuales</li> </ul>
<b>Factores ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aguas superficiales: grasas y aceites, sustancias tóxicas</li> <li>- Suelos: grasas y aceites, sustancias tóxicas</li> <li>- Fauna: fauna terrestre</li> <li>- Flora: vegetación</li> </ul>
<b>Normativa aplicable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ley 19.829 - Ley de Gestión Integral de Residuos</li> <li>- Decreto 253/979 – Prevención de la contaminación de las aguas</li> <li>- Decreto 182/013 – Reglamento de gestión de residuos sólidos industriales y asimilados</li> <li>- Documentos licitatorios, incluyendo Manual Ambiental de la Administración correspondiente</li> </ul>
<b>Instalaciones, equipos y suministros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Suministro de gestión de residuos especiales</li> <li>- Depósitos para aceites usados</li> <li>- Recipientes para almacenamiento de filtros usados</li> <li>- Talleres para tareas de mantenimiento de maquinaria (internos o externos a la obra)</li> </ul>
<b>Procedimientos</b>	1- En primer lugar, en el PGRS se debe haber identificado los puntos de generación de estos residuos. En el caso de realizar mantenimientos en talleres externos, esto bastará para asegurarse que la generación de estos residuos dentro de la obra será nula. Sin embargo, en todos los casos es buena práctica realizar un estimativo de generación de estos residuos (este valor sería eventualmente de utilidad en caso de que los mantenimientos preventivos pasen a realizarse internamente). En caso de realizar los cambios de filtros y aceites en talleres internos dentro de las instalaciones de obra, se deberán indicar en el PGRS los siguientes elementos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cantidades estimadas de cambios de aceites y filtros a realizar, por tipo de maquinaria, indicando además los insumos previstos</li> </ul>



<b>Ficha:</b> <b>D05</b>	<b>Gestión de aceites y filtros usados</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Puntos de generación identificados, los cuales corresponderán a los talleres dispuestos para las tareas de cambios de aceite y filtros</li><li>• Lugares de recolección y almacenamiento transitorio</li><li>• Frecuencia de retiro, indicando al gestor de residuos especiales que suministrará la gestión, el cual deberá contar con las autorizaciones ambientales vigentes y éstas deberán ser adjuntadas al PGRS</li></ul> <p>2- En fase operativa, se deberá ajustar la operación lo más posible a lo indicado en el PGRS informando cualquier modificación al contralor de la obra. Los manejos de los aceites sin usar (incluyendo el almacenamiento y realización de los cambios) se contemplarán en la Ficha F01. En cuanto a la gestión del residuo propiamente dicho, ésta se diferenciará de acuerdo los siguientes tipos de residuos:</p> <p><b><u>Aceites usados</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>i- Una vez retirado el aceite del equipo o vehículo (el cual deberá ser registrado en el sistema de gestión de maquinaria del Constructor), se deberá recolectar y almacenar en recipientes estancos y con tapa. Estos recipientes se almacenarán sobre una superficie impermeable, bajo techo y con dique lateral para contener los derrames. La capacidad de derrames a contener por el dique deberá ser igual a la pérdida total del contenido de un recipiente más una cierta revancha (preferentemente del 10 % al menos). En caso de no contar con lugar techado para los recipientes, se deberá cubrir adecuadamente tanto a los recipientes como a todo el recinto rodeado por los diques, de manera de proteger de las precipitaciones. El material de cobertura deberá estar en óptimo estado de conservación (sin rasgaduras) y deberá ser de un material impermeable (por ejemplo, lonas de PVC, nylon de alta densidad, etc.) y anclado para evitar que se mueva con el viento.</li><li>ii- El retiro de los recipientes deberá realizarse desde la zona de almacenamiento transitorio directamente hacia los camiones o, en su defecto, deberán ser transportados</li></ul>




<b>Ficha:</b> <b>D05</b>	<b>Gestión de aceites y filtros usados</b>
	<p>hasta allí únicamente por zonas impermeables o sobre bandejas o pallets, impidiendo así que se puedan generar derrames.</p> <p>iii- Una vez realizado el retiro, se deberán realizar los registros correspondientes al retiro de residuos y la solicitud de los remitos al suministro de gestión de residuos especiales, de manera de asegurar la trazabilidad del residuo. Estos registros y remitos se deberán posteriormente archivar para ser incluidos en los informes periódicos de desempeño ambiental de la obra.</p> <p><b><u>Filtros usados</u></b></p> <p>i- La recolección de los filtros usados se realizará en el lugar en el que se realizó el cambio. Dicha recolección será realizada mediante recipientes ubicados en dicho lugar y debidamente identificados, ya sea con cartelería o mediante código de colores (que deberá estar indicado en el PGRS). Estos recipientes deberán contar con bolsa interna (se verificará que no tenga rasgaduras y sea de un gramaje suficiente para evitar tanto que se rasgue como que se desfonde) y con tapa que evitará tanto la entrada de otros residuos y agua de lluvia, así como la emanación de olores.</p> <p>ii- En caso de contar con más de un punto de generación de filtros usados, podrá o no contarse con una zona de almacenamiento transitorio que centralizará todo el volumen generado. Esto corresponderá usualmente a un recipiente con las mismas características que los indicados para los puntos de generación, pero con una capacidad mayor, ya que deberá albergar los residuos de varios puntos. Si bien esto es opcional, será de utilidad en casos donde no se cuente con la debida accesibilidad a los talleres por parte de los camiones, donde los distintos puntos se encuentren alejados entre sí, o bien simplemente por facilidad para el retiro.</p> <p>iii- El retiro de las bolsas de los recipientes (ya sea en los puntos de generación o en las zonas de almacenamiento transitorio) se realizará directamente desde éstos hacia los camiones o, en su defecto, deberán ser transportadas hasta allí únicamente por zonas</p>

<b>Ficha:</b> <b>D05</b>	<b>Gestión de aceites y filtros usados</b>
	<p>impermeables o sobre bandejas o pallets, impidiendo así que se puedan generar rasgaduras en las bolsas y posteriores derrames.</p> <p>iv- Una vez realizado el retiro, se deberán realizar los registros correspondientes al retiro de residuos y la solicitud de los remitos al suministro de gestión de residuos especiales de manera de asegurar la trazabilidad del residuo. Estos registros y remitos se deberán posteriormente archivar para ser incluidos en los informes periódicos de desempeño ambiental de la obra.</p> <p><b><u>Materiales contaminados con aceites</u></b></p> <p>En el caso de elementos contaminados con aceites, se seguirá el mismo procedimiento que para los filtros usados, debido a que estos elementos serán gestionados por el mismo canal. En el caso de textiles, cartones y demás objetos de pequeño porte, se podrán utilizar los mismos recipientes de recolección de los filtros.</p> <p>De generarse residuos correspondientes a tierras contaminadas, o elementos de gran volumen que no resulte práctico almacenar en bolsas, éstos deberán acopiarse por separado en lugar preferentemente techado, sobre superficies impermeables con dique de contención (cuya capacidad de contención dependerá de si se encuentra o no a la intemperie) y con accesibilidad suficiente para su retiro directo hacia los camiones del suministro de la gestión de residuos especiales.</p> <p><b><u>Material flotante de los interceptores de grasas y aceites</u></b></p> <p>El material flotante de los interceptores de grasas y aceites deberá retirarse periódicamente, ya que una acumulación excesiva resultará en que los vertidos de agua clarificada procedente de estas unidades se vean contaminados.</p> <p>El retiro de los mismos se deberá realizar por bombeo hacia recipientes estancos, para realizar la gestión por el mismo canal que para los aceites usados. En cuanto a la bomba y a las</p>

Ficha: <b>D05</b>	<b>Gestión de aceites y filtros usados</b>
	<p>mangueras utilizadas, las mismas deberán ser colocadas sobre bandejas estancas o superficies impermeables, con la debida contención para evitar derrames sobre superficies no impermeables.</p> <p><b><u>Agua de lluvia de las superficies de acopio de residuos contaminados con aceites</u></b></p> <p>El agua de lluvia de las superficies de acopios de este tipo deberá ser retirada inmediatamente una vez finalizado el evento de lluvia o, en caso de constatarse que se está por llenar el recinto que la contiene, también se podrán realizar retiros intermedios. No se deberán dejar aguas estancadas, por lo que de constatarse su presencia, se deberá realizar su retiro previo al fin de la jornada.</p> <p>En cuanto a los procedimientos de retiro y gestión, éstos serán los mismos que para el material flotante retirado de los interceptores de grasas y aceites.</p>
<b>Parámetros de control</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Unidad de actividad<sup>3</sup>/cambio de aceite (por tipo de maquinaria)</li> <li>- Unidad de actividad/cambio de filtro (por tipo de maquinaria)</li> <li>- Unidad de actividad/mes (estimado, por tipo de maquinaria)</li> <li>- L aceite usado/retiro por parte del suministro de residuos especiales</li> <li>- Cantidad filtros usados/retiro del suministro de residuos especiales</li> </ul>
<b>Indicadores de desempeño</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cambios de aceite/trimestre (por tipo de maquinaria)</li> <li>- Cambios de filtro/trimestre (por tipo de maquinaria)</li> <li>- Retiros de filtros por el suministro de gestión de residuos especiales/mes</li> <li>- Retiros de aceites usados por el suministro de gestión de residuos especiales/mes</li> </ul>
<b>Prácticas recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En caso de realizar internamente los cambios de aceites y grasas internamente pero no en instalaciones de obra (por ejemplo, dentro de la estructura del Constructor pero en</li> </ul>



<sup>3</sup> La unidad de actividad dependerá del Sistema de Gestión de Maquinaria específico de cada organización, pudiendo expresarse en horas de funcionamiento y/o en km (unidad que es más habitual para los camiones).



<p>Ficha: <b>D05</b></p>	<p><b>Gestión de aceites y filtros usados</b></p>
	<p>centros de operaciones o talleres centrales), declarar igualmente en el PGRS la gestión a realizar con los residuos e indicar las cantidades que permitan calcular los indicadores previstos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Evitar toda manipulación sobre superficies no impermeables, incluso si se cuenta con bandejas de contención, ya que la correcta colocación de éstas constituirá una variable de riesgo adicional a tener en cuenta.</li> <li>- En caso de constatarse derrames en la manipulación de estos residuos, proceder de acuerdo a la Ficha H06.</li> </ul> <div data-bbox="887 608 1827 1139" style="text-align: center;"> </div> <p><b>Figura 1 – Acopio de aceites usados sobre superficie impermeable con dique de contención lateral (en este caso, con pendiente hacia el mismo).</b></p>
<p><b>Prácticas no recomendadas</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verter aceites usados, o aguas contaminadas con éstos, a cursos de agua o para infiltración del terreno. En el caso excepcional de vertido a sistemas de saneamiento dinámico (“alcantarillado público” de acuerdo al Decreto 253/979), el límite de la concentración para aceites y grasas es de 200 mg/L, que es muy difícil de lograr, por lo que esta práctica tampoco sería recomendada.</li> </ul>

Ficha: <b>D05</b>	<b>Gestión de aceites y filtros usados</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>- No prever correctamente las pérdidas de aceite de los recipientes de almacenamiento transitorio.</li><li>- No cubrir los recipientes de almacenamiento transitorio de aceites usados de la intemperie, lo que provocará que las posibles precipitaciones generen desbordes con restos de aceites hacia zonas no impermeables.</li><li>- Mezclar residuos de este tipo con otros, lo cual resultará en que la totalidad del volumen deba ser gestionado como residuos especiales.</li><li>- No efectuar los registros correspondientes o no archivar los remitos en forma ordenada para permitir acceder a ellos fácilmente.</li><li>- No tener la documentación / registros al día</li></ul> <div data-bbox="1003 719 1709 1254" style="text-align: center;"></div> <p data-bbox="913 1254 1800 1276" style="text-align: center;"><b>Figura 2 – Filtros usados mezclados con otros residuos sobre terreno natural.</b></p>



<b>Ficha:</b> <b>D06</b>	<b>Gestión de neumáticos usados</b>
<b>Objetivos</b>	Realizar el correcto acopio y posterior disposición de los neumáticos usados, de manera de priorizar la valorización del residuo y evitar afectaciones sanitarias por la proliferación de vectores resultantes de una gestión deficiente.
<b>Aspectos ambientales</b>	- Generación de residuos sólidos
<b>Factores ambientales</b>	- Aguas superficiales: calidad - Fauna: vectores - Ambiente antrópico: enfermedades
<b>Normativa aplicable</b>	- Decreto 358/015 - Reglamento de gestión de neumáticos y cámaras fuera de uso - Ley 19.829 - Ley de Gestión Integral de Residuos - Decreto 253/979 – Prevención de la contaminación de las aguas - Documentos licitatorios, incluyendo Manual Ambiental de la Administración correspondiente
<b>Instalaciones, equipos y suministros</b>	- Suministro de gestión de residuos especiales - Zonas de acopio
<b>Procedimientos</b>	<p>Previo al comienzo de la obra, se deberá prever en el PGRS la gestión de los neumáticos usados que queden fuera de uso. Dicha gestión incluirá, al menos, los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Punto de generación del residuo</li> <li>• Zonas de acopio transitorio</li> <li>• Carga y transporte hacia valorización o disposición final, si corresponde</li> <li>• Disposición final</li> </ul> <p>Cada uno de estos elementos deberá contar con ciertas características, las cuales se especifican a continuación.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Punto de generación: el mismo deberá estar indicado en el PGRS, junto con un estimativo de la generación esperada durante la obra.</li> <li>• Zonas de acopio transitorio: los neumáticos deberán estar cubiertos de la intemperie para evitar el ingreso de agua que se pueda acumular, generando hábitats prósperos para la</li> </ul>




Ficha: <b>D06</b>	<b>Gestión de neumáticos usados</b>
	<p>proliferación de vectores, en particular, del mosquito <i>Aedes aegypti</i> (el cual es transmisor de la enfermedad del dengue, entre otras enfermedades).</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• La carga y transporte de los neumáticos dependerá del Constructor o del gestor del residuo en función de quién sea el responsable (lo cual tiene que estar indicado en el PGRS). El transporte en camiones deberá realizarse con los neumáticos cubiertos, no importa la distancia, ya que la caída de lluvia puede generar el ingreso de agua en los mismos y, luego de descargados, si no se verifica si hay agua estancada, se podría incurrir en favorecer la proliferación de vectores.</li><li>• En cuanto a la disposición final, estos residuos cuentan con un alto potencial de valorización previo a su disposición final. Pueden ser recauchutados, reciclados, donados, dispuestos para estabilizar taludes, etc. Hay además incipientes utilizaciones para la modificación de asfaltos mediante la adición de polímeros provenientes de neumáticos usados o como parte de los áridos en pavimentos porosos con fines acústicos.</li></ul> <div data-bbox="696 833 1339 1289"></div> <p data-bbox="725 1289 1308 1316">Figura 1 – Acopio de neumáticos en taller techado.</p> <div data-bbox="1370 833 2020 1289"></div> <p data-bbox="1370 1289 2020 1342">Figura 2 – Neumáticos apilados y con tapa cubriendo las cámaras de la entrada de agua.</p>

<b>Ficha:</b>  <b>D06</b>	<b>Gestión de neumáticos usados</b>	
		
<b>Parámetros de control</b>	<p style="text-align: center;"> <b>Figura 3 – Acopio de neumáticos cubiertos con lona (1).</b>      <b>Figura 4 – Acopio de neumáticos cubiertos con lona (2).</b> </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kg neumáticos residuales/cambio de neumático (por tipo de maquinaria o vehículo)</li> <li>- Unidad de actividad<sup>4</sup>/cambio de neumáticos (por tipo de maquinaria o vehículo)</li> <li>- Unidad de actividad/mes (por tipo de maquinaria o vehículo)</li> </ul>	
<b>Indicadores de desempeño</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cambios de neumáticos/mes (por tipo de maquinaria o vehículo)</li> <li>- kg neumáticos residuales/mes (por tipo de maquinaria o vehículo)</li> </ul>	
<b>Prácticas recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En caso de no poder cubrir los neumáticos usados por alguna razón, se deberán cortar o llenarlos de arena, de manera de impedir que se acumule agua en su interior.</li> <li>- Previo al comienzo de la obra, buscar recicladores locales o lugares de recauchutaje que puedan recibir estos residuos, con una alta posibilidad de valorización.</li> </ul>	

<sup>4</sup> La unidad de actividad dependerá del Sistema de Gestión de Maquinaria específico de cada organización, pudiendo expresarse en horas de funcionamiento y/o en km (unidad que es más habitual para los camiones).

<b>Ficha:</b> <b>D06</b>	<b>Gestión de neumáticos usados</b>
<b>Prácticas no recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- No cubrir los neumáticos usados para su transporte, no verificar la no acumulación de agua en los acopios de neumáticos usados, sobre todo si no se encuentran bajo techo ya que la cubierta de los mismos puede estar rasgada o no bien colocada.</li><li>- Está prohibida la realización de quemas de ningún tipo.</li><li>- Debido al alto grado de valorización que estos residuos tienen, disponerlos en sitios de disposición final como vertederos o rellenos sanitarios constituye una práctica no recomendada. No obstante, pueden existir excepciones, como obras en lugares donde no haya puntos de reciclaje o gomerías cercanas que puedan recibirlos / recauchutarlos, pero no es un caso frecuente en nuestro país.</li></ul> <div data-bbox="712 679 1317 1137">A photograph showing a pile of used tires and other debris on a dirt ground next to a white container. The area is overgrown with green vegetation, and the tires are not covered or protected from the weather.</div> <p data-bbox="734 1137 1294 1189"><b>Figura 4 – Acopio de neumáticos sin cubrir de la intemperie y otros residuos sobre vegetación.</b></p> <div data-bbox="1391 679 1995 1137">A close-up photograph of a large stack of used tires piled up on a dirt surface. The tires are not covered or protected from the weather.</div> <p data-bbox="1413 1137 1973 1189"><b>Figura 5 – Acopio de neumáticos sin cubrir de la intemperie.</b></p>

<b>Ficha:</b> <b>D06</b>	<b>Gestión de neumáticos usados</b>
	 <p data-bbox="904 842 1809 869"><b>Figura 7 – Agua estancada en cámara de neumático sin cubrir de la intemperie.</b></p>



<b>Ficha:</b>  <b>D07</b>	<b>Gestión de material a depósito</b>
<b>Objetivos</b>	Realizar la correcta gestión del material a depósito, el cual corresponde a tierras de excavación sobrantes de la obra que constituyen un material residual de la misma.
<b>Aspectos ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Generación de residuos sólidos</li> <li>- Modificaciones topográficas</li> <li>- Operación de maquinaria</li> <li>- Tránsito inducido por transporte</li> <li>- Emisiones de polvo a la atmósfera</li> </ul>
<b>Factores ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aguas superficiales: cantidad, sólidos totales</li> <li>- Calidad de aire: PM</li> <li>- Suelos: erosión, topografía, drenaje</li> <li>- Flora: vegetación</li> <li>- Fauna: fauna terrestre</li> </ul>
<b>Normativa aplicable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ley 19.829 - Ley de Gestión Integral de Residuos</li> <li>- Decreto 253/979 – Prevención de la contaminación de las aguas</li> <li>- Documentos licitatorios, incluyendo Manual Ambiental de la Administración correspondiente</li> <li>- Normativa departamental referida a relleno de predios</li> </ul>
<b>Instalaciones, equipos y suministros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zonas de acopio</li> <li>- Maquinaria de tipo vial (retroexcavadora, pala cargadora, etc.)</li> <li>- Camiones para el transporte</li> </ul>
<b>Procedimientos</b>	En primer lugar, se deberá realizar un estimativo por parte del Constructor del material sobrante para depósito que se generarán en todo el ciclo de la obra. Para ello puede utilizarse el proyecto, ya que en el mismo se han contabilizado las tierras sobrantes de las actividades de construcción a efectos de pedir cotizaciones (sumando también las generadas por desperdicios de materiales de préstamos y las excavaciones para la implantación de instalaciones accesorias). Este estimativo será de utilidad para que el Constructor dimensione los volúmenes que será necesario disponer y evalúe los posibles destinos de dicho material.

<b>Ficha:</b> <b>D07</b>	<b>Gestión de material a depósito</b>
	<p>Una vez extraído el material, deberá ser acopiado de acuerdo a las recomendaciones de la Ficha B08, para ser posteriormente cargado y transportado hacia su disposición final. La disposición final de este tipo de materiales dependerá de su calidad, es decir, si éste posee ciertas propiedades mecánicas, podría ser utilizado para caminería interna. En caso contrario, las alternativas pueden ser las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Relleno de predios de canteras para su recuperación ambiental</li><li>• Utilización para recuperación paisajística en rellenos sanitarios</li><li>• Relleno de terrenos bajos locales en predios privados</li><li>• Conformación de explanadas, nivelación de terrenos, etc.</li><li>• Donación o venta de material a vecinos</li><li>• Disposición final en facilidad municipal, como último recurso ya que se estaría disponiendo grandes cantidades de material inerte junto a los residuos domésticos de la municipalidad</li></ul> <p>En el caso de rellenos de predios, se deberá contar con la autorización del contralor de la obra así como estar en regla con la normativa departamental. Además, se deberá asegurar previamente que no se modificarán los patrones de escorrentía pluvial (tanto para los drenajes naturales como artificiales) y que no se generarán afectaciones a predios linderos. Previo al relleno de cualquier terreno con sobrantes de excavaciones, se deberá prever el retiro de la cobertura vegetal, que deberá ser acopiado para luego tenderlo por encima del relleno con el fin de promover el crecimiento de nueva vegetación. La donación o venta de material a vecinos será permanentemente registrada, con firma del solicitante, padrón, volumen y tipo de material, evitando además que el relleno sea realizado por el Constructor (ya que, de generarse afectaciones a terceros, le correspondería una cuota parte de responsabilidad en el perjuicio ocasionado). En cuanto a la disposición final en sistemas municipales, ésta deberá ser evitada, ya que las generaciones de material a depósito generalmente son mucho mayores que la de otros tipos de</p>



<b>Ficha:</b>  <b>D07</b>	<b>Gestión de material a depósito</b>	
	<p>residuos por lo que, cuando los sistemas municipales cuentan con instalaciones adicionales, éstas pueden resultar desaprovechadas por la naturaleza inerte del material (sistemas de tratamiento de lixiviados, recolección de biogás, etc.), sin desmedro de que en cantidades relativamente pequeñas este material puede utilizarse en el sitio de disposición final para otras tareas (relleno de celdas intermedias de rellenos sanitarios, caminería auxiliar, etc.). Vale destacar además que esta disposición generalmente aparece un costo adicional.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="714 569 1308 1026"> </div> <div data-bbox="1391 569 2000 1026"> </div> </div> <p><b>Figura 1 – Predio designado para el depósito de material.</b></p> <p><b>Figura 2 – Sitio de acopio de material a depósito y escombros correctamente delimitado de otros residuos y con cartelería indicativa en predio del obrador.</b></p>	
<b>Parámetros de control</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- m3 material a depósito (estimado previo a la obra)</li> <li>- m3 material a rellenar (para cada lugar seleccionado)</li> <li>- Cronograma de obra</li> </ul>	
<b>Indicadores de desempeño</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- m3 material retirado/mes (según destino, puede contabilizarse también en camiones)</li> </ul>	
<b>Prácticas recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las herramientas de superposición de capas (SIG, modelos digitales de elevación, etc.) resultan herramientas útiles para verificar que no se generarán afectaciones pluviales al</li> </ul>	

<b>Ficha:</b> <b>D07</b>	<b>Gestión de material a depósito</b>
	<p>rellenar determinados terrenos. En caso de generarse incertidumbres, se recomienda complementar esta información con relevamientos topográficos en el sitio.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Verificar que el material no esté contaminado, previamente a ser acopiado, ya que en ese caso todo el lote deberá gestionarse como residuos especiales de acuerdo a la Ficha D11.</li><li>- En climas secos, humedecer las superficies de los acopios de manera de evitar la generación de polvo. Al momento del transporte, cubrir la caja de los camiones con lona evitará también las emisiones de polvo.</li></ul>
<b>Prácticas no recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Rellenar terrenos sin analizar las potenciales afectaciones a los escurrimientos pluviales, lo que podría generar erosiones o inundaciones a terrenos linderos.</li><li>- Avanzar con rellenos sobre cursos de agua, humedales o planicies de inundación generará cambios en los tirantes de agua y en las velocidades del flujo, lo que a su vez podrá generar nuevas áreas inundables y erosiones por socavación.</li><li>- Compactar los residuos dispuestos; si bien puede ayudar a disponer cantidades mayores en menor espacio, se deberá analizar previamente las posibles consecuencias por cambios en las condiciones de infiltración del suelo y en la velocidad de escorrentía, para evitar a que generar erosiones aguas abajo.</li></ul>

<b>Ficha:</b> <b>D07</b>	<b>Gestión de material a depósito</b>
	<div data-bbox="712 311 1317 766"></div> <div data-bbox="683 766 1344 821"><p><b>Figura 3 – Acopio de material a depósito colocado sobre vegetación existente.</b></p></div> <div data-bbox="1384 311 2004 766"></div> <div data-bbox="1355 766 2027 853"><p><b>Figura 4 – Depósito de material colocado sobre vegetación existente (incluyendo palmeras) y junto a una vivienda.</b></p></div> <div data-bbox="1041 845 1668 1300"></div> <div data-bbox="705 1300 2004 1340"><p><b>Figura 5 – Depósito de material avanzando sobre terreno bajo en la que se ubica una palmera y otra vegetación.</b></p></div>

<b>Ficha:</b> <b>D08</b>	<b>Gestión de residuos de fresado</b>
<b>Objetivos</b>	Disponer de los residuos provenientes del fresado de mezclas asfálticas de caminería existente (RAP), los cuales constituyen residuos inertes con un gran potencial de reutilización para la producción de bases para pavimentos y nuevas mezclas asfálticas.
<b>Aspectos ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Generación de residuos sólidos</li> <li>- Tránsito inducido</li> <li>- Generación de acopios</li> </ul>
<b>Factores ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aguas superficiales: sólidos totales, morfología del curso de agua</li> <li>- Fauna: fauna terrestre</li> <li>- Flora: vegetación, monte nativo</li> </ul>
<b>Normativa aplicable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ley 19.829 - Ley de Gestión Integral de Residuos</li> <li>- Documentos licitatorios, incluyendo Manual Ambiental de la Administración correspondiente</li> </ul>
<b>Instalaciones, equipos y suministros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maquinaria para fresar, cargar y transportar el material</li> <li>- Sitios de acopios</li> </ul>
<b>Procedimientos</b>	<p>Los residuos provenientes del fresado de mezclas asfálticas constituyen un material residual de gran potencial de valorización. En particular, corresponden a materiales de gran aptitud para la ejecución de bases granulares, elaboración de nuevas mezclas asfálticas, elaboración de mezclas asfálticas premezcladas en frío (frecuentemente utilizadas para el tapado de pozos en rutas en servicio), etc. Por lo tanto, la gestión de estos residuos deberá ajustarse al siguiente procedimiento:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- Una vez el final del fresado, tarea en la cual el equipo fresador retira la mezcla asfáltica del pavimento y la carga sobre la caja de un camión, éste último procederá a transportar el material (RAP) a las zonas de acopios definidas para tal fin en el PGRS o en el PGA, indistintamente. Dichas zonas de acopios deberán tener características compatibles con las recomendaciones indicadas en la Ficha B08.</li> <li>2- Vale destacar que RAP retirado de los pavimentos de caminería pública, es decir, el RAP que se generará una obra pública será propiedad de la Administración correspondiente.</li> </ol>



<p><b>Ficha:</b> <b>D08</b></p>	<p align="center"><b>Gestión de residuos de fresado</b></p>	
	<p>Por lo que, la disposición de este material será determinada por la Administración y no por el Constructor. Será obligación de éste último remitir el RAP obtenido a la Administración, transportándolo a la dependencia correspondiente a la zona de la obra (oficina regional) o coordinando con el responsable de la misma el lugar desde el cual la Administración cargará dicho material.</p> <p>3- En caso de reutilizar el RAP en la misma obra, su almacenamiento en acopios deberá ajustarse a lo establecido en la Ficha B08 y, en caso de utilizarse para producir nuevas mezclas asfálticas, la operación de la planta deberá cumplir con las recomendaciones de la Ficha B06.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div data-bbox="712 679 1317 1137"> </div> <div data-bbox="1391 679 1995 1137"> </div> </div>	
<p><b>Parámetros de control</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- toneladas RAP/km fresado</li> <li>- toneladas RAP/camión</li> <li>- km fresado/día</li> </ul>	
<p><b>Indicadores de desempeño</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- camiones RAP/día</li> <li>- toneladas RAP/día</li> </ul>	

<b>Ficha:</b> <b>D08</b>	<b>Gestión de residuos de fresado</b>
<b>Prácticas recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- toneladas totales de RAP (desglosada según destino del material)</li><li>- Promover por parte de la Administración el uso del RAP dentro del marco de la misma obra, para la reparación de caminería pública cercana (calzadas de menor porte) o para la elaboración de nuevas bases granulares y mezclas asfálticas reduciendo el consumo de materiales áridos vírgenes.</li><li>- Si bien existen casos muy excepcionales en los que la Administración renuncie al RAP, al hacerlo, el Constructor deberá obtener la autorización por escrito para utilizar dicho material en otra obra o actividad.</li></ul>
<b>Prácticas no recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Debido a su gran potencial de reutilización y su condición de ser propiedad de la Administración, es usual que el RAP se acopie en la faja de dominio público por lo que se deberá tener especial cuidado en no interferir con los drenajes, la circulación y la visibilidad.</li><li>- Utilizar el RAP, por parte del Constructor, para actividades no estrictamente relacionadas con la construcción de infraestructura que se le ha encomendado, sin autorización explícita y por escrito del contralor de la obra por parte de la Administración. Esto incluye, por ejemplo, la utilización de RAP para nivelar superficies o generar estacionamientos en obradores y campamentos, lo cual beneficia únicamente al Constructor al utilizar por su cuenta un material que no le pertenece sin la debida autorización de su propietario (en obras públicas, la Administración).</li></ul>



Ficha: <b>D08</b>	Gestión de residuos de fresado	
	 <p data-bbox="696 769 1332 826"><b>Figura 3 – Acopio de RAP sobre terreno natural de zona inundable próxima a curso de agua.</b></p>  <p data-bbox="696 1279 1332 1331"><b>Figura 5 – Pequeños acopios de RAP colocados sobre cobertura vegetal del talud y cuneta.</b></p>	 <p data-bbox="1420 769 1966 826"><b>Figura 4 – Restos de RAP desperdigados sobre zona empalme.</b></p>  <p data-bbox="1391 1279 1995 1331"><b>Figura 6 – Restos de RAP desperdigados al borde de camino vecinal.</b></p>



<b>Ficha:</b>  <b>D09</b>	<b>Gestión de escombros y lodos del lavado de hormigón</b>
<b>Objetivos</b>	Disponer los escombros resultantes de la demolición y desmantelamiento de estructuras así como de los lodos extraídos de las unidades de sedimentación, los cuales constituyen ROC de carácter inerte.
<b>Aspectos ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Generación de residuos sólidos</li> <li>- Modificaciones topográficas</li> <li>- Operación de maquinaria</li> <li>- Tránsito inducido por transporte</li> <li>- Emisiones de polvo a la atmósfera</li> </ul>
<b>Factores ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aguas superficiales: cantidad, sólidos totales</li> <li>- Calidad de aire: PM</li> <li>- Suelos: erosión, topografía, drenaje</li> <li>- Flora: vegetación</li> <li>- Fauna: fauna terrestre</li> </ul>
<b>Normativa aplicable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ley 19.829 - Ley de Gestión Integral de Residuos</li> <li>- Decreto 253/979 – Prevención de la contaminación de las aguas</li> <li>- Documentos licitatorios, incluyendo Manual Ambiental de la Administración correspondiente</li> <li>- Normativa departamental referida a rellenos de predios</li> </ul>
<b>Instalaciones, equipos y suministros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zonas de acopio</li> <li>- Maquinaria de tipo vial (retroexcavadora, pala cargadora, etc.)</li> <li>- Camiones para el transporte</li> </ul>
<b>Procedimientos</b>	En primer lugar, el Constructor deberá realizar un estimativo de los escombros a generarse en todo el ciclo de obra. Esto puede ser sencillamente realizado contabilizando el volumen de las estructuras existentes a demoler, sumado a las instalaciones accesorias a la obra que serán también demolidas al momento de desmontar los campamentos, obradores y plantas de materiales. A este volumen de demolición calculado, se le deberá considerar el esponjamiento obteniendo así el volumen de escombros totales esperados en todo el ciclo de obra.

<b>Ficha:</b> <b>D09</b>	<b>Gestión de escombros y lodos del lavado de hormigón</b>
	<p>En cuanto a los lodos retirados de las unidades de sedimentación para las aguas de lavado de herramientas en contacto con hormigón, éstos están compuestos fundamentalmente por agua, con contenidos menores de cemento Portland y agregados (sobre todo de fracciones finas). Al evaporarse el agua sobrante (la que no reaccionó con el cemento residual de los lodos), resultan en materiales inertes, de mala calidad portante en comparación con el hormigón, pero de composición química semejante, por lo que constituyen residuos que pueden ser gestionados por el mismo canal que los escombros (aunque no sean generados en el mismo momento de la obra). En función de la demanda de hormigón y del cronograma de obra, el Constructor podrá dimensionar las unidades de tratamiento de efluentes y, con ayuda de su experiencia, estimar la generación de lodos (en particular, en el momento de producción pico).</p> <p>En lo referido a la gestión de estos residuos, los mismos constituyen materiales inertes de buenas propiedades mecánicas en general, por lo que cuentan con un buen potencial de aprovechamiento. Son residuos fácilmente valorizables, sobre todo en ámbitos rurales, ya que pueden ser utilizados para diversos fines, por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Bases para caminería auxiliar e interna de predios, así como de caminería interna de la obra</li><li>• Conformación de explanadas y nivelación de terrenos</li><li>• Reciclaje de escombros de hormigón para producción de piezas no estructurales</li><li>• Protecciones tipo rip-rap frente a la socavación en puentes y alcantarillas</li><li>• Relleno de predios de canteras para su recuperación ambiental</li><li>• Utilización para recuperación paisajística en rellenos sanitarios</li><li>• Relleno de terrenos bajos locales en predios privados</li><li>• Donación o venta de material a vecinos</li><li>• Disposición final en facilidad municipal junto con otros ROC (como el material a depósito), como último recurso ya que se estaría disponiendo material inerte junto a los residuos domésticos de la municipalidad</li></ul>

<b>Ficha:</b>  <b>D09</b>	<b>Gestión de escombros y lodos del lavado de hormigón</b>	
	<p>El almacenamiento transitorio de estos residuos se deberá realizar acopiándolo en condiciones que se ajusten a lo recomendado en la Ficha B08.</p> <p>En el caso en que la disposición final sea para rellenos de zonas bajas, se deberá contar con la autorización del contralor de la obra así como estar en regla con la normativa departamental. Además, se deberá asegurar previamente que no se modificarán los patrones de escorrentía pluvial (tanto para los drenajes naturales como artificiales) y que no se generarán afectaciones a predios linderos.</p> <p>Previo al relleno de cualquier terreno con estos materiales, se deberá prever el retiro de la cobertura vegetal, que deberá ser acopiado para luego tenderlo por encima del relleno con el fin de promover el crecimiento de nueva vegetación.</p> <p>La donación o venta de material a vecinos será permanentemente registrada, con firma del solicitante, padrón, volumen y tipo de material, evitando además que el relleno sea realizado por el Constructor (ya que, de generarse afectaciones a terceros, le correspondería una cuota parte de responsabilidad por el perjuicio causado).</p> <p>En cuanto a la disposición final en sistemas municipales, ésta deberá ser evitada, ya que muchas veces hay instalaciones adicionales que resultan subaprovechadas por la naturaleza inerte del material (sistemas de tratamiento de lixiviados, recolección de biogás, etc.), además de que esta disposición generalmente apareja un costo adicional.</p>	
<b>Parámetros de control</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- toneladas de escombros a generar (estimado previo a la obra)</li> <li>- m<sup>3</sup> escombros/tonelada (estimado para el transporte y el relleno)</li> <li>- Retiro de lodos del sedimentador de lavado de hormigón/semana (en producción pico)</li> <li>- m<sup>3</sup> material a rellenar (para cada lugar seleccionado)</li> <li>- Cronograma de obra</li> </ul>	
<b>Indicadores de desempeño</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- m<sup>3</sup> material generado/mes</li> <li>- m<sup>3</sup> material rellenado/mes (puede contabilizarse en camiones)</li> <li>- m<sup>3</sup> material dispuesto en facilidad municipal/mes (puede contabilizarse en camiones)</li> </ul>	
<b>Prácticas recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Considerar escenarios de máximas (es decir, el caso más crítico entre todos los posibles) al calcular el esponjamiento de los escombros, ya que esto dependerá de la granulometría</li> </ul>	

<b>Ficha:</b> <b>D09</b>	<b>Gestión de escombros y lodos del lavado de hormigón</b>
	<p>de los escombros generados, que a su vez es variable según el tipo de maquinaria a emplear, la técnica del operario, el tipo de hormigón a demoler, etc. Se recomienda utilizar valores de coeficientes de esponjamiento entre 1,5 y 2,0 para escombros.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- El volumen de lodos generados, en comparación al de escombros generados al demoler un puente, es de menor orden. Sin embargo, no se recomienda despreciarlo ya que los momentos de generación son diferentes (la demolición se realiza al comienzo de la obra, mientras que el retiro de lodos es función del cronograma de producción de hormigón).</li><li>- Previo al inicio de la obra, investigar si existen plantas de reciclaje cercanas que puedan interesarse en valorizar el residuo, tales como la presentada en el acápite 3.3.4.3. Esto permitirá dar un destino ambientalmente adecuado al residuo, asegurando además que no se generarán afectaciones a terceros por este tipo de disposición (como sí pueden generarse, por ejemplo, al rellenar padrones).</li><li>- Las herramientas de superposición de capas (SIG, modelos digitales de elevación, etc.) resultan herramientas útiles para verificar que no se generarán afectaciones pluviales al rellenar determinados terrenos. En caso de incertidumbres, se recomienda complementar esta información con relevamientos topográficos en el sitio.</li><li>- En períodos muy secos y en casos donde se haya generado mucho material fino, puede ser necesario regar los acopios con el fin de evitar la generación excesiva de polvo.</li><li>- Al transportar los residuos hacia su destino en caso de tiempo seco, se podrá cubrir la caja de los camiones con lona con el fin de minimizar las emisiones de polvo.</li></ul>



<p>Ficha: <b>D09</b></p>	<p><b>Gestión de escombros y lodos del lavado de hormigón</b></p>	
		
<p><b>Prácticas no recomendadas</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rellenar terrenos sin analizar las afectaciones pluviales, generando erosiones o inundaciones a terrenos linderos.</li> <li>- Avanzar con rellenos sobre cursos de agua, humedales o planicies de inundación generará cambios en los tirantes de agua y velocidades que podrán generar nuevas áreas inundables y erosiones por socavación.</li> <li>- No realizar estimaciones iniciales de producción pico de hormigón puede resultar en generaciones superiores a la esperada de lodos así como un mal dimensionado de las unidades de decantación para el lavado (utilizar tamaños estándar de normativas o manuales que pueden llevar a tener volúmenes insuficientes o excesivamente grandes).</li> <li>- Colocar acopios en condiciones que no cumplan con las recomendaciones de la Ficha B08.</li> </ul>	




<b>Ficha:</b> <b>D09</b>	<b>Gestión de escombros y lodos del lavado de hormigón</b>		
			
			


<b>Ficha:</b>  <b>D10</b>	<b>Gestión de madera y chatarra</b>
<b>Objetivos</b>	Realizar la correcta gestión de los residuos de madera y chatarra generados en todas las actividades de la obra.
<b>Aspectos ambientales</b>	- Generación de residuos sólidos
<b>Factores ambientales</b>	- Suelos: vegetación - Fauna: fauna terrestre, vectores
<b>Normativa aplicable</b>	- Ley 19.829 - Ley de Gestión Integral de Residuos - Documentos licitatorios, incluyendo Manual Ambiental de la Administración correspondiente
<b>Instalaciones, equipos y suministros</b>	- Zonas de acopio
<b>Procedimientos</b>	<p>Los residuos de madera y chatarra son residuos que poseen un gran valor comercial y un alto potencial de valorización, ya que son, casi en su totalidad, aprovechables para otros usos. Estos residuos de obra civil, debido a este alto grado de aprovechamiento, deben almacenarse por separado para evitar que se mezclen con otro tipo de residuos. A continuación se indican los procedimientos de gestión recomendados para cada uno de estos residuos.</p> <p><b><u>Residuos de madera</u></b></p> <p>Estos residuos son generalmente provenientes de la utilización de elementos de madera que finalizaron su vida útil. Algunos de estos elementos pueden ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Restos de encofrados</li> <li>• Pallets rotos</li> <li>• Restos de andamios</li> <li>• Restos de mobiliario roto</li> <li>• Tablas rotas utilizadas para apuntalamiento</li> </ul>

<b>Ficha:</b> <b>D10</b>	<b>Gestión de madera y chatarra</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Troncos retirados en tareas de desbroce</li><li>• Restos de cajones de madera</li></ul> <p>El acopio debe ser realizado por separado de los otros residuos, preferentemente en el obrador y con cartelera identificatoria, de manera de evitar que se arrojen otros tipos de residuos al acopio. Las características de los acopios deberán ajustarse a las recomendaciones de la Ficha B08.</p> <p>En cuanto al destino final de estos residuos, los mismos pueden ser los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Reutilización en obra para calefacción y cocción de alimentos</li><li>• Utilización para elaboración de mobiliario provisorio (por ejemplo, utilización de tablas para generar mesas y bancos para utilizar en obra)</li><li>• Venta o donación a vecinos</li><li>• Entrega a recicladores locales</li></ul> <p>En cuanto a la disposición final en facilidades municipales, ésta deberá evitarse. Si bien no está prohibido por normativa, no debería ser admisible teniendo en cuenta el potencial de valorización de estos residuos.</p> <p>Vale destacar que la quema de residuos está expresamente prohibida en la normativa nacional (Ley 19.829), salvo que ésta sea utilizada para aprovechar su poder calorífico. Por lo tanto, la madera puede ser únicamente quemada para calefaccionar o cocinar, pero esta práctica está prohibida si su fin es reducir el volumen del residuo.</p> <p>La donación o venta de material a vecinos deberá ser permanentemente registrada (con la firma del receptor), de manera de quitar responsabilidad al Constructor por el destino que se le dará posteriormente.</p>



<b>Ficha:</b> <b>D10</b>	<b>Gestión de madera y chatarra</b>
	<p><b><u>Chatarra</u></b></p> <p>La chatarra comprende a todos los residuos compuestos únicamente por metales, por lo que son fácilmente aprovechables. Éstos pueden tener diversos orígenes como, por ejemplo, los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Restos de alambres y clavos para fijación de armaduras y encofrados</li><li>- Desperdicios de hierros para armadura de piezas de hormigón armado</li><li>- Restos metálicos de demoliciones</li><li>- Piezas rotas de herramientas y equipos</li></ul> <p>El almacenamiento de estos residuos, al contrario de lo que ocurre con la madera, deberá realizarse protegiéndolos de la lluvia para evitar que se genere corrosión de los elementos, por lo que los acopios se realizarán en lugares bajo techo o utilizando recipientes con tapa (y bolsa interna para resguardar los materiales). Tanto los acopios como los recipientes deberán estar debidamente identificados con cartelería, y los primeros, delimitados para evitar que se mezclen con otros residuos.</p> <p>En cuanto al destino final de estos residuos, los mismos pueden ser los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Entrega o venta a recicladores locales, ya sean chatarreras o plantas de reciclaje</li><li>- Se podrán mezclar en pequeñas cantidades con escombros o material a depósito para rellenos (ajustado los procedimientos según lo indicado en Fichas D07 y D09).</li><li>- Venta o donación a vecinos</li></ul> <p>En cuanto a la disposición final en facilidades municipales, ésta deberá evitarse. Si bien no está prohibido por normativa, no debería ser admisible teniendo en cuenta el potencial de valorización de estos residuos.</p>




<b>Ficha:</b> <b>D10</b>	<b>Gestión de madera y chatarra</b>
	<p data-bbox="674 316 2040 422">La donación o venta de material a vecinos deberá ser permanentemente registrada (con la firma del receptor), de manera de quitar responsabilidad al Constructor por el destino que se le dará posteriormente.</p> <div data-bbox="721 459 1308 916"></div> <p data-bbox="701 916 1330 967"><b>Figura 1 – Acopio de chatarra clasificada (sin cartelería indicativa).</b></p> <div data-bbox="1415 459 1980 916"></div> <p data-bbox="1525 916 1865 943"><b>Figura 2 – Acopio de madera.</b></p>

<p>Ficha: <b>D10</b></p>	<p><b>Gestión de madera y chatarra</b></p>	
	 <p><b>Figura 3 – Acopio de madera y chatarra clasificadas con cartelería indicativa.</b></p>	
<p><b>Parámetros de control</b></p>	<p>No aplica.</p>	
<p><b>Indicadores de desempeño</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entregas de material/mes (indicando cantidad en peso, destino y tipo de material)</li> </ul>	
<p><b>Prácticas recomendadas</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Delimitar y colocar cartelería en los acopios de madera permitirá confinar a la misma en un sector asegurando que ésta no se mezcle con otros residuos. Evitar además que en dicha zona se acumule agua, lo que podrá generar que la madera se descomponga y favorezca la proliferación de vectores. Además, es una buena práctica no mantener los acopios de madera por cantidades de tiempo que permitan estos procesos.</li> <li>- Previo al inicio de la obra, investigar si existen sitios de reciclaje cercanos tales como aserraderos y chatarreros, los cuales comprarían residuo para su aprovechamiento.</li> </ul>	
<p><b>Prácticas no recomendadas</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar quema de residuos de madera para calefaccionar junto con otros residuos de distinto tipo, lo cual está prohibido ya que solo se permite la quema de residuos</li> </ul>	



<b>Ficha:</b> <b>D10</b>	<b>Gestión de madera y chatarra</b>
	<p>valorizables energéticamente (cualidad que únicamente la madera posee en este tipo de contextos).</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Utilizar madera contaminada, o tratada con químicos, para calefaccionar o cocinar alimentos, provocará emisiones de estos químicos a la atmósfera (que pueden ser además respirados por el personal) así como constituir un riesgo de incendio.</li><li>- Acopiar madera en condiciones que no aseguren la no contaminación de la misma, y en condiciones que no sean adecuadas de acuerdo a la Ficha B08.</li></ul> <div data-bbox="714 608 1317 1062"></div> <p data-bbox="748 1066 1285 1117"><b>Figura 4 – Acopio de chatarra en condiciones inadecuadas y en contacto con otros residuos.</b></p> <div data-bbox="1451 608 1944 1062"></div> <p data-bbox="1462 1066 1933 1117"><b>Figura 5 – Residuos de madera acopiados desordenadamente en el frente de obra.</b></p>


<b>Ficha:</b> <b>D10</b>	<b>Gestión de madera y chatarra</b>
	 <p data-bbox="728 842 1989 895"><b>Figura 6 – Acopio de residuos de madera colocados sobre vegetación alta en la que se puede perder parte del mismo.</b></p>

<b>Ficha:</b>  <b>D11</b>	<b>Gestión de material contaminado y otros residuos especiales</b>
<b>Objetivos</b>	Gestionar adecuadamente el material contaminado con sustancias tóxicas y peligrosas (ROC, textiles, envases, etc.), así como otros residuos especiales.
<b>Aspectos ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Generación de residuos sólidos</li> <li>- Acopio y manipulación de sustancias peligrosas</li> </ul>
<b>Factores ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aguas superficiales: sustancias químicas</li> <li>- Suelos: sustancias químicas</li> <li>- Flora: vegetación</li> <li>- Fauna: fauna terrestre</li> <li>- Ambiente antrópico: salud</li> </ul>
<b>Normativa aplicable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ley 19.829 - Ley de Gestión Integral de Residuos</li> <li>- Documentos licitatorios, incluyendo Manual Ambiental de la Administración correspondiente</li> <li>- Decreto 260/007 - Reciclaje de envases</li> <li>- Decreto 315/010 - Plan de gestión de residuos de envases</li> <li>- Decreto 182/013 – Reglamento de gestión de residuos sólidos industriales y asimilados</li> </ul>
<b>Instalaciones, equipos y suministros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Suministro de gestión de residuos especiales</li> <li>- Instalaciones para el almacenamiento transitorio de residuos especiales</li> </ul>
<b>Procedimientos</b>	<p>En estos procedimientos se intentarán incluir todos los restantes residuos, de carácter especial, no considerados en las Fichas precedentes. Estos corresponden fundamentalmente a todos aquellos elementos que han estado en contacto con sustancias tóxicas o peligrosas, incluyendo todas las consideradas en las Fichas F01, F02 y F03 (como por ejemplo solventes, combustibles, pinturas, etc.).</p> <p>A continuación se enlistan, a modo de ejemplo, los residuos de esta categoría de más frecuente aparición en las obras:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tierras contaminadas</li> <li>• Escombros contaminados</li> </ul>

<b>Ficha:</b> <b>D11</b>	<b>Gestión de material contaminado y otros residuos especiales</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kits anti-derrame utilizados</li><li>• Maderas y restos de encofrados contaminados</li><li>• Empaques, envases y embalajes de sustancias de químicas, tóxicas o peligrosas</li><li>• Trapos y restos textiles que hayan tenido contacto con sustancias químicas</li><li>• Residuos electrónicos</li><li>• Tubos y lámparas de iluminación</li><li>• Cartuchos utilizados de tinta para impresora y envases de tóner</li><li>• Residuos de enfermería o sanitarios</li></ul> <p>Todos los residuos de este tipo que se prevea generar deberán estar considerados en el PGRS, el cual el Constructor deberá presentar previo al inicio de la obra. Sin embargo, estos residuos cuentan con una particular dificultad para estimar el volumen de generación ya que, si bien algunos están directamente relacionados con consumos de productos en obra, otros tienen la particularidad de que su generación resulta “accidental” (por ejemplo, resultado de derrames de sustancias).</p> <p>Lo que sí debe estar previsto previo al inicio de la obra, es el proveedor que suministrará la gestión de residuos especiales (el cual deberá contar con todas las autorizaciones correspondientes para el transporte, así como para el tratamiento de los mismos). Las autorizaciones del suministro deberán estar vigentes y se incluirán en el PGRS, a efectos de presentar al proveedor frente al contralor de la obra.</p> <p>En cuanto al almacenamiento de estos residuos, los mismos deberán acopiarse por separado con el fin de no contaminar otros residuos ni dificultar el proceso de tratamiento que les dará el suministro. A modo de ejemplo, se enlistan los tipos de residuos que no pueden ser mezclados entre sí:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Residuos de enfermería</li><li>• Tubos y lámparas de iluminación</li><li>• Residuos electrónicos, cartuchos de impresora y pilas usadas</li></ul>

<b>Ficha:</b> <b>D11</b>	<b>Gestión de material contaminado y otros residuos especiales</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Plásticos y textiles contaminados (incluyendo envases, trapos, embalajes, etc.)</li><li>• Escombros y tierras contaminadas</li></ul> <p>Todos los lugares de almacenamiento de estas sustancias deberán estar identificadas mediante cartelería indicativa y, en el caso de acopios de tierras, escombros y maderas, se deberá delimitar físicamente la zona de los mismos. En particular, en este último caso, al estar contaminados, se deberán colocar sobre superficie impermeable y rodeada de cordoneta o dique perimetral, a efectos de contener la lixiviación de su contenido de humedad y la lluvia que haya entrado en contacto con estos residuos. En el caso de residuos de menor porte, bastará con almacenarlos (por separado según las categorías mencionadas anteriormente) en recipientes con tapa y bolsa interna para facilitar la manipulación y preservar la higiene de éste.</p> <p>Se podrá o no centralizar el almacenamiento de estos residuos en contenedores más grandes, dependiendo del porte de la obra.</p> <p>En cuanto a los residuos que contengan sustancias inflamables, los acopios deberán colocarse bajo techo, en lugares frescos y cubiertos del sol.</p> <p>El retiro de estos residuos se realizará directamente desde los contenedores, por parte del suministro de gestión registrando inmediatamente y solicitando el remito correspondiente. Estos documentos se deberán adjuntar luego a los informes periódicos de desempeño ambiental de la obra.</p>



<p>Ficha: <b>D11</b></p>	<p><b>Gestión de material contaminado y otros residuos especiales</b></p>	
	 <p><b>Figura 1 – Tierra contaminada proveniente de un derrame recolectada en recipiente con bolsa interna.</b></p>	
<p><b>Parámetros de control</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Consumos de sustancias tóxicas o peligrosas/mes</li> <li>- m<sup>3</sup> residuos envases/mes (en función de los consumos en el pañol)</li> <li>- m<sup>3</sup> material contaminado/derrame (en promedio)</li> </ul>	
<p><b>Indicadores de desempeño</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- toneladas de residuos retirados/mes (por el suministro de gestión de residuos especiales)</li> <li>- Número de derrames registrados/mes</li> </ul>	
<p><b>Prácticas recomendadas</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Clasificar lo más posible estos residuos desde el punto mismo de generación, facilitará la gestión del suministro. No obstante, se deberá sopesar la practicidad en la obra lo cual llevará a clasificarlos en las categorías más importantes.</li> <li>- Es recomendable utilizar la menor cantidad posible de suministros para estas tareas, de manera de facilitar la gestión y evitar retiros parciales de residuos especiales. Esto sucede más comúnmente en obras de gran porte, ya que diferentes suministros realizan</li> </ul>	



<b>Ficha:</b> <b>D11</b>	<b>Gestión de material contaminado y otros residuos especiales</b>
	<p>cotizaciones para cada tipo de residuo especial y con distintos precios (pudiendo depender, por ejemplo, en la especialidad y equipamiento de cada suministro).</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- De ser posible, colocar todos los acopios de residuos especiales a cubierto de la intemperie, salvo los pequeños recipientes en los puntos de recolección (que deberán tener tapa), para evitar generar efluentes por contacto de la lluvia con los residuos.</li><li>- La normativa nacional prevé que algunos envases de sustancias químicas tengan un plan de devolución a los proveedores de los productos (a veces generando hasta un descuento en nuevas compras), por lo que éstos deberán almacenarse por separado del resto de los residuos para poder retornarlos. Priorizar las compras de productos en envases retornables constituye también una medida ambientalmente adecuada para la reducir la generación de residuos.</li></ul>
<b>Prácticas no recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Mezclar residuos contaminados o especiales con residuos domésticos, llevará a contaminarlos y a que se deba gestionar todo el volumen por este canal.</li><li>- Llevar residuos especiales al sistema de disposición municipal está prohibido por normativa.</li><li>- Colocar acopios de residuos contaminados sobre superficies no impermeables, resultando en el contacto de las sustancias contaminantes con el suelo y/o la vegetación.</li><li>- Lavar superficies en las que se acopiaron residuos especiales sin contemplar la posibilidad de tratar el efluente generado, resultando en vertidos de sustancias químicas sobre el terreno, drenajes y cursos de agua.</li><li>- Está prohibida la quema de residuos de este tipo, aun si se tratare de madera contaminada con fines de calefacción o cocción de alimentos. Las bolsas de cemento Portland, que usualmente están hechas de papel, tampoco se podrán quemar.</li></ul>

<b>Ficha:</b> <b>D11</b>	<b>Gestión de material contaminado y otros residuos especiales</b>	
	 <p data-bbox="712 769 1317 821"><b>Figura 2 – Bolsas de cemento portland desperdigadas por todo el frente de obra.</b></p>	 <p data-bbox="1393 769 1998 849"><b>Figura 3 – Quema no permitida de bolsas de cemento portland y otros residuos en condiciones no controladas.</b></p>

<b>Ficha:</b>  <b>E01</b>	<b>Gestión de efluentes sanitarios</b>
<b>Objetivos</b>	Establecer lineamientos para la correcta gestión de los efluentes sanitarios provenientes de los baños (ya sean fijos o químicos), comedores y cocinas.
<b>Aspectos ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gestión de efluentes líquidos</li> <li>- Consumo de agua</li> <li>- Generación de residuos sólidos</li> <li>- Tránsito inducido</li> <li>- Infiltración de aguas al terreno</li> <li>- Consumo de productos químicos</li> </ul>
<b>Factores ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aguas superficiales: sólidos totales, patógenos, nutrientes</li> <li>- Suelos: nutrientes, patógenos</li> </ul>
<b>Normativa aplicable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Decreto 253/979 – Prevención de la contaminación de las aguas</li> <li>- Documentos licitatorios, incluyendo Manual Ambiental de la Administración correspondiente y PGA exigido al Constructor</li> <li>- Normativa departamental referida a barométricas y baños químicos</li> <li>- Decreto 125/014 – Seguridad e higiene en la industria de la construcción</li> </ul>
<b>Instalaciones, equipos y suministros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Baños fijos con pozos impermeables o conexión a saneamiento dinámico existente</li> <li>- Comedores y cocinas con descarga a pozos impermeables o filtrantes (si cumple con lo establecido en el Decreto 253/979)</li> <li>- Baños químicos</li> <li>- Suministro de barométrica</li> <li>- Líquido desintegrador para baño químico</li> </ul>
<b>Procedimientos</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1- Determinar la cantidad y tipo de instalaciones a colocar en los frentes de obra y zona de obradores. Como mínimo se deberá contar con un baño químico por sexo en el frente de obra, un baño (químico o fijo) por sexo en la zona de obradores y una zona de servicios de bienestar tipo cocina o comedor para el personal.</li> <li>2- Definir para cada tipo de instalación el tipo de gestión de efluentes a disponer:             <ol style="list-style-type: none"> <li>i- Baño químico:                 <ol style="list-style-type: none"> <li>a- Suministro de los baños</li> </ol> </li> </ol> </li> </ol>

<b>Ficha:</b> <b>E01</b>	<b>Gestión de efluentes sanitarios</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>b- Suministro de limpieza y mantenimiento</li><li>c- Suministro de los productos necesarios para la limpieza y mantenimiento (líquido desintegrador y productos de limpieza y desinfección)</li></ul> <p>ii- Baño fijo:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a- Depósito (pozo) impermeable para aguas provenientes de los inodoros (aguas con alto contenido de sólidos, agentes patógenos y nutrientes)</li><li>b- Conexión a pozo impermeable (que puede ser el mismo que para las aguas provenientes de los inodoros) o filtrante (si se cumple con lo establecido en el Decreto 253/979) para las aguas provenientes de los lavabos y duchas, las cuales corresponden a aguas jabonosas pero con bajo contenido de nutrientes</li><li>c- Pueden existir sistemas alternativos, los cuales no son comunes pero pueden ser válidos con la debida justificación técnica y aprobación del contralor de la obra (por ejemplo, el presentado en las Figuras 1 y 2)</li></ul> <p>iii- Cocinas y comedores:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a- Disposición sobre el terreno para infiltración o conexión a depósito impermeable (que puede ser el mismo que para las aguas provenientes de los inodoros); estas aguas podrán tener algún resto de alimentos o jabón, pero no con una carga tan alta como las de los baños.</li></ul> <p>3- Verificar las siguientes condiciones, en caso de disponer aguas servidas (no provenientes de inodoros) a pozos filtrantes las siguientes condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>i- Distancia mínima a cursos de agua: 100 m</li></ul>

<b>Ficha:</b> <b>E01</b>	<b>Gestión de efluentes sanitarios</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>ii- Distancia mínima a pozos de agua para abastecimiento: 100 m, y la toma debe estar ubicada aguas arriba</li><li>iii- Sin presencia de hábitats (nidos, cuevas, etc.)</li><li>iv- Sin presencia de especies vegetales protegidas</li><li>v- Distancia mínima a viviendas: 100 m</li><li>vi- Distancia mínima a límites de propiedad: 10 m</li></ul> <p>4- Estimar la demanda de los pozos impermeables, de acuerdo a las aguas que recibirán y a la cantidad de personal a servir. Deberá realizarse un balance (económico y operativo) entre la capacidad de los pozos (si corresponde, verificar además que no se incumple con los volúmenes máximos en la normativa departamental) y la periodicidad de su desagote para diseñar el sistema. La demanda de los pozos impermeables se realiza suponiendo una dotación de agua potable de 50 L/persona/día y un retorno del 85 %, por lo que la demanda será de 42,5 L/persona/día (la dotación y el coeficiente de retorno pueden variar en función de la bibliografía).</p> <p>5- Colocar o construir los pozos impermeables previo al inicio de operación de los baños y preferentemente previo a la colocación de estos últimos por las dudas que sea necesario corregir localmente alguna pendiente en el terreno (los pozos deben colocarse en cota más baja que el baño y en zona accesible para barométrica). Los pozos pueden ser de distintos tipos, por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>i- Construidos in situ mediante ladrillos u hormigón, revocados internamente, con circuito de ventilación (rejilla de aspiración y columna de evacuación de gases), tapa, contratapa y pendiente de fondo.</li><li>ii- Prefabricados, los cuales se encuentran en distintos materiales y tamaños, preferentemente plásticos y de 1000 L de capacidad.</li></ul> <p>6- La operación de las instalaciones deberá realizarse de la siguiente manera:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>i- Baños químicos:<ul style="list-style-type: none"><li>a- Realizar limpiezas periódicas de acuerdo a los documentos de SySO y a la normativa vigente.</li></ul></li></ul>


<b>Ficha:</b> <b>E01</b>	<b>Gestión de efluentes sanitarios</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>b- Los efluentes de limpieza y desagote de los baños químicos irán a un pozo impermeable (particular o al mismo que recibe las aguas de los baños fijos) o serán inmediatamente retirados con barométrica.</li><li>c- La reposición del líquido desintegrador podrá ser realizado por el suministrador de los baños o por el personal de la obra. En este último caso, los recipientes del líquido deberán haber sido acopiados en lugar cerrado (por ejemplo, pañol) o traídos a la obra en el momento. En cualquier caso, los recipientes deberán estar etiquetados con su contenido.</li><li>d- Es importante registrar la limpieza y desagote de los baños químicos, así como los servicios de barométrica y la cantidad de líquido desintegrador utilizado (este último para estimar el volumen de efluente generado en el proceso).</li></ul> <p>ii- Pozos impermeables:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a- Determinar un porcentaje de llenado para el cual se llamará a la barométrica, el cual no podrá ser el 100 % debido a que se inhabilitarían eventualmente los baños. A modo de ejemplo, podría ser el 80 % ya que proporciona una revancha del 20 % en casos de que la barométrica no se encuentre disponible. El criterio más seguro es considerar una revancha igual a la capacidad de llenado de dos jornadas consecutivas de trabajo (existen casos en que puede aceptarse menos, si la operativa de la barométrica asegura que esto no sea necesario y con aprobación del contralor de la obra).</li><li>b- Se debe registrar todos los desagotes de los pozos, guardando los remitos de la barométrica de manera de</li></ul>



<p>Ficha: <b>E01</b></p>	<p><b>Gestión de efluentes sanitarios</b></p>	
	<p>constatar el buen funcionamiento de los pozos y el cumplimiento de las condiciones previstas por la normativa.</p> <p>7- Una vez finalizada la obra, se retirarán los baños y se realizará la recuperación ambiental de dichas zonas (incluyendo los pozos impermeables) de acuerdo a lo establecido en los Planes de Recuperación Ambiental de la obra oportunamente realizados y aprobados.</p> <div data-bbox="804 531 1883 991"> </div> <p><b>Figura 1 – Sistema de tratamiento alternativo para efluentes sanitarios.</b></p>	
<p><b>Parámetros de control</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jornadas/mes</li> <li>- Personal/jornada</li> <li>- L agua potable consumidos/jornada</li> </ul>	
<p><b>Indicadores de desempeño</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L líquido desintegrador consumido/semana</li> <li>- L desagotados por barométrica/mes</li> </ul>	
<p><b>Prácticas recomendadas</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La recuperación ambiental en los lugares donde se colocaron pozos impermeables se puede realizar retirándolos o bien inhabilitándolos. Esto último debe realizarse perforándolos y llenándolos con material inerte (tierra, escombros, etc.), de manera de</li> </ul>	

<b>Ficha:</b> <b>E01</b>	<b>Gestión de efluentes sanitarios</b>
	<p>impedir la proliferación de vectores y que se vuelvan a utilizar. Se recomienda además la adición de algún agente desinfectante, como cal.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Definir el operador de barométrica previo al comienzo de la obra, evitando problemas operativos al momento en que se llenen los pozos impermeables.</li><li>- En caso de utilizar pozos filtrantes, definir los lugares de infiltración al terreno de aguas provenientes de lavabos y duchas (no de los inodoros) previo al inicio de la obra, corroborando el cumplimiento de las condiciones aprobadas por el control de la obra, por la normativa, o por las establecidas a modo orientativo en los Procedimientos de esta Ficha.</li></ul>
<b>Prácticas no recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- No se recomienda colocar los pozos impermeables enterrados, debido a que no se detectarán fácilmente las pérdidas.</li><li>- Realizar vertidos a los cursos de agua.</li><li>- Disponer para infiltración al terreno aguas provenientes de los inodoros o de los baños químicos. Existen situaciones previstas en la normativa para las cuales esto se podría realizar; no obstante, no se recomienda, de modo de evitar contaminación imprevista de la napa freática y la proliferación de vectores.</li></ul>

<b>Ficha:</b> <b>E01</b>	<b>Gestión de efluentes sanitarios</b>
	 <p data-bbox="689 766 2016 821"><b>Figura 2 – A la izquierda: depósito impermeable con robador (caño verde). A la derecha: descarga del robador sobre terreno natural.</b></p>  <p data-bbox="689 1276 2016 1331"><b>Figura 3 – A la izquierda: Baño químico con descarga libre. A la derecha: sitio de descarga del baño químico, el cual se dirige hacia curso de agua.</b></p>

<b>Ficha:</b> <b>E01</b>	<b>Gestión de efluentes sanitarios</b>
	 <p data-bbox="689 767 2011 818"><b>Figura 4 – Laguna receptora de efluentes provenientes de baños sin realizarse tratamiento alguno generando malos olores y favoreciendo proliferación de vectores.</b></p>



Ficha: <b>E02</b>	<b>Gestión de aguas pluviales</b>
<b>Objetivos</b>	Establecer los lineamientos y las prácticas necesarias para la correcta captación y conducción de aguas pluviales, con el fin de evitar acumulación en frentes de cantera y zonas de obradores. No se incluye aquí los drenajes permanentes en la zona de obra, entendiéndose que su diseño y detalles estarán contemplados en el proyecto ejecutivo.
<b>Aspectos ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cambios provisorios en el esquema de escurrimiento de aguas pluviales por canalizaciones</li> <li>- Operación de maquinaria</li> <li>- Vertido a curso de agua</li> <li>- Infiltración de aguas al terreno</li> </ul>
<b>Factores ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aguas superficiales: cantidad, sólidos totales</li> <li>- Suelos: topografía</li> </ul>
<b>Normativa aplicable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Decreto 253/979 – Prevención de la contaminación de las aguas</li> <li>- Normativa departamental referida a rellenos de predios y drenaje pluvial</li> </ul>
<b>Instalaciones, equipos y suministros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Operación de maquinaria</li> <li>- Material granular para correcciones topográficas y canalizaciones</li> <li>- Conducciones prefabricadas (caños) para construcción de alcantarillas de caminería interna o de accesos a caminos públicos</li> </ul>
<b>Procedimientos</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1- Previo al inicio de la obra y una vez elegido el predio para colocar la zona de obradores y la cantera, se deberá resolver la gestión de aguas pluviales para el acceso a dichos padrones desde la caminería pública (desde rutas nacionales, caminería departamental o servidumbres de paso). Esto generalmente incluye el diseño de una alcantarilla a colocar en el acceso y la adecuación del drenaje existente (cunetas y alcantarillas existentes). El diseño del drenaje del acceso estará incluido en el proyecto del mismo y deberá ser aprobado por la institución que tenga la jurisdicción del camino (Intendencias o MTOP, según corresponda).</li> <li>2- Una vez conformado el “layout” del obrador, se deberán detectar los lugares de salida natural del agua y los puntos bajos internos. Dependiendo el tamaño del predio, puede ser</li> </ol>

<b>Ficha:</b> <b>E02</b>	<b>Gestión de aguas pluviales</b>
	<p>necesario un relevamiento sencillo (mediante nivel óptico) a modo de replantear pendientes.</p> <ol style="list-style-type: none"><li>3- Como condición de borde, se deberán tomar y respetar los lugares de salida del drenaje natural del predio. En caso de cambiarlos, será necesario un análisis más complejo de la situación que pueden requerir nuevas canalizaciones o unidades de laminación, de manera de evitar la generación de nuevas zonas inundables.</li><li>4- Delimitar la zona inundable, de manera de no colocar instalaciones sobre la misma. Esto permitirá que el sistema de gestión de aguas pluviales no tenga que servir a zonas en las que naturalmente se genera acumulación excesiva de agua o que deban canalizarse a contrapendiente del terreno natural.</li><li>5- Realizar cunetas y caños de pasajes en la caminería interna de los predios de las canteras y zonas de obradores, de acuerdo a la topografía y las zonas de descargas previamente establecidas. La elección del trazado de esta caminería responderá también a minimizar estas obras, en los casos en que sea posible.</li><li>6- Diseñar todos los elementos de acuerdo a las metodologías usuales. Por ejemplo, se indican a modo ilustrativo las siguientes:<ol style="list-style-type: none"><li>i- Diseño hidrológico mediante Método Racional</li><li>ii- Capacidad de conducciones a superficie libre mediante fórmula de Manning</li><li>iii- Unidades de laminación mediante Método de Piscina Nivelada</li></ol></li><li>7- Prever un plan de mantenimiento, preferentemente incluido dentro del PGA de la obra, para asegurar el correcto funcionamiento del sistema y así evitar acumulaciones innecesarias de agua y posibles inundaciones puntuales.</li><li>8- Acopiar el material de destape extraído de la conformación de las cunetas y colocación de los restantes elementos de drenaje, con el fin de utilizarlo para la recuperación ambiental de dichos lugares.</li><li>9- La gestión de aguas pluviales de las zonas de cantera deberá cumplir con las siguientes condiciones:</li></ol>



<b>Ficha:</b> <b>E02</b>	<b>Gestión de aguas pluviales</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>i- Debido a que no se pueden descargar las aguas pluviales directamente en un curso de agua, se deberá ejecutar una unidad de sedimentación previo a la misma. Esto es debido a que el arrastre del material suelto (polvo, material fino, etc.) en los frentes de cantera genera que la escorrentía tenga una alta carga de sólidos que usualmente no cumple con los estándares de vertido.</li><li>ii- La unidad deberá ubicarse en la zona más baja, de manera de recibir mediante escorrentía la totalidad de aguas pluviales de la cantera. En caso de que existan zonas que no descarguen hacia la unidad, deberán realizarse canalizaciones para tal fin.</li><li>iii- La unidad de sedimentación deberá dimensionarse para funcionar como sedimentador para una partícula objetivo de 0,21 mm de diámetro, a menos que la cantera sea específicamente abierta para extracción de fracciones más finas, como los limos, lo cual no es el caso más usual (en zonas como el litoral del Uruguay, está muy extendida la Fm. Fray Bentos, a la que se conoce como “limo Fray Bentos”).</li><li>iv- En caso de optar por una unidad de sedimentación tipo laguna excavada con dique frontal (filtrante o no), la cual permitirá la sedimentación por reducción de la velocidad de flujo de escorrentía, en primera instancia se deberá realizar el diseño del dique con el fin de que el mismo resulte estable. Como criterio general, puede asumirse que el talud es estable si es construido con inclinación 3H:1V, y su altura será definida de acuerdo al caudal de diseño del sedimentador.</li><li>v- El diseño hidrológico del sedimentador (caudal de aportes) se realizará con una tormenta con un período de retorno a definir según la duración prevista para la explotación. Se recomienda que sea al menos igual a 2 años, mientras que para tormentas mayores se deberá colocar un aliviadero o “sangrador”. La metodología usual de cálculo es el Método Racional.</li><li>vi- Los parámetros de diseño del sedimentador dependerán de la bibliografía adoptada. Sin embargo, se presentan a modo indicativo los siguientes:</li></ul>

<b>Ficha:</b> <b>E02</b>	<b>Gestión de aguas pluviales</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Velocidad longitudinal máxima permisible: 0,4 m/s</li><li>• Relación largo-ancho: 1,5 – 7,5 (deseable entre 3 y 5)</li><li>• Tasa de sedimentación: debe ser menor a la velocidad de sedimentación de la partícula objetivo. Tomar a modo de ejemplo los siguientes valores:<ul style="list-style-type: none"><li>○ 75 m/h para partículas objetivo de 0,21 mm</li><li>○ 54 m/h para partículas objetivo de 0,15 mm</li></ul></li><li>• Tiempo de retención hidráulico: será igual al cociente entre el tirante de diseño de la unidad (igual a la altura del dique menos la franquía) y la tasa de sedimentación. En ningún caso deberá ser menor a 5 minutos.</li></ul> <p>vii- Realizar el diseño del aliviadero, para lo que se recomienda tomar una tormenta de diseño con un período de retorno igual o mayor al tiempo de explotación previsto. Dicho aliviadero consiste usualmente en un canal excavado de sección trapezoidal, que deberá ser calculado para conducir el caudal excedente del sedimentador a fin de evitar que el dique sea sobrepasado (el caudal resulta del tránsito de la tormenta por la unidad de sedimentación, que usualmente se realiza mediante el Método de la Piscina Nivelada). La capacidad de conducción del canal se calcula generalmente mediante la fórmula de Manning.</p> <p>10- Una vez finalizada la obra, se deberá proceder al desmantelamiento de todos los elementos de drenaje provisorios. En caso de que se determine conservar algún relleno realizado en el predio, deberá analizarse la posibilidad de conservar también los elementos de drenaje correspondientes y, en caso afirmativo, las adecuaciones necesarias para pasar de elementos provisorios a permanentes. Este análisis deberá contemplar los posibles perjuicios causados por los rellenos, de modo de asegurar que éstos no afectan a predios vecinos.</p> <p>11- Luego de definir los elementos a desmantelar y retirarlos, se procederá a realizar la recuperación ambiental de las áreas intervenidas de acuerdo a los procedimientos establecidos en la Ficha G03.</p>

Ficha: <b>E02</b>	<b>Gestión de aguas pluviales</b>
<b>Parámetros de control</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- m conducciones ejecutados/m caminería interna de la obra</li> <li>- m<sup>3</sup> excavación para conformación de cunetas y unidades de laminación</li> <li>- m de alcantarillas construidos</li> </ul>
<b>Indicadores de desempeño</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Número de cortes de caminería interna/mes</li> <li>- m conducciones corregidos/mes</li> </ul>
<b>Prácticas recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar un mantenimiento periódico de los elementos de drenaje, especialmente cada vez que se constata un evento de lluvia. Estas tareas incluirán inspección y desobstrucción de alcantarillas, perfilado de cunetas y taludes, bombeo de agua en zonas donde se haya acumulado, etc.</li> <li>- Para los elementos internos de los padrones, realizar los diseños hidrológicos e hidráulicos de los elementos para conducir el caudal resultante de una tormenta de recurrencia igual o mayor al doble del tiempo de operación prevista (lo que estadísticamente resultaría en una reducción de al menos la mitad del riesgo de desborde o falla).</li> </ul>
<b>Prácticas no recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar rellenos innecesarios en los predios, modificando los patrones de escorrentía existentes y generando nuevas zonas inundables o de acumulación excesiva de agua.</li> <li>- Permitir la obstrucción de los elementos de drenaje por falta de mantenimiento.</li> <li>- Evitar la realización de los cálculos hidrológicos e hidráulicos, lo que puede generar subdimensionados por falta de elementos técnicos.</li> </ul>

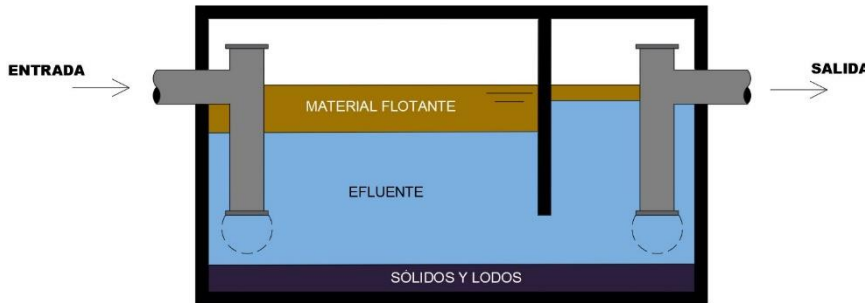
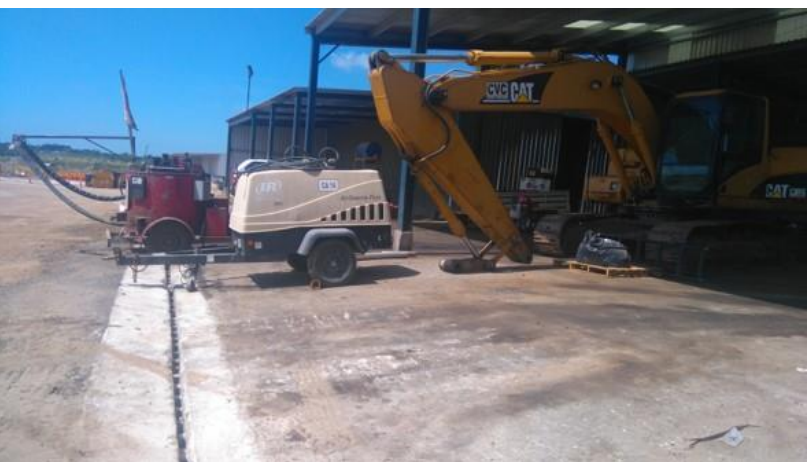
<b>Ficha:</b> <b>E02</b>	<b>Gestión de aguas pluviales</b>	
	 <p data-bbox="806 767 1218 794"><b>Figura 1 – Alcantarilla obstruida (1).</b></p>	 <p data-bbox="1485 767 1897 794"><b>Figura 2 – Alcantarilla obstruida (2).</b></p>  <p data-bbox="1095 1251 1608 1278"><b>Figura 3 – Avance de residuos sobre cuneta.</b></p>

<b>Ficha:</b>  <b>E03</b>	<b>Gestión de efluentes de lavado de maquinaria</b>
<b>Objetivos</b>	Evitar la contaminación de aguas y suelos proveniente del efluente del lavado de vehículos y maquinaria debido a su contenido de hidrocarburos, sólidos, aceites y otras sustancias químicas.
<b>Aspectos ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Generación de efluentes</li> <li>- Consumo de agua</li> <li>- Vertidos a cursos de agua</li> </ul>
<b>Factores ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aguas superficiales: calidad, sólidos totales, sustancias químicas</li> <li>- Suelos: sustancias químicas</li> <li>- Flora: vegetación, flora acuática</li> <li>- Fauna: fauna acuática, fauna terrestre</li> </ul>
<b>Normativa aplicable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Decreto 253/979 – Prevención de la contaminación de las aguas</li> <li>- Documentos licitatorios, incluyendo Manual Ambiental de la Administración correspondiente</li> </ul>
<b>Instalaciones, equipos y suministros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plataformas de lavado de maquinaria</li> <li>- Interceptor de grasas y aceites</li> <li>- Canalizaciones</li> </ul>
<b>Procedimientos</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1- Previo al comienzo de las actividades, se deberá tener inventariada la flota de maquinaria a asignar para la obra. Esto puede ser solicitado al momento de adjudicar la obra, en caso de obras públicas, o en su defecto es deseable presentarlo en el PGA.</li> <li>2- Una vez definida la demanda de maquinaria con que la obra va a contar, se deberá definir si el mantenimiento y lavado se realizarán en instalaciones propias de la obra o si se mandará a establecimientos externos. Este último caso es frecuente para obras de menor porte, con pocos equipos, en los que realizar la infraestructura necesaria para lavar maquinaria en condiciones aceptables sea menos rentable (o que el establecimiento externo se encuentre convenientemente cerca del lugar de la obra).</li> <li>3- En caso de que se realice el lavado en establecimientos externos, éstos deberán estar incluidos dentro la gestión ambiental de la obra. En particular, deberán declararse en los PGA y en los informes periódicos (por ejemplo, ITGA) asegurándose que el proveedor cumple con la normativa ambiental vigente.</li> </ol>


<b>Ficha:</b> <b>E03</b>	<b>Gestión de efluentes de lavado de maquinaria</b>
	<p>4- En caso de que los lavados se realicen en instalaciones pertenecientes a la obra, se deberán prever las estructuras para la correcta gestión del efluente. Debido al alto contenido de hidrocarburos, sólidos, aceites y otras sustancias, este efluente no podrá ser vertido directamente a curso de agua o dispuesto para infiltración en el terreno, por lo que deberá ser tratado previamente. Las etapas por lo que deberá pasar el efluente desde el lavado hacia el vertido serán al menos las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Plataforma impermeable sobre la que se realizarán los lavados de maquinaria, de manera de evitar que el efluente con concentraciones altas de sólidos e hidrocarburos infiltre al terreno o escurra sobre o hacia la vegetación, hábitats o cursos de agua.</li><li>• Canalización, mediante reguera o canal abierto (que deberán ser impermeables), que colectará el agua de la plataforma. Para ello es necesario que la plataforma cuente con una pendiente mínima (del orden del 0,5 % o mayor) que asegure que la canalización capte la totalidad del efluente. Ésta, además, deberá tener dimensiones tales que eviten el desborde del efluente.</li><li>• Interceptor de grasas y aceites, el cual consiste en una unidad de almacenamiento que enlentece el flujo del efluente (el MAV recomienda tiempos de retención mayores a 3 minutos), y cuenta con tabiques superficiales para interceptar las grasas, aceites e hidrocarburos presentes (los cuales no son miscibles en agua y flotan debido a su peso específico menor al del agua). El principio de un interceptor de grasas sencillo es ilustrado en la Figura 1. En algunos casos, puede ser recomendable agregar más compartimientos dependiendo de la concentración de flotantes del efluente o su densidad relativa al agua. Los flotantes podrán ser removidos mediante medios físicos, o electromecánicos (bombas) para luego ser gestionados como residuos especiales de acuerdo a la Ficha D05, al igual que los lodos y sólidos decantados ya que probablemente contarán con un contenido mínimo de grasas e hidrocarburos.</li></ul>



<b>Ficha:</b> <b>E03</b>	<b>Gestión de efluentes de lavado de maquinaria</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tubería de salida que podrá verter a curso de agua, disponer el efluente para infiltración en el terreno, o bien conducirlo a algún depósito a vaciar mediante barométrica. En los primeros dos casos, deberá comprobarse que la concentración de grasas, aceites e hidrocarburos cumple con los estándares de vertido (en Uruguay, se incluyen en el Decreto 253/979).</li></ul> <p>5- Es importante realizar mantenimiento de todas las instalaciones, de manera de asegurar el correcto funcionamiento del sistema. Estas tareas incluirán, entre otras, las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Retiro periódico de flotantes retenidos en el interceptor de grasas y aceites</li><li>• Desobstrucción de canalizaciones y tuberías</li><li>• Desobstrucción del circuito de ventilación del interceptor de grasas y aceites</li><li>• Mantenimiento de equipos electromecánicos</li><li>• Verificación de estanqueidad en todo el sistema, así como de la impermeabilización brindada por la plataforma de lavado (por ejemplo, verificar que no tenga fisuras profundas)</li></ul> <p>6- Una vez concluida la obra, se debe proceder a desmantelar el sistema. El retiro de las canalizaciones y plataformas podrá ser realizado mediante la demolición del hormigón y levantamiento de las tuberías. En cuanto al interceptor de grasas y aceites, y demás depósitos, los mismos podrán no retirarse siempre y cuando se inhabiliten permanentemente. Esto es, vaciar su contenido, perforarlos o demolerlos parcialmente y rellenarlos con material inerte. Se recomienda la adición de cal al material inerte de relleno como agente desinfectante.</p> <p>De existir acuerdo con el propietario del predio y mediante su pedido expreso, se podrán dejar elementos del sistema para ser utilizados, salvo el interceptor de grasas y los depósitos de efluentes.</p>

<p>Ficha: <b>E03</b></p>	<p><b>Gestión de efluentes de lavado de maquinaria</b></p>	
	<div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;"><b>Figura 1 – Principio de funcionamiento hidráulico de un interceptor de grasas y aceites sencillo.</b></p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;"><b>Figura 2 – Sitio de talleres y lavado de maquinaria con pendiente de escurrimiento hacia canalización.</b></p>	
<p><b>Parámetros de control</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L agua utilizada/lavado</li> </ul>	
<p><b>Indicadores de desempeño</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Número de lavados/mes</li> <li>- L flotantes gestionados/mes</li> <li>- L lodos gestionados/mes</li> </ul>	

<b>Ficha:</b>  <b>E03</b>	<b>Gestión de efluentes de lavado de maquinaria</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L agua utilizada/mes</li> <li>- L efluente retirado por barométrica/mes</li> </ul>	
<b>Prácticas recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En caso de que se realice el lavado en establecimientos externos, se recomienda realizar visitas a las instalaciones de manera de asegurar que el mismo realiza una correcta gestión de los efluentes. Ante una obra con la Administración Pública, generalmente el Contratista es responsable frente al organismo por la gestión ambiental de los suministros.</li> <li>- Los diseños de los interceptores de grasas podrán variar significativamente, incluso pudiendo ser sustituidos por una unidad de otra tipología. De cualquier manera, esta unidad deberá ser debidamente diseñada y equivalente en cuanto a la eficiencia de remoción, contando con la debida accesibilidad y equipamiento necesario para realizar la remoción del flotante.</li> <li>- Tanto el retiro de las grasas, aceites e hidrocarburos mediante gestores de residuos especiales, así como el retiro de efluentes con barométrica, deberán ser registrados y sus remitos adjuntados a los registros de gestión ambiental, para asegurar su trazabilidad.</li> </ul>	
<b>Prácticas no recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El diseño del sistema es fundamental. Un diseño inadecuado resultará en verter efluente no apto para ello en cursos de agua y suelos, con consecuencias en su calidad y, por ende, en la fauna y la vegetación.</li> <li>- Realizar lavados sobre superficies no impermeables, como pasto, cursos de agua, etc. Vale destacar que el material granular compactado no es impermeable, por lo que realizar lavados sobre este tipo de superficies no implica que el efluente no infiltre.</li> <li>- La falta de mantenimiento de los elementos del sistema implicará que el efluente se vierta debido a desbordes y pérdidas, tanto por obstrucciones como por roturas.</li> <li>- Modificar o retirar tabiques de interceptores de grasas y aceites prefabricados.</li> <li>- No realizar el retiro periódico de los flotantes retenidos ni los sólidos decantados en el interceptor de grasas y aceites generará un aumento del espesor que ocupan estos elementos dentro de la unidad, lo que puede generar que la toma de la salida capte una parte en lugar de únicamente efluente clarificado.</li> </ul>	

<b>Ficha:</b> <b>E03</b>	<b>Gestión de efluentes de lavado de maquinaria</b>	
		

**Figura 3 – Derrames en zonas de talleres donde se aprecia una manguera utilizada para lavar maquinaria en sitios no acondicionados.**

<b>Ficha:</b>  <b>E04</b>	<b>Gestión de efluentes de producción de hormigón</b>
<b>Objetivos</b>	Realizar la correcta gestión del efluente del proceso de elaboración de hormigón en plantas, mixers y hormigoneras pequeñas. Este efluente, generado por el lavado de los equipos y herramientas que entran en contacto con hormigón fresco durante su elaboración o colocación, tiene elevado pH y alta carga de sólidos, por lo que deberá ser tratado de manera de evitar afectaciones por vertidos del efluente crudo.
<b>Aspectos ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Generación de residuos sólidos</li> <li>- Generación de efluentes</li> <li>- Vertidos a cursos de agua</li> <li>- Consumo de agua</li> <li>- Consumo de productos químicos</li> </ul>
<b>Factores ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aguas superficiales: cantidad, sólidos totales, pH</li> <li>- Suelos: pH</li> <li>- Flora: vegetación, flora acuática</li> <li>- Fauna: fauna acuática</li> </ul>
<b>Normativa aplicable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Decreto 253/979 – Prevención de la contaminación de las aguas</li> <li>- Documentos licitatorios, incluyendo Manual Ambiental de la Administración correspondiente y PGA exigido al Constructor</li> </ul>
<b>Instalaciones, equipos y suministros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plataformas de lavado y unidades de sedimentación para los equipos de producción de hormigón</li> <li>- Sistema de regulación de descarga (preferentemente válvula de compuerta)</li> <li>- Ácido fuerte (usualmente HCl)</li> <li>- Tira medidora de pH o equipo de medición de pH</li> <li>- Cono de Imhoff para medición de sólidos sedimentables</li> </ul>
<b>Procedimientos</b>	1- Elegir la ubicación de las unidades de lavado de los equipos y tratamiento del efluente. Esto será función de la accesibilidad que tendrán los camiones mixer, o puede ser en la misma planta de elaboración de hormigón. Se deberá verificar que la zona no sea inundable.

<b>Ficha:</b> <b>E04</b>	<b>Gestión de efluentes de producción de hormigón</b>
	<p>2- En función del proyecto del puente, del cronograma de la obra y del procedimiento de hormigonado que se tendrá, dimensionar las unidades de tratamiento. Tener en cuenta las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a- En primera instancia se deberá determinar cuál será el destino final del efluente (vertido a curso de agua, infiltración, recirculación, etc.).</li><li>b- Deseablemente se contará con dos piletas de sedimentación en serie de manera de decantar los sólidos de mayor tamaño en la primera, mientras que en la segunda se dejará sedimentar un efluente más “clarificado” y posteriormente (previo a la descarga) se neutralizará, asegurando que el líquido vertido tendrá una calidad compatible con la exigida por el Decreto 253/979 para el destino final del efluente tratado.</li><li>c- En caso de contar con más de una pileta de tratamiento en serie, diseñar la descarga intermedia mediante vertedero superior, evitando el paso de lodos y sólidos.</li><li>d- Al dimensionar las unidades, se tendrán en cuenta estos aportes:<ul style="list-style-type: none"><li>i- El agua de lavado de todos los equipos a utilizar en una jornada pico de hormigonado.</li><li>ii- El aporte pluvial en caso de que estas unidades se encuentren a la intemperie.</li><li>iii- Un resguardo o franquía que permitirá absorber posibles incertidumbres en el cálculo o eventos imprevistos.</li></ul></li><li>e- La descarga desde la última unidad deberá tener las siguientes características:<ul style="list-style-type: none"><li>i- Será materializada mediante válvula de compuerta o sistema que permita controlar el caudal de vertido.</li><li>ii- Descargará hacia conducción (tubería, canal, etc.) o sistema de recirculación para producción de nuevo hormigón. Esta descarga debe realizarse preferentemente por gravedad, aunque pueden adoptarse sistemas de bombeo en casos excepcionales debido a la ubicación y topografía del lugar. El contenido de la última unidad también podrá ser retirado por camión cisterna.</li><li>iii- Deberá estar ubicada por encima de la zona de lodos, de manera de evitar arrastrar el material decantado.</li></ul></li></ul>



<b>Ficha:</b> <b>E04</b>	<b>Gestión de efluentes de producción de hormigón</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>f- Se corroborará el diseño con las exigencias del MAV, si corresponde (profundidad útil máxima de 0,6 m, ancho deseable mínimo de 3,0 m, franquía mínima de 0,2 m y volumen útil mínimo igual a un día de hormigonado, considerando un gasto de 500 L/lavado).</li><li>3- Conjuntamente con el diseño de las unidades, se deberá establecer el procedimiento a seguir para la operación de las unidades de tratamiento. La elaboración del mismo correrá por cuenta de un grupo de trabajo comprendido por el técnico ambiental de la obra, el técnico prevencionista y el Constructor (a través de su ingeniero jefe de obra).</li><li>4- Una vez diseñada las unidades de tratamiento con su procedimiento, el mismo deberá incluirse en el PGA para aprobación de la Administración correspondiente.</li><li>5- En la operación, el procedimiento de tratamiento de efluentes de lavado de hormigón puede ser mediante elementos automáticos o manuales. Un ejemplo de un procedimiento manual para la neutralización del efluente de la segunda pileta se presenta a continuación:<ul style="list-style-type: none"><li>a- Se extraerá una muestra representativa del efluente (según la Guía de CVU (2012), ésta deberá ser de al menos 5 L).</li><li>b- Luego se medirá el pH, resultando en una de las siguientes dos situaciones:<ul style="list-style-type: none"><li>i- Si el pH se encuentra entre 6 y 9, se registra y se da aviso de que se puede verter ya que no es necesario neutralizar el pH. NOTA: el rango de pH entre 6 y 9 es válido únicamente para vertido a curso de agua.</li><li>ii- Si el pH está por encima de 9 se procede con el paso c.</li></ul></li><li>c- Se adiciona ácido de manera gradual hasta conseguir que el pH sea menor a 9.</li><li>d- Se registra el volumen de ácido utilizado para neutralizar la muestra.</li><li>e- En función del ácido utilizado para neutralizar la muestra, se calcula el ácido necesario para neutralizar el volumen total de la pileta.</li><li>f- Se agrega dicha cantidad de ácido a la pileta, de manera lenta para evitar salpicaduras y derrames, mezclando el líquido de manera de que el ácido actúe en todo el volumen</li></ul></li></ul>

<b>Ficha:</b> <b>E04</b>	<b>Gestión de efluentes de producción de hormigón</b>
	<p>de la pileta. Dejar reposar unos minutos (según la Guía de CVU (2012), unos 15 minutos).</p> <ul style="list-style-type: none"><li>g- Nuevamente medir el pH y actuar según paso b.</li><li>h- Una vez en condiciones de verter accionar la válvula de descarga (o en casos excepcionales, la bomba) para efectuar la descarga.</li></ul> <p>6- Realizar periódicamente, deseablemente al final de cada jornada de hormigonado, la limpieza de los lodos de las piletas. Esto evitará que se disminuya la capacidad de las unidades y evitará, entre otras cosas, que exista resuspensión o vertido de lodos por acumulación excesiva. La gestión de los lodos será realizada mediante los procedimientos indicados en el PGA para gestión de los ROC. Las tirillas usadas de pH serán gestionadas como residuos domésticos, ya que no contendrán cantidades significativas de sustancias que ameriten una gestión por separado.</p> <p>7- Efectuar las tareas de mantenimiento correspondientes que serán fundamentales para la correcta operación. A modo de ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a- Revisar periódicamente la estanqueidad de las piletas y efectuar reparaciones ante el mínimo daño.</li><li>b- Comprobar que las conducciones y la llave de paso no se encuentren obstruidas.</li><li>c- Asegurarse que el dimensionado fue el correcto, previendo la ampliación de la capacidad de ser necesario.</li><li>d- Vaciar las piletas en desuso luego de eventos de lluvia, para evitar que se estanque agua pluvial.</li><li>e- En caso de contar con sistemas de bombeo, prever el mantenimiento para el correcto funcionamiento de los equipos electromecánicos.</li></ul>

<b>Ficha:</b> <b>E04</b>	<b>Gestión de efluentes de producción de hormigón</b>	
		
	<p>Figura 1 – Pileta de lavado de herramientas en contacto con hormigón.</p>	<p>Figura 2 – Sistema automático de neutralización de efluentes de lavado de hormigón.</p>
		
<b>Parámetros de control</b>	- L efluente/mixer	

<b>Ficha:</b>  <b>E04</b>	<b>Gestión de efluentes de producción de hormigón</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- m<sup>3</sup> hormigón producido/jornada</li> <li>- L efluente/hora de operación de planta (o por m<sup>3</sup> de hormigón producido en planta)</li> <li>- mL ácido consumido/L efluente tratado</li> </ul>
<b>Indicadores de desempeño</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L efluente vertido/día</li> <li>- m<sup>3</sup> lodo generado/día</li> <li>- mL ácido consumido/día</li> </ul>
<b>Prácticas recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Asegurar que el personal involucrado tenga los elementos de protección personal, de acuerdo a recomendaciones del encargado de SySO</li> <li>- Delimitar la zona inundable (preferentemente con elementos físicos) de manera de colocar las instalaciones fuera de la misma, evitando que las crecientes las estropeen o que mezclen la escorrentía superficial con el contenido de las piletas.</li> <li>- Utilizar preferentemente hormigón para la construcción de las piletas, evitando así materiales como el PVC que pueden perforarse.</li> <li>- Verificar la estanqueidad de las piletas.</li> <li>- No construir las piletas enterradas, aunque sean estancas, debido a que no podrán detectarse fácilmente las pérdidas, captarán agua de escorrentía superficial que no necesita ser tratada y que la ejecución de la descarga será más dificultosa.</li> <li>- Colocar la descarga en la parte superior de la pileta, de manera de evitar captar lodos resultantes de la sedimentación.</li> <li>- Establecer rutinariamente la limpieza de los lodos de la pileta, coordinando con el procedimiento de gestión de los ROC establecido en el PGA o en el MAV, si corresponde.</li> <li>- En caso de que se vierta a una red de saneamiento, un cauce de altas exigencias de calidad o simplemente se dude de la carga de sólidos del efluente que eroga el sistema, se puede prever la realización de ensayos de cono Imhoff en laboratorio de la obra o externo (pudiendo ser realizado también a pie de obra), de manera de determinar la eficacia de remoción de sólidos de las unidades de sedimentación.</li> <li>- Se debe llevar registro en todo momento, incluyendo como mínimo: el volumen de efluente descargado, el pH previo a la neutralización, el pH del efluente neutralizado y el gasto de</li> </ul>


<b>Ficha:</b> <b>E04</b>	<b>Gestión de efluentes de producción de hormigón</b>
	ácido. Es una buena práctica registrar el volumen de lodos removido, de manera de contabilizarlo e incorporarlo a la gestión de ROC.
<b>Prácticas no recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Colocar la descarga en la zona de lodos, generando que los mismos sean vertidos junto al efluente clarificado.</li><li>- No controlar el estado estructural de las piletas, cuyas posibles fisuras generarían pérdida del contenido de las piletas.</li><li>- Realizar lavado de mixers en drenajes existentes, resultando en que el efluente crudo alcance a cursos de agua.</li><li>- No realizar la limpieza de los lodos de la pileta, lo cual reducirá la capacidad de los mismos afectando al funcionamiento del sistema.</li><li>- No vaciar las piletas (una vez clarificado el efluente) previo al fin de la jornada, especialmente si no se tiene certeza de posibles lluvias. Además, se deberán vaciar posteriormente a cada lluvia aunque no estén en uso, ya que se puede generar estancamiento de agua.</li><li>- Implantar las piletas en zonas inundables, cuyo contenido podría ser arrastrado en posibles crecidas.</li></ul>



<b>Ficha:</b> <b>E04</b>	<b>Gestión de efluentes de producción de hormigón</b>	
	 <p>Figura 4 – Canalización de salida de pileta de lavado sin tratamiento del efluente.</p>  <p>Figura 6 – Sistema de tratamiento de efluentes de lavado de hormigón sin uso ni mantenimiento.</p>	 <p>Figura 5 – Canalización sobre superficie de lavado de mixers sin acondicionar con destino al curso de agua.</p>  <p>Figura 7 – Unidad de lavado y sedimentación enterrado y revestido con PVC, cuyas condiciones de diseño y mantenimiento son precarias e inadecuadas.</p>



<b>Ficha:</b> <b>E04</b>	<b>Gestión de efluentes de producción de hormigón</b>
	 <p data-bbox="696 767 2011 823"><b>Figura 8 – A la izquierda: unidad precaria de lavado de mixers (mismas condiciones que la unidad de la Figura 7). A la derecha: revestimiento de PVC inefectivo para contener el desborde del contenido.</b></p>  <p data-bbox="752 1278 1955 1302"><b>Figura 9 – Colocación de unidad de lavado y sedimentación precaria e inadecuada sobre zona inundable.</b></p>

<b>Ficha:</b> <b>E04</b>	<b>Gestión de efluentes de producción de hormigón</b>
	 <p data-bbox="974 842 1736 868"><b>Figura 10 – Lavado de camión mixer directamente sobre la cuneta.</b></p>

<b>Ficha:</b>  <b>F01</b>	<b>Manejo de aceites y combustibles</b>
<b>Objetivos</b>	Realizar las tareas de transporte, carga y almacenamiento de aceites lubricantes y combustibles evitando las afectaciones a la vegetación, flora, suelos y cursos de agua, ocasionadas por posibles derrames.
<b>Aspectos ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Transporte y acopio de combustibles</li> <li>- Transporte y acopio de aceites</li> <li>- Generación de residuos sólidos</li> <li>- Generación de efluentes</li> </ul>
<b>Factores ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aguas superficiales: calidad, grasas y aceites, sustancias químicas</li> <li>- Suelos: sustancias químicas</li> <li>- Flora: vegetación, flora acuática</li> <li>- Fauna: fauna acuática, fauna terrestre</li> </ul>
<b>Normativa aplicable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Decreto 560/003 - Reglamento nacional sobre transporte de mercancías peligrosas por carretera</li> <li>- Decreto 253/979 - Prevención de la contaminación de las aguas</li> <li>- Ley 19.829 - Ley de Gestión Integral de Residuos</li> <li>- Decreto 182/013 – Reglamento de gestión de residuos sólidos industriales y asimilados</li> <li>- Documentos licitatorios, incluyendo Manual Ambiental de la Administración correspondiente</li> </ul>
<b>Instalaciones, equipos y suministros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Camiones para el transporte</li> <li>- Instalaciones para el acopio</li> <li>- Instalaciones para la carga de combustible y cambios de aceite</li> <li>- Canalizaciones</li> </ul>
<b>Procedimientos</b>	Previo al comienzo de la obra, el Constructor deberá declarar en el PGA cómo se realizarán las operaciones de transporte, acopio y manipulación de los aceites y combustibles. Debido a su contenido de hidrocarburos y otras sustancias tóxicas, todas las operaciones deberán tener previstas las medidas para evitar derrames y vertidos accidentales. A continuación se enlistan algunos de los elementos a prever previo al comienzo de la obra, y que deberá ser oportunamente informado en el PGA:

<b>Ficha:</b> <b>F01</b>	<b>Manejo de aceites y combustibles</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>- Proveedor de aceites y combustibles, indicando si se surtirá en las instalaciones de obra o en estación de servicio.</li><li>- Modalidad de transporte de combustibles, ya sea mediante camiones propios o del proveedor indicando también la presentación en que vienen.</li><li>- Lugares y recipientes de acopio de aceites y combustibles.</li><li>- Procedimiento de carga de combustible y cambios de aceite</li><li>- Estimativo de insumos requeridos y procedimientos de registros de compra</li></ul> <p>A continuación se describen los procedimientos, diferenciando en que se trate de aceites o combustibles. En cuanto a los posibles derrames, se deberá incluir un procedimiento de acción en el Plan de Contingencias debiendo ajustarse a lo establecido en la Ficha H06.</p> <p><u>Aceites lubricantes</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- La presentación de los aceites lubricantes es variable (por ejemplo, de acuerdo al catálogo de ANCAP, hay presentaciones de 1, 4, 20 y 200 L), por lo que en función de ésta se determinarán las instalaciones de acopio necesarias. La selección del tamaño de la presentación dependerá de los stocks disponibles, de los costos asociados y de la demanda que se generará en la obra. Las presentaciones de 1 y 4 L no se suponen adecuadas debido al gran volumen de residuos a generar y la poca practicidad en la manipulación.</li><li>- El transporte podrá ser realizado por el proveedor o internamente por el Constructor, a condición de que, tanto los camiones como los choferes, cuenten con las autorizaciones correspondientes. No se permitirá el transporte de estas sustancias en camiones con acoplados, ya que son sustancias inflamables.</li><li>- El acopio deberá realizarse sobre una superficie impermeable, preferentemente techada, y rodeada de un dique para la contención de posibles derrames. La capacidad de contención del dique deberá dimensionarse dependiendo de si es posible de captar agua</li></ul>

<b>Ficha:</b> <b>F01</b>	<b>Manejo de aceites y combustibles</b>
	<p>de lluvia. La capacidad mínima para el caso de estar bajo techo, deberá ser igual al contenido completo de un recipiente más una cierta revancha (de al menos 10 %). En caso de generarse derrames o entrada de lluvia al recinto (la cual se contaminará con los restos de aceite de la superficie), se deberá retirar inmediatamente y gestionar el residuo de acuerdo a lo establecido en la Ficha D05 para “Agua de lluvia de las superficies de acopio de residuos contaminados con aceites”, ya que el procedimiento es el mismo.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Las tomas de aceite para las tareas de cambio de aceite deberán realizarse sobre bandejas estancas. Se podrá realizar la operación sin ayuda de estas bandejas únicamente en los casos en que todas las superficies sean impermeables y los líquidos no puedan escurrir desde allí hacia sitios permeables.</li><li>- Los cambios de aceites deberán ser realizados en sitios dispuestos específicamente para tareas de mantenimiento preventivo, sobre superficies impermeables con pendientes que permitan escurrir el agua de lavado de dichas superficies hacia captaciones que conducirán el efluente hacia un interceptor de grasas y aceites o una pileta tipo API o similar. Este efluente será tratado de igual manera que al generado en el lavado de maquinaria, por lo que se ajustará a lo establecido en la Ficha E03.</li></ul> <p><u>Combustibles</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- El transporte de combustible a la obra podrá ser realizada a través de camiones propios del Constructor o del proveedor, lo cual podrá depender de la presentación en la que éstos se adquieran. Lo usual es que se transporte a granel, en camiones cisterna, directamente a la obra. Se deberá contar tanto los camiones como los choferes con las autorizaciones correspondientes y no se permitirá el transporte de estas sustancias en camiones con acoplados, ya que son sustancias inflamables.</li><li>- El acopio se podrá realizar en pequeños contenedores (por ejemplo, tanques de chapa 200 L o tanques tipo IBC de 1.000 L), o en tanques cisterna cuyas capacidades pueden llegar al orden de los 10.000 L.</li></ul>

<b>Ficha:</b> <b>F01</b>	<b>Manejo de aceites y combustibles</b>
	<p>En caso de pequeños contenedores, los mismos deben estar ubicados bajo techo, sobre superficies impermeables con dique de contención, y cerrados con tapa para evitar la entrada de elementos hacia el contenido, la generación de olores y minimizar los riesgos de derrame por vuelco e incendios.</p> <p>En el caso de tanques cisterna, los mismos deberán estar sobre superficies impermeables, elevados (el MAV recomienda una altura mínima de 0,60 m) y rodeados de un dique perimetral con el fin de contener eventuales derrames. El hecho de que el tanque se encuentre elevado permitirá que las pérdidas sean visualmente constatables y que en el caso de roturas no se tenga contacto con el agua de lluvia que pueda estar contenido en el recinto. La capacidad de contención del dique deberá ser igual a la capacidad del tanque más una cierta revancha (el MAV establece como mínimo 10%), lo cual contempla que la probabilidad de lluvia más un derrame con el tanque lleno es muy baja y que el dique será capaz de contener una lluvia ordinaria más el contenido de parte del tanque. Tanto los derrames como el agua de lluvia deberán ser retirados inmediatamente del recinto, tal cual está establecido en esta misma Ficha para los aceites lubricantes (la gestión del residuo se realizará también por el mismo canal).</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Las cargas de combustibles deberán realizarse sobre bandejas estancas, o sin ellas únicamente en los casos en que todas las superficies sean impermeables y no puedan escurrir hacia sitios con que no lo sean, y en sitios debidamente identificados para tal fin. De estar las bandejas limpias, podrá reutilizarse el combustible derramado en ellas, de lo contrario deberá realizarse el lavado de las mismas de acuerdo al procedimiento de lavado de maquinaria (Ficha E03).</li></ul> <p>En caso de realizar las cargas sobre superficies impermeables, se deberá asegurar que las mismas al lavarse desagüen hacia canalizaciones o captaciones que conducirán al efluente hacia un interceptor de grasas y aceites. Este efluente será tratado también de acuerdo a lo establecido en la Ficha E03.</p>



Ficha:

**F01**

**Manejo de aceites y combustibles**



**Figura 1 – Tanques de aceite lubricante con su correspondiente dique de contención de derrames.**



**Figura 2 – Depósito de combustible sobre superficie de hormigón, techado y con contención de derrames.**



**Figura 3 – Tanque de combustible con su correspondiente dique de contención de derrames.**



**Figura 4 – Aguas pluviales contenidas por la cordoneta en sitio de estacionamiento de camiones.**

Ficha:

**F01**

**Manejo de aceites y combustibles**



Figura 5 – Generador colocado sobre bandeja de contención estanca.



Figura 6 – Tanque de combustible con dique de contención y techo a dos aguas.






Figura 7 – Tanque de combustible en las mismas condiciones que en la Figura 6, con descarga hacia interceptor de grasas y aceites.

<b>Ficha:</b>  <b>F01</b>	<b>Manejo de aceites y combustibles</b>
<b>Parámetros de control</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Unidad de actividad<sup>5</sup>/cambio de aceite (por tipo de maquinaria)</li> <li>- L aceite/cambio de aceite (por tipo de maquinaria)</li> <li>- Unidad de actividad/L combustible (por tipo de maquinaria)</li> <li>- Unidad de actividad/mes (estimado, por tipo de maquinaria)</li> </ul>
<b>Indicadores de desempeño</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L aceite/mes</li> <li>- L combustible/mes</li> </ul>
<b>Prácticas recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rotular todos los tanques con su contenido, evitando así problemas en la operación.</li> <li>- Techar los recintos en los cuales se colocarán los tanques de combustibles permitirá reducir el riesgo de desborde, ya que para la misma capacidad se tendrá un mayor margen de seguridad, debido a que se evita la entrada de agua de lluvia.</li> <li>- Verificar periódicamente la estanqueidad de los diques de contención y de los tanques, sobre todo cuando hay movimientos de maquinaria y camiones en la zona en que se encuentran.</li> <li>- Capacitar a todo el personal involucrado en el manejo de aceites y combustibles reducirá significativamente el riesgo de derrames o vertidos accidentales por negligencia.</li> <li>- Prever la salida del líquido contenido dentro de los diques de contención en el PGA, la cual no tiene por qué ser realizado mediante bombeo. Una alternativa puede ser darle pendiente a la superficie de fondo hacia un punto con llave de paso inferior (se deberán prever también los procedimientos de desagote para evitar los derrames, y colocar bandejas de contención sobre las mangueras).</li> <li>- Los equipos, tales como maquinaria y generadores a combustible, cuentan como depósitos, por lo que se deberán estacionar sobre superficies cuyos derrames no infiltren al terreno.</li> </ul>

<sup>5</sup> La unidad de actividad dependerá del Sistema de Gestión de Maquinaria específico de cada organización, pudiendo expresarse en horas de funcionamiento y/o en km (unidad que es más habitual para los camiones).





<p>Ficha: <b>F01</b></p>	<p><b>Manejo de aceites y combustibles</b></p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar un registro de todos los lugares definidos como puntos de carga de combustible y cambio de aceite, de manera de controlar que no se hayan realizado estas tareas en puntos no definidos para éstas, y por lo tanto no acondicionados para tal fin.</li> </ul>
<p><b>Prácticas no recomendadas</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar cargas de combustibles en múltiples lugares sin el debido control ni definiéndolos como lugares de carga, resultará en un mayor riesgo de que ocurra algún episodio de contaminación por derrames en distintos lugares.</li> <li>- Colocar los tanques de combustibles semienterrados, lo que no permitirá detectar las posibles pérdidas y favorecerá la ocurrencia de infiltraciones del contenido hacia el suelo. Esto es una mala práctica habitual, ya que enterrar parcialmente los tanques hará que el suelo colabore con la estabilidad estructural del tanque y permitirá que tanques en muy malas condiciones de conservación aunque tengan pérdidas, no colapsen.</li> <li>- Realizar lavados de bandejas de contención en lugares cuyo efluente no escurra hacia un interceptor de grasas y aceites, o unidad de tratamiento equivalente.</li> <li>- Colocar generadores o equipos fijos a combustible sobre superficies permeables o vegetación, pudiendo resultar en que las pérdidas constituyan derrames.</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  <p><b>Figura 8 – Derrame causado por carga de combustible en sitios no acondicionados.</b></p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><b>Figura 9 – Generador sin dique de contención de derrames.</b></p> </div> </div>

Ficha: <b>F01</b>	Manejo de aceites y combustibles	
	 <p data-bbox="734 845 1326 874"><b>Figura 10 – Generador con pérdida de combustible.</b></p>	 <p data-bbox="1415 845 2007 925"><b>Figura 11 – Transporte de pequeños recipientes de combustibles sin condiciones para asegurar la contención de derrames.</b></p>

<b>Ficha:</b>  <b>F02</b>	<b>Manejo de diluidos y emulsiones asfálticas</b>
<b>Objetivos</b>	Realizar las tareas de transporte, descarga, almacenamiento y manipulación de productos con contenido asfáltico (fundamentalmente diluidos y emulsiones) evitando las afectaciones a la vegetación, flora, suelos y cursos de agua ocasionadas por posibles derrames.
<b>Aspectos ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Transporte de productos asfálticos</li> <li>- Acopio y manipulación de productos asfálticos</li> <li>- Generación de residuos sólidos</li> </ul>
<b>Factores ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aguas superficiales: calidad, sustancias químicas</li> <li>- Suelos: sustancias químicas</li> <li>- Flora: vegetación, flora acuática</li> <li>- Fauna: fauna acuática, fauna terrestre</li> </ul>
<b>Normativa aplicable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Decreto 560/003 - Reglamento nacional sobre transporte de mercancías peligrosas por carretera</li> <li>- Decreto 253/979 - Prevención de la contaminación de las aguas</li> <li>- Ley 19.829 - Ley de Gestión Integral de Residuos</li> <li>- Decreto 182/013 – Reglamento de gestión de residuos sólidos industriales y asimilados</li> <li>- Documentos licitatorios, incluyendo Manual Ambiental de la Administración correspondiente</li> </ul>
<b>Instalaciones, equipos y suministros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Camiones para el transporte</li> <li>- Camiones regadores</li> <li>- Instalaciones para el acopio</li> </ul>
<b>Procedimientos</b>	<p>Los diluidos asfálticos son mezclas de cementos asfálticos con solventes, permitiendo su aplicación en frío sobre superficies para el bituminizado. Estos solventes son derivados del petróleo (kerosene, gas-oil y nafta), el cual intercederá en la velocidad del curado del mismo (velocidad de evaporación del solvente y fijación del asfalto en el material). En el caso de las emulsiones, el solvente principal es el agua y se adicionan otras sustancias para mejorar su desempeño (por ejemplo, polímeros).</p> <p>Sin entrar en las ventajas y desventajas de cada uno en su desempeño en etapa de servicio, las emulsiones presentan <i>a priori</i> dos ventajas de carácter ambiental sobre los diluidos:</p>



<b>Ficha:</b> <b>F02</b>	<b>Manejo de diluidos y emulsiones asfálticas</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>- No contienen solventes químicos contaminantes</li><li>- No son inflamables como los diluidos, por lo que presentan menor riesgo de incendios</li></ul> <p>A continuación se detallan las características que deberá cumplir la gestión en todo el ciclo de uso de estas sustancias:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- El transporte a la obra será realizado mediante camiones, con las debidas autorizaciones tanto para las unidades como para los choferes. En esas condiciones, podrá ser realizado tanto por el proveedor como por el Constructor y, en caso de los diluidos, no podrán ser transportados en camiones con acoplado por ser sustancias inflamables.</li><li>- El acopio deberá ser realizado en tanques cisterna, cuya carga deberá ser realizada directamente desde el camión y cuyas mangueras deberán colocarse sobre bandejas de contención estancas, o sobre superficies impermeables con la debida contención para evitar que derrames desborden.</li></ul> <p>Estos tanques cisterna deberán estar sobre superficies impermeables, elevados (el MAV recomienda una altura mínima de 0,60 m) y rodeados de un dique perimetral con el fin de contener eventuales derrames. El hecho de que el tanque se encuentre elevado permitirá que las pérdidas sean visualmente constatables y que, en caso de roturas, no se tenga contacto con el agua de lluvia que pueda estar contenida en el recinto. La capacidad de contención del dique deberá ser igual a la capacidad del tanque más una cierta revancha (el MAV establece como mínimo 10 %), lo cual presupone que la probabilidad de lluvia más un derrame con el tanque lleno es muy baja y que el dique será capaz de contener una lluvia ordinaria más el contenido de parte del tanque. Al ocurrir eventos de lluvia, se deberá proceder a desagotar inmediatamente el recinto. En caso de derrames de material asfáltico, si el clima no es lluvioso se puede proceder a dejar evaporar el solvente o el agua del material dejando el asfalto inerte adherido a la superficie mientras que, si el clima es lluvioso o hay pronóstico de lluvia en las horas siguientes, se deberá cubrir el recinto para evitar la mezcla.</p>

<p>Ficha: <b>F02</b></p>	<p><b>Manejo de diluidos y emulsiones asfálticas</b></p>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La carga desde los tanques cisterna a los camiones regadores deberá realizarse con los mismos cuidados que para la operación de llenado de éste para evitar los derrames, y preferiblemente de forma directa.</li> </ul> <p>En caso de constatarse derrames, se deberá proceder de acuerdo a lo establecido en la Ficha H06. Una vez finalizada la fase operativa de la obra, el fondo de los recintos podrá ser gestionado como escombros simples (de acuerdo a la Ficha D09) ya que el asfalto que quedó adherido será inerte debido a que los solventes ya se habrán evaporado.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="712 643 1317 1098">  </div> <div data-bbox="1391 643 1995 1098">  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="712 1098 1317 1157"> <p>Figura 1- Tanques de emulsión asfáltica con dique de contención de derrames (1).</p> </div> <div data-bbox="1391 1098 1995 1157"> <p>Figura 2- Tanques de emulsión asfáltica con dique de contención de derrames (2).</p> </div> </div>	
<p><b>Parámetros de control</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dosis de aplicación de los productos asfálticos (L/m<sup>2</sup>) (por tipo de producto y riego)</li> <li>- m<sup>2</sup> de superficie a pavimentar</li> <li>- L acopiables según las instalaciones disponibles en la obra</li> <li>- Cronograma de obra</li> </ul>	
<p><b>Indicadores de desempeño</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L producto asfáltico/mes (por tipo de producto)</li> <li>- Número de cargas de los tanques/mes</li> </ul>	

Ficha: <b>F02</b>	<b>Manejo de diluidos y emulsiones asfálticas</b>
<b>Prácticas recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Camiones regadores a cargar/jornada</li> <li>- Identificar todos los tanques con su contenido, evitando así problemas en la operación.</li> <li>- Los camiones regadores cuentan como volumen de depósito de productos asfálticos, por lo que deberán colocarse sobre superficies de iguales características a las involucradas en el caso de los tanques cisterna.</li> <li>- Verificar periódicamente la estanqueidad de los diques de contención y de los tanques, sobre todo cuando hay movimientos de maquinaria y camiones en la zona en que se encuentran.</li> <li>- Capacitar a todo el personal involucrado en el manejo de estos productos reducirá significativamente el riesgo de derrames o vertidos accidentales por negligencia.</li> </ul>
<b>Prácticas no recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Si bien es cierto que algunas sustancias (como las utilizadas para los riegos de adherencia en tratamientos bituminosos) poseen una cierta viscosidad que puede impedir que penetren en ciertos materiales granulares compactados, no resulta una buena práctica sustituir el fondo impermeable de los recintos de los tanques por tosca compactada ya que igualmente no resultará 100 % impermeable debiendo gestionar el material contaminado como residuos.</li> <li>- Colocar los tanques de combustibles semienterrados, lo que no permitirá detectar las posibles pérdidas y generando infiltraciones del contenido hacia el suelo. Esto es una mala práctica habitual, ya que enterrar parcialmente los tanques hará que el suelo colabore con la estabilidad estructural del tanque y permitirá que tanques en muy malas condiciones de conservación, aunque tengan pérdidas, no colapsen.</li> <li>- Realizar los lavados de las bandejas sobre cursos de agua, o sin el debido tratamiento sobre todo cuando aún no se evaporó el solvente. En ese caso se deberá lavar previo al interceptor de grasas y aceites dispuesto para el lavado de maquinaria.</li> </ul>

Ficha:

**F02**

**Manejo de diluidos y emulsiones asfálticas**



**Figura 3 – Tanques con contención lateral del terreno sin asegurar la estanqueidad (1).**



**Figura 4 – Tanques con contención lateral del terreno sin asegurar la estanqueidad (2).**





**Figura 5 – Tanques colocados directamente sobre terreno natural con vegetación existente.**



**Figura 6 – Tanque semienterrado con canaleta lateral que no puede asegurar la estanqueidad e infiltración del contenido.**




Ficha: <b>F02</b>	<b>Manejo de diluidos y emulsiones asfálticas</b>	
	 <p>Figura 7 – Tanque semienterrado que no puede asegurar la estanqueidad e infiltración del contenido.</p>	 <p>Figura 8 – Tanque con pérdida de contenido.</p>  <p>Figura 9 – Camión regador con pérdida de emulsión asfáltica.</p>  <p>Figura 10 – Derrame de emulsión asfáltica sobre vegetación en faja de dominio público.</p>



<b>Ficha:</b>  <b>F03</b>	<b>Manejo de sustancias tóxicas o peligrosas</b>
<b>Objetivos</b>	Realizar la correcta manipulación de sustancias tóxicas o peligrosas, a excepción de las ya consideradas en la Fichas F01 y F02 (aceites lubricantes, combustibles, diluidos y emulsiones asfálticas).
<b>Aspectos ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Transporte de sustancias peligrosas</li> <li>- Acopio y manipulación de sustancias peligrosas</li> <li>- Generación de residuos sólidos</li> </ul>
<b>Factores ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aguas superficiales: calidad, sustancias químicas</li> <li>- Suelos: sustancias químicas</li> <li>- Calidad de aire: sustancias químicas</li> <li>- Flora: vegetación, flora acuática</li> <li>- Fauna: fauna acuática, fauna terrestre</li> </ul>
<b>Normativa aplicable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Decreto 560/003 - Reglamento nacional sobre transporte de mercancías peligrosas por carretera</li> <li>- Decreto 253/979 - Prevención de la contaminación de las aguas</li> <li>- Ley 19.829 - Ley de Gestión Integral de Residuos</li> <li>- Decreto 182/013 – Reglamento de gestión de residuos sólidos industriales y asimilados</li> <li>- Documentos licitatorios, incluyendo Manual Ambiental de la Administración correspondiente</li> </ul>
<b>Instalaciones, equipos y suministros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pañol</li> <li>- Instalaciones para la contención de derrames</li> </ul>
<b>Procedimientos</b>	<p>En las obras de puentes, y en las obras viales en general, se contará en obra con un conjunto de sustancias que, por sus características físicas, químicas y/o toxicológicas, requerirá de la aplicación de medidas para un manejo adecuado para asegurar la seguridad del personal y evitar los impactos ambientales (afectaciones a flora, fauna, cursos de agua, etc.).</p> <p>En primer lugar, todas las adquisiciones de productos químicos deberán estar debidamente registradas para asegurar su trazabilidad (incluyendo éstos junto a los remitos de compra en los informes periódicos de desempeño ambiental de la obra). Además, se deberá verificar que el</p>



<b>Ficha:</b> <b>F03</b>	<b>Manejo de sustancias tóxicas o peligrosas</b>
	<p>transportista cuenta con todas las autorizaciones correspondientes para la manipulación de estas sustancias.</p> <p>Si bien los productos contenidos en esta categoría pueden ser muy variados, se incluye a continuación una lista ilustrativa con los más frecuentes:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Pinturas</li><li>• Solventes</li><li>• Aditivos para hormigón</li><li>• Materiales para el tratamiento de superficies de hormigón</li><li>• Puentes de adherencia para hormigones y materiales de relleno para reparaciones</li><li>• Cemento Portland</li><li>• Lubricantes para maquinaria</li><li>• Grasas para la lubricación de hierros de transferencia de carga (en el caso de pavimentos de hormigón)</li><li>• Aerosoles</li><li>• Gases para soldadura y oxi-corte</li></ul> <p>Todos los productos incluidos en este apartado (con excepción del cemento portland, si es que no se retiró la cubierta plástica de embalaje de las bolsas que impedirá la entrada de humedad) deberán ser almacenados en lugares techados, con paredes y buena iluminación artificial (preferentemente un pañol específicamente adoptado para este fin), e identificados con una etiqueta indicando su contenido. En dicho pañol se deberá contar con todas las fichas de seguridad de los productos que contenga, siendo responsabilidad del pañolero verificar periódicamente el estado de las etiquetas identificatorias.</p> <p>Los productos inflamables deberán almacenarse a resguardo del sol, en lugares frescos dentro del pañol y alejados de cualquier tipo de toma eléctrica (asegurando además contar con las instalaciones para el combate de incendios correspondientes).</p>

<b>Ficha:</b> <b>F03</b>	<b>Manejo de sustancias tóxicas o peligrosas</b>
	<p>Los productos líquidos deberán acopiarse con dique de contención de derrames lateral, con una capacidad mínima igual al volumen acopiado más una cierta revancha (mínimo recomendado un 10 %).</p> <p>En el pañol será obligatoria la presencia de kits anti-derrame (de elaboración propia o comerciales) así como de bandejas estancas para la manipulación de las sustancias. En caso de constatarse derrames en sitios no impermeabilizados, se deberá proceder de acuerdo a la Ficha H06.</p> <p>Todos los envases, embalajes y recipientes usados de sustancias incluidas en este apartado deberán ser gestionados como residuos especiales de acuerdo a las recomendaciones de la Ficha D11.</p> <div data-bbox="698 722 1330 1166"></div> <p data-bbox="698 1174 1330 1252"><b>Figura 1 – Sitio de acopio de sustancias peligrosas y combustibles en taller techado con dique de contención de derrames.</b></p> <div data-bbox="1391 715 2000 1174"></div> <p data-bbox="1391 1174 2000 1252"><b>Figura 2 – Depósito de sustancias techado y con dique de contención de derrames.</b></p>

<p>Ficha: <b>F03</b></p>	<p><b>Manejo de sustancias tóxicas o peligrosas</b></p>	
	 <p>Figura 3 – Interior de depósito de sustancias techado y con dique de contención de derrames.</p>	
<p><b>Parámetros de control</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estimaciones previas de insumos necesarios</li> <li>- Inventarios de stock en pañol</li> </ul>	
<p><b>Indicadores de desempeño</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Consumos de productos/mes</li> <li>- Compra y reposición de productos consumidos</li> </ul>	
<p><b>Prácticas recomendadas</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La capacitación del personal que manipulará estos productos, así como la del pañolero, reducirá significativamente el riesgo de generar afectaciones por manipulación deficiente de éstos.</li> <li>- La higiene y el orden contribuirá al correcto manejo de las sustancias, evitando la posibilidad de que se contaminen, interactúen entre sí o se estropeen.</li> <li>- Almacenar en la misma sección del pañol los elementos de características similares, lo que asegurará que el acondicionamiento de la misma será suficiente, facilitando además la verificación de las condiciones adecuadas de almacenamiento y la posterior operación.</li> </ul>	
<p><b>Prácticas no recomendadas</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Colocar pañoles en lugares con condiciones deficientes, como galpones con humedades o goteras. Esto podrá generar que la humedad estropee la integridad de los productos almacenados o interactuar con las sustancias.</li> </ul>	

Ficha: <b>F03</b>	<b>Manejo de sustancias tóxicas o peligrosas</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>- No se recomienda el trasvase de contenidos de los envases. En caso de ser estrictamente necesario, éstos deberán estar limpios de cualquier tipo de sustancias y se asegurará la no interacción entre la sustancia contenida anteriormente y el nuevo contenido. Se podrán considerar técnicas de limpieza como el triple lavado para asegurar que no hayan quedado restos del contenido anterior del envase.</li><li>- Utilizar envases conteniendo sustancias tóxicas o hidrocarburos sin etiquetar, especialmente aquellos cuyo contenido original sea apto para consumo humano (por ejemplo, bebidas).</li></ul> <div data-bbox="712 644 1319 1102"></div> <p data-bbox="703 1102 1330 1182"><b>Figura 4 – Sustancias peligrosas colocadas a la intemperie con un dique de contención que no está en condiciones de asegurar su estanqueidad.</b></p> <div data-bbox="1391 644 1998 1102"></div> <p data-bbox="1368 1102 2024 1182"><b>Figura 5 – Acopio de sustancias peligrosas (combustibles, pinturas, etc.) sobre vegetación existente junto con residuos especiales.</b></p>

<b>Ficha:</b> <b>F03</b>	<b>Manejo de sustancias tóxicas o peligrosas</b>
	 <p data-bbox="891 922 1825 946"><b>Figura 6 – Envase de refresco utilizado para contener hidrocarburos sin etiquetar.</b></p>



<b>Ficha:</b>  <b>G01</b>	<b>Planificación de las tareas de recuperación ambiental</b>
<b>Objetivos</b>	Realizar, previo al comienzo de obra, la planificación acerca de las actividades destinadas a la recuperación ambiental de todos los elementos del medio receptor afectados por la obra.
<b>Aspectos ambientales</b>	No aplica.
<b>Factores ambientales</b>	No aplica.
<b>Normativa aplicable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Documentos licitatorios, incluyendo Manual Ambiental de la Administración correspondiente, PGA y PRA exigidos al Constructor</li> <li>- Exigencias en AAP según Decreto 349/005 – Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental y autorizaciones ambientales</li> </ul>
<b>Instalaciones, equipos y suministros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tareas de campo (relevamientos, estudios, etc.)</li> <li>- Alternativas de predios para implantación de instalaciones</li> <li>- Costos de insumos y consumos</li> </ul>
<b>Procedimientos</b>	<p>Tal como se mencionó en el acápite 3.5.8, la recuperación ambiental referirá a todas las actividades destinadas a devolver al medio receptor a un estado lo más similar posible al de la situación preoperacional. En ese sentido, estas tareas se realizarán con el fin de evitar la generación de pasivos ambientales.</p> <p>Si bien gran parte las tareas de recuperación ambiental son realizadas una vez que han finalizado las tareas de construcción propiamente dichas, la planificación de las mismas debe realizarse en una instancia previa, deseablemente antes del inicio de las actividades de obra.</p> <p>Dado que las tareas de recuperación ambiental requerirán insumos, personal y maquinaria, la planificación constituye una herramienta importante para aumentar la eficiencia en el uso de los recursos, y además para asegurarse que no quedan elementos desatendidos que, por el apuro de concluir con todas las tareas de obra, el Constructor pueda pasar por alto.</p> <p>En el MAV se exige la elaboración de un Plan de Recuperación Ambiental al efectuarse el 50% del plazo de ejecución de las obras, y en las condiciones de expedición de las autorizaciones ambientales es usual que se solicite la presentación de las medidas a adoptar en la fase de clausura de la obra. Actualmente, el MAV prevé además deducciones en el pago de las tareas</p>



<b>Ficha:</b>  <b>G01</b>	<b>Planificación de las tareas de recuperación ambiental</b>	
	<p>indicadas en el PRA que no hayan sido efectivamente realizadas, con el fin de evitar que el Constructor cobre a la Administración por tareas no efectuadas.</p> <p>Además, estas tareas, como todas las que componen a una obra, deben ser efectivamente cotizadas por el Constructor previo al comienzo de las obras, por lo que la planificación adecuada generará que se cuente con un presupuesto acorde para estas actividades, para asegurar la correcta recuperación ambiental. Para ello se deberá realizar un análisis económico estimativo de los insumos y consumos que serán necesarios (horas de maquinaria, personal, materiales, etc.).</p> <p>A modo de ejemplo, se presentan los elementos más importantes o que más frecuentemente deben ser recuperados:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Canteras</li> <li>• Predios de implantación de obradores, plantas de materiales, talleres, etc.</li> <li>• Terrenos bajos que fueron designados para disposición final de ROC</li> <li>• Faja pública y drenajes</li> <li>• Cursos de agua y planicies de inundación (incluyendo el retiro de las ataguías)</li> <li>• Zonas de acopios</li> </ul> <p>Se deberán valorar en esta instancia múltiples factores, como especies de vegetación protegidas, hábitats sensibles, zonas protegidas, etc. Esto impactará en el costo de las tareas de recuperación ambiental, por lo que la instancia de planificación y correcto análisis de qué tareas serán necesarias podría incluso hacer que el Constructor adopte otras alternativas para determinados elementos (por ejemplo, terrenos para implantar obradores, canteras, etc.).</p>	
<b>Parámetros de control</b>	No aplica.	
<b>Indicadores de desempeño</b>	No aplica.	

<b>Ficha:</b> <b>G01</b>	<b>Planificación de las tareas de recuperación ambiental</b>
<b>Prácticas recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Una vez se llega a la instancia de recuperación ambiental, se deberá revisar la planificación realizada previamente a efectos de poder prever tareas no consideradas o que no van a ser necesarias.</li><li>- Realizar la planificación estimando los insumos y consumos necesarios, como horas de maquinaria y personal, permitirá proyectar la simultaneidad de tareas y permitirá adelantar algunas tareas (resultando en reducciones de los tiempos de finalización de las obras).</li></ul>
<b>Prácticas no recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Cotizar las tareas de recuperación ambiental con presupuestos ridículamente bajos, con el fin de ganar una licitación, lo cual resultará en que no haya recursos asignados a estas actividades que permitan su correcta ejecución.</li><li>- Prever dejar explanadas, estacionamientos y demás instalaciones previo al inicio de obras sin consultar al propietario del predio. Esta práctica deja a éste último en una posición de debilidad cuando recibe el terreno que alquila con modificaciones que no solicitó y cuya reversión resulta onerosa.</li><li>- Presentar planes genéricos, ya que las tareas de recuperación ambiental no son genéricas y dependerán de las características de cada obra y contexto. Para la correcta planificación será necesario estudiar cada caso específicamente.</li></ul>

<b>Ficha:</b>  <b>G02</b>	<b>Recuperación ambiental en frentes de obra y faja pública</b>
<b>Objetivos</b>	Efectuar la recuperación funcional y paisajística de los elementos de los frentes de obra y faja pública afectados por la obra.
<b>Aspectos ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Generación de residuos sólidos</li> <li>- Emisiones a la atmósfera</li> <li>- Tránsito inducido</li> <li>- Operación de maquinaria</li> <li>- Acondicionamiento de vegetación</li> </ul>
<b>Factores ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aguas superficiales: calidad, cantidad, sólidos totales</li> <li>- Suelos: sustancias tóxicas, labrabilidad, materia orgánica</li> <li>- Calidad de aire: PM</li> <li>- Flora: vegetación</li> </ul>
<b>Normativa aplicable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Documentos licitatorios, incluyendo Manual Ambiental de la Administración correspondiente, PGA y PRA exigidos al Constructor</li> <li>- Exigencias en AAP según Decreto 349/005 – Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental y autorizaciones ambientales</li> </ul>
<b>Instalaciones, equipos y suministros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maquinaria de tipo vial (retroexcavadora, grúas, pala cargadora, etc.)</li> <li>- Insumos para resembrado de superficies (semillas, tepes, etc.)</li> <li>- Suministro de gestión de residuos especiales</li> </ul>
<b>Procedimientos</b>	Una vez ratificado el PRA de la obra, se procederá con las actividades de recuperación de todos los elementos de faja pública afectados por las actividades de construcción. A continuación se realiza un listado de los elementos de más frecuente aparición a ser recuperados: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Drenajes, cunetas y alcantarillas</li> <li>• Taludes</li> <li>• Cursos de agua</li> <li>• Accesos particulares e intersecciones con caminería</li> <li>• Zonas de acopios</li> <li>• Servicios públicos</li> </ul>

<b>Ficha:</b> <b>G02</b>	<b>Recuperación ambiental en frentes de obra y faja pública</b>
	<p>Se debe tener en cuenta que no todas las tareas concernientes a la recuperación ambiental se realizarán al finalizar la construcción. En particular, es de suma importancia el acopio de todo el material orgánico resultante del destape el cual permitirá el acondicionamiento de todas las superficies en las cuales se preverá el crecimiento de nueva vegetación. Las condiciones de acopio de este material deberán ajustarse a lo indicado en la Ficha B08.</p> <p><b><u>Drenajes</u></b></p> <p>Los drenajes constituyen un componente esencial en la conservación de la faja pública, por lo que su recuperación y/o mejoramiento será importante para que todos los elementos de la faja puedan ser efectivamente rehabilitados. Esta etapa podrá servir, por ejemplo para realizar correcciones de pendientes.</p> <p>Las tareas de recuperación ambiental que se deberán realizar para la recuperación de los drenajes son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Reperfilado de cunetas y corrección de pendientes: permitirá contar con cunetas de secciones con capacidad de conducción suficientes y velocidades acordes, de manera de evitar erosiones y acumulación de agua. Se recomiendan las siguientes condiciones mínimas:<ul style="list-style-type: none"><li>○ Sección triangular o trapezoidal con taludes de inclinación 1,5H:1V o más tendido</li><li>○ Profundidad mínima de 1,0 m, o verificar su capacidad con una revancha del 25 %</li><li>○ Pendiente mínima de 0,5 % para evitar acumulaciones de agua</li><li>○ Pendiente máxima estará dada por las características geométricas de la cuneta, y la erodabilidad del material de fondo (como regla general, se podrá considerar 1,2 m/s como velocidad máxima permisible para evitar erosión en canales con pasto)</li></ul></li></ul>

<b>Ficha:</b> <b>G02</b>	<b>Recuperación ambiental en frentes de obra y faja pública</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Resembrado de cunetas o cobertura con suelo pasto: se deberá asegurar el crecimiento de pasto en las cunetas, de manera que dicha cobertura podrá proteger al canal de las erosiones y contribuir a la recuperación paisajística de la faja. Esto se podrá realizar tendiendo el material de destape acopiado previamente o, en casos de suelos áridos o cuando no se haya generado el material de destape suficiente, se podrá proceder a sembrar las superficies (si es que puede conseguirse tierra orgánica y semillas para tal fin, evitando el uso de productos fertilizantes) o el recubrimiento con tepes (opción que resulta más efectiva pero es significativamente más onerosa)</li><li>• Limpieza y desobstrucción de cunetas y alcantarillas</li><li>• Verificación estructural de las estructuras existentes en la zona de obras, reponiendo o reparando en caso de resultar afectadas por la obra (incluyendo posibles protecciones frente a la socavación, como enrocados tipo rip-rap existentes)</li></ul> <p><b><u>Taludes</u></b></p> <p>Las tareas de recuperación ambiental de taludes de la ruta son similares a las de la superficie de las cunetas. Éstas comprenden fundamentalmente las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Reparación de taludes, de constatarse deslizamientos o erosiones</li><li>• Conformación de taludes para generar las pendientes adecuadas. De necesitar material de relleno para esta tarea, se podrán utilizar ROC. En caso de utilizar escombros, se no se deberán conformar taludes de altas inclinaciones (utilizar al menos pendientes tipo 3H:1V, salvo que se compruebe que no se generarán problemas con pendientes más altas)</li><li>• Resembrado o colocación de cobertura de suelo pasto, con características similares a las de las cunetas.</li></ul>

<b>Ficha:</b> <b>G02</b>	<b>Recuperación ambiental en frentes de obra y faja pública</b>
	<p><b><u>Zonas de acopios</u></b></p> <p>La recuperación ambiental de las zonas de acopio en la faja se realizará con el objetivo de revertir los cambios realizados contribuyendo a la recuperación paisajística del lugar. En particular, se buscará retornar a las condiciones preoperacionales sin dejar indicios de utilización de estos lugares con este fin.</p> <p>En cuanto a las tareas, las mismas corresponderán a las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Retiro total de los acopios</li><li>• Escarificado y descompactación del terreno</li><li>• Generación de las pendientes naturales, o que permitan el correcto desagüe</li><li>• Recuperación de la cobertura vegetal, ya sea tendiendo suelo de destape o cubriendo con suelo pasto</li></ul> <p>En caso de haberse generado algún derrame en las zonas de acopio que no haya sido constatado previamente, ya sea por la maquinaria circundante o los camiones, se deberá proceder además al retiro del material contaminado, su gestión como residuos especiales de acuerdo a la Ficha D11 y su posterior reposición, con el fin de no generar puntos bajos innecesarios en la faja.</p> <p><b><u>Accesos e intersecciones</u></b></p> <p>Todos los accesos e intersecciones afectadas por el desarrollo de las obras (cambios de rasante, drenajes afectados, cobertura vegetal retirada, pavimentos deteriorados, etc.) deberán ser rehabilitados permitiendo su utilización en condiciones iguales o mejores a las originales.</p>



<b>Ficha:</b> <b>G02</b>	<b>Recuperación ambiental en frentes de obra y faja pública</b>
	<p><b><u>Cursos de agua</u></b></p> <p>El curso de agua deberá recuperarse totalmente, llevándolo al estado más próximo posible al original, ya que constituye un elemento de alta sensibilidad ambiental (es un ecosistema en sí mismo). Por ello, se recomienda realizar un análisis del estado original del mismo mediante relevamiento topográfico y fotográfico a efectos de utilizar este material como guía en la planificación de las tareas y determinación del éxito de las mismas.</p> <p>Las tareas de recuperación ambiental de los cursos de agua incluirán las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Retiro de ataguías</li><li>• Retiro de acopios y demás instalaciones provisionales en planicies de inundación (aún cuando estos elementos no están permitidos en esa ubicación)</li><li>• Recuperación de la cobertura vegetal de las planicies de inundación mediante el tendido del suelo de destape para promover el crecimiento de la misma, ya que las condiciones de humedad en estas zonas son generalmente buenas. En caso de suelos rocosos, esta tarea no deberá realizarse ya que se mantiene el tipo de cobertura original.</li><li>• Conformación de la sección original del cauce</li><li>• Acondicionamiento de la llegada de las cunetas para evitar erosiones</li></ul> <p>Se destaca que el retiro de las ataguías debe ser total, de manera de recuperar las condiciones hidráulicas del flujo. No deberán admitirse cambios en la geometría de la sección del cauce, pendientes, velocidades o cambios de dirección.</p> <p><b><u>Servicios públicos</u></b></p> <p>Todos los servicios públicos afectados deberán quedar en las mismas condiciones que en la situación preoperacional. No obstante, existen servicios que pueden resultar afectados y que</p>

<b>Ficha:</b> <b>G02</b>	<b>Recuperación ambiental en frentes de obra y faja pública</b>
	<p>deben ser inmediatamente reparados, es decir, en el mismo momento en el que se afectaron, por lo que no serán parte de la recuperación ambiental. Estos son:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Abastecimiento de agua potable</li><li>• Saneamiento</li><li>• Abastecimiento de electricidad</li><li>• Telefonía y fibra óptica</li></ul> <p>En cambio, existen otros servicios que podrán resultar afectados en un plazo más extendido, por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Alumbrado público</li><li>• Paradas de ómnibus</li><li>• Drenajes pluviales</li></ul> <p>Estos servicios deberán atenderse durante el período en que resultarán afectados (por ejemplo, con paradas de ómnibus provisorias), dejándolos en las mismas o mejores condiciones de servicio en comparación a la situación original.</p>

<b>Ficha:</b> <b>G02</b>	<b>Recuperación ambiental en frentes de obra y faja pública</b>	
	 <p data-bbox="757 769 1272 798"><b>Figura 1 – Recuperación ambiental de cauce.</b></p>  <p data-bbox="792 1251 1240 1279"><b>Figura 3 – Recuperación de cuneta (1).</b></p>	 <p data-bbox="1420 769 1980 798"><b>Figura 2 – Rectificación y reparación de cañada.</b></p>  <p data-bbox="1478 1251 1912 1279"><b>Figura 4 – Recuperación de cuneta (2).</b></p>

<p>Ficha: <b>G02</b></p>	<p><b>Recuperación ambiental en frentes de obra y faja pública</b></p>	
		
<p><b>Parámetros de control</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Total de tareas previstas en los planes</li> </ul>	
<p><b>Indicadores de desempeño</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- % tareas previstas realizadas (puede ser expresado en horas, tareas, costos asociados, etc.)</li> </ul>	
<p><b>Prácticas recomendadas</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perfilar cunetas afectadas y regularizar pendientes, aunque originalmente se encontraran en malas condiciones, contribuirá a una mejora funcional de los drenajes de la faja en comparación con la situación preoperacional.</li> <li>- Se podrán utilizar materiales de relleno (preferentemente ROC) para generar pendientes, acondicionar taludes y perfilar cunetas, lo cual contribuye a un aprovechamiento del material y reduce costos, en comparación con traer materiales de préstamos. Posteriormente, se deberá tender material orgánico por encima para favorecer el crecimiento de vegetación, o bien utilizar tepes.</li> <li>- Realizar relevamientos topográficos previo al comienzo de la obra, en las secciones del curso de agua en la que se construirán ataguías, permitirá recuperar las características geométricas del cauce con mayor facilidad y precisión.</li> </ul>	

<b>Ficha:</b> <b>G02</b>	<b>Recuperación ambiental en frentes de obra y faja pública</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>- En casos con espacios de faja reducidos puede resultar que cunetas triangulares tengan una relación capacidad - espacio consumido menor, por lo que las secciones trapezoidales podrán resultar más eficientes en algunos casos (éstas podrán ser además fácilmente conformables con ayuda del brazo de la retroexcavadora). Se deberá verificar la estabilidad de los taludes; considerando que si se encuentran bien empastadas, no debería haber problema con pendientes 1H:1V salvo en terrenos arenosos.</li><li>- Regar las superficies al realizar movimientos de suelos en climas secos y ventosos reducirá las potenciales emisiones de PM.</li></ul>
<b>Prácticas no recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- No verificar las condiciones de todos los drenajes del tramo de ruta afectado por la obra, incluyendo alcantarillas de accesos particulares que se encuentren en la faja.</li><li>- No promover el crecimiento de pasto en las cunetas y taludes, dejando materiales áridos al descubierto. Esto constituye una desmejora paisajística de la faja y podrá generar erosiones por el escurrimiento de aguas pluviales.</li><li>- El retiro parcial de ataguías generará cambios en el flujo de los cursos de agua pudiendo generar consecuencias como el aumento de tirante, cambios de dirección y velocidad que favorecerá la aparición de erosión, arrastres de material que disminuirán la calidad de agua, etc.</li><li>- Dejar zonas compactadas que no sean específicamente las relacionadas a la circulación vial (es decir, plataformas de los caminos, taludes, accesos particulares e intersecciones).</li></ul>



Ficha: <b>G02</b>	Recuperación ambiental en frentes de obra y faja pública	
	 <p data-bbox="712 767 1317 821"><b>Figura 7 – Zonas de acopio en faja de dominio público no recuperada y que ha avanzado sobre palmeras.</b></p>  <p data-bbox="712 1278 1317 1332"><b>Figura 9 – Zonas de acopio sin recuperación que se han devenido en basurales en faja de dominio público (2).</b></p>	 <p data-bbox="1384 767 2004 821"><b>Figura 8 – Zonas de acopio sin recuperación que se han devenido en basurales en faja de dominio público (1).</b></p>  <p data-bbox="1384 1278 2004 1332"><b>Figura 10 – Acopios en faja de dominio público que se han colocado sobre la cuneta y no se han retirado.</b></p>



<b>Ficha:</b>  <b>G03</b>	<b>Recuperación ambiental en instalaciones</b>
<b>Objetivos</b>	Realizar la recuperación ambiental de todos los predios sobre los cuales se han implantado las distintas instalaciones accesorias a la obra (obradores, plantas de materiales, unidades de tratamiento de efluentes, zonas de acopios, pozos negros, caminería).
<b>Aspectos ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Generación de residuos sólidos</li> <li>- Generación de efluentes</li> <li>- Emisiones a la atmósfera</li> <li>- Tránsito inducido</li> <li>- Operación de maquinaria</li> <li>- Acondicionamiento de vegetación</li> </ul>
<b>Factores ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Suelos: sustancias tóxicas, labrabilidad, materia orgánica</li> <li>- Calidad de aire: PM</li> <li>- Flora: vegetación</li> </ul>
<b>Normativa aplicable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Documentos licitatorios, incluyendo Manual Ambiental de la Administración correspondiente, PGA y PRA exigidos al Constructor</li> <li>- Decreto 253/979 - Prevención de la contaminación de las aguas</li> <li>- Exigencias en AAP según Decreto 349/005 – Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental y autorizaciones ambientales</li> </ul>
<b>Instalaciones, equipos y suministros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maquinaria de tipo vial (retroexcavadora, grúas, pala cargadora, etc.)</li> <li>- Insumos para resembrado de superficies (semillas, tepes, etc.)</li> <li>- Suministro de gestión de residuos especiales</li> </ul>
<b>Procedimientos</b>	La recuperación de los terrenos sobre los cuales se han implantado las diferentes instalaciones tendrá como objetivo la devolución de éstos a sus propietarios (ya que usualmente son arrendados) y la minimización de los pasivos ambientales generados (junto con las afectaciones generadas hacia otros terrenos). Este tipo de tareas se deberá realizar para todas las instalaciones provisorias de obra, salvo en los casos que estén debidamente justificados y autorizados por el contralor de la obra así como por el propietario del terreno. La justificación deberá contemplar que no se generen afectaciones

<b>Ficha:</b> <b>G03</b>	<b>Recuperación ambiental en instalaciones</b>
	<p>a terceros o al ambiente por mantener determinadas estructuras, y que a éstas se les dará una utilidad a futuro. A modo de ejemplo, se enlista a continuación algunas de las instalaciones de frecuente aparición para las cuales se deberá recuperar el terreno sobre el que fueron implantadas:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Obradores, oficinas y campamentos</li><li>• Baños fijos</li><li>• Talleres</li><li>• Plantas de producción de materiales</li><li>• Caminería auxiliar</li><li>• Zonas de acopio</li><li>• Unidades de tratamiento de efluentes de hormigón</li><li>• Interceptores de aceites y grasas</li><li>• Plataformas y estacionamientos</li><li>• Diques de contención de derrames de tanques de combustibles y productos asfálticos</li><li>• Canteras (cuya recuperación se abordará en la Ficha G04)</li></ul> <p>Todas estas tareas deberán estar efectivamente contempladas en los Planes de Recuperación Ambiental, indicando detalladamente los procedimientos a efectuar. A continuación se abordarán algunas de las instalaciones, detallando las tareas a realizar para cada caso.</p> <p><b><u>Obradores, oficinas, campamentos, talleres y plantas de materiales</u></b></p> <p>Una vez retiradas las estructuras y desmanteladas las instalaciones, se deberá proceder al reacondicionamiento del terreno para llevarlo a su situación preoperacional. Esto implica realizar las siguientes tareas:</p>





<b>Ficha:</b> <b>G03</b>	<b>Recuperación ambiental en instalaciones</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Retiro del material contaminado por derrames no constatados, y su posterior gestión como residuos especiales según Ficha D11</li><li>• Retiro de desperdicios y piezas rotas de contenedores, apuntalamientos, chapas, etc. Estos residuos se deberán gestionar como ROC (Fichas D07, D08, D10 en caso de no estar contaminados, y Ficha D11 en caso contrario)</li><li>• Escarificado y descompactación del terreno</li><li>• Recuperación de la cobertura y pendiente original. En caso de que ésta haya sido vegetal, se podrá realizar tendiendo suelo de destape, resembrando o cubriendo con suelo pasto.</li></ul> <p>En caso de plantas de producción de hormigón, a continuación se indican los procedimientos para el retiro de las unidades de tratamiento de efluentes.</p> <p><b><u>Unidades de tratamiento de efluentes de hormigón</u></b></p> <p>Las unidades de tratamiento de efluentes de hormigón están compuestas generalmente por sendas piletas de hormigón en los que se generan los procesos de sedimentación de los sólidos, para luego realizar las correcciones de pH.</p> <p>Estas piletas de hormigón deberán ser retiradas, para luego recuperar el terreno en el que se implantaron. Las tareas comprenden fundamentalmente las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Retiro de los lodos sobrantes, asegurándose que, de constatarse contenido de agua, estos lodos no sean recientes y, por lo tanto, reactivos</li><li>• Demolición de la estructura (paredes y fondo), lo que usualmente puede realizarse con retroexcavadora ya que generalmente se trata de hormigón de pobre calidad</li><li>• Retiro del material contaminado circundante a las piletas</li><li>• Gestión de los materiales de los puntos anteriores como ROC (según Ficha D09)</li><li>• Escarificado y descompactación del terreno</li></ul>

<b>Ficha:</b> <b>G03</b>	<b>Recuperación ambiental en instalaciones</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Recuperación de la cobertura y pendiente original. En caso de que ésta haya sido vegetal, se podrá realizar tendiendo suelo de destape, resembrando o cubriendo con suelo pasto.</li></ul> <p>Vale destacar que permitir que estructuras como éstas permanezcan sin la debida justificación, resultará en que se estanque agua de lluvia pudiendo generar proliferación de vectores (por ejemplo, mosquitos como el <i>Aedes aegypti</i>) y procesos de eutrofización que, ante desbordes, podrían afectar a cursos de agua cercanos.</p> <p><b><u>Baños fijos</u></b></p> <p>Las estructuras de los baños fijos se retirarán y la recuperación ambiental se llevará a cabo de igual manera que para las oficinas y talleres, salvo para los pozos negros. Estos elementos requieren de procedimientos particulares para asegurar la no contaminación de los suelos, ya que su contenido es alto en materia orgánica y sólidos.</p> <p>La mejor práctica en este caso es retirar el pozo negro, el cual se encuentra generalmente enterrado debido a que el desagüe de los baños debe funcionar por gravedad. Previo a este retiro se deberá vaciar su contenido mediante barométrica, gestionando el efluente con las consideraciones de la Ficha E01. No obstante, el retiro del pozo negro no es estrictamente necesario y puede considerarse una alternativa, ya que no impide la reposición de la cubierta vegetal, siempre y cuando se realicen las siguientes tareas:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Retiro del contenido mediante barométrica, gestionando el efluente según lo indicado en la Ficha E01</li><li>• Perforación de la estructura del pozo</li><li>• Relleno y cobertura con material inerte, junto con la adición de cal como agente desinfectante o similar</li></ul>

<b>Ficha:</b> <b>G03</b>	<b>Recuperación ambiental en instalaciones</b>
	<p>Estas tareas permitirán que el pozo pueda quedar enterrado, pero asegurándose que no se generará un foco infeccioso ni la proliferación de vectores, impidiendo también su uso posterior. Esto último se realiza debido a que, por estar enterrado, es muy difícil asegurar su estanqueidad; de realizarse un uso futuro, correspondería a tener un “robador”, lo cual contraviene en la mayoría de los casos los estándares de vertido de efluentes y generaría riesgos de contaminación de los suelos y cuerpos de agua.</p> <p><b><u>Interceptores de grasas y aceites</u></b></p> <p>Para los interceptores de grasas y aceites se adoptará el mismo criterio que para los pozos negros, con la excepción de que el retiro del contenido se realizará mediante el suministro de gestión de residuos especiales con las condiciones de la Ficha D05, y no una barométrica convencional (probablemente sean lodos con altas cargas de grasas, aceites e hidrocarburos). El retiro de las canalizaciones auxiliares se realizará con procedimientos análogos a los previstos para los diques de contención de derrames, ya que estas deben estar construidas de materiales impermeables (preferentemente hormigón) de acuerdo a la Ficha E03.</p> <p><b><u>Caminería auxiliar</u></b></p> <p>La caminería auxiliar constituye una mejora en el predio y un activo para el propietario, por lo que no es usual que se retire. Se deberá asegurar que ésta no genera problemas de drenaje ni erosiones que puedan afectar a los terrenos linderos y al suelo.</p> <p>En caso de desmantelar los caminos, se deberá retirar el material de rodadura (generalmente tosca o balasto), para luego reacondicionar la cobertura vegetal sobre el material inferior, el cual corresponde al horizonte existente previo a la obra.</p>

<b>Ficha:</b> <b>G03</b>	<b>Recuperación ambiental en instalaciones</b>
	<p><b><u>Zonas de acopios</u></b></p> <p>La recuperación de las zonas de acopios en estos terrenos se realizará mediante procedimientos análogos a los de las zonas de acopios en faja pública abordados en la Ficha G02. A diferencia de éstos últimos, se deberá retirar la cartelería y delimitación, así como desmantelar los posibles diques de contención de lixiviados y derrames. El material que resulte contaminado deberá gestionarse como residuos especiales de acuerdo a lo indicado en la Ficha D11.</p> <p><b><u>Plataformas, estacionamientos y diques de contención de derrames</u></b></p> <p>Estas estructuras deberán demolerse, verificando que el material no se encuentre contaminado con productos químicos que puedan afectar al suelo y a los cursos de agua (por ejemplo, los productos asfálticos cuyo solvente ya se ha evaporado quedan adheridos al hormigón y no constituyen un riesgo). Los materiales que constituyan un riesgo de contaminación se gestionarán como residuos especiales según lo indicado en la Ficha D11, mientras que los restantes se gestionarán como ROC según la Ficha D09. Una vez retiradas las estructuras, se procederá a recuperar el terreno con procedimientos análogos a los indicados para los obradores, oficinas, campamentos, talleres y plantas de materiales.</p>



<b>Ficha:</b> <b>G03</b>	<b>Recuperación ambiental en instalaciones</b>	
		
		
<b>Parámetros de control</b>	- Total de tareas previstas en los planes	

<b>Ficha:</b>  <b>G03</b>	<b>Recuperación ambiental en instalaciones</b>	
<b>Indicadores de desempeño</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- % tareas previstas realizadas (puede ser expresado en horas, tareas, costos asociados, etc.)</li> </ul>	
<b>Prácticas recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener el suministro de gestión de residuos especiales hasta el final de esta etapa, ya que es usual que, luego de desmantelar determinadas instalaciones, aparezcan derrames de productos químicos que no hayan sido constatados en el momento inicial.</li> <li>- Regar las superficies al realizar movimientos de suelos en climas secos y ventosos reducirá las potenciales emisiones de PM.</li> <li>- Acordar con el propietario, en la fase de planificación, qué instalaciones se mantendrán luego de finalizada la obra, permitirá cotizar con precios más bajos los rubros asociados a la recuperación ambiental, le generará un activo al terreno y reducirá tiempos de ejecución de las tareas.</li> <li>- Realizar relevamientos fotográficos de los lugares en la situación preoperacional constituye una buena práctica que facilitará la planificación de la recuperación ambiental del lugar así como la verificación del éxito de estas tareas una vez finalizadas.</li> </ul>	
<b>Prácticas no recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener estructuras provisionales de las obras sin la justificación adecuada, ni uso futuro previsto aunque se cuente con autorización del propietario. Hay casos en los que se realiza esto para reducir costos en la recuperación ambiental, aprovechándose de la ignorancia o el desinterés del propietario por la gestión ambiental.</li> <li>- Cotizar el desmantelamiento de determinadas estructuras para luego solicitar las autorizaciones para mantenerlas, generará que el Constructor cobre por una tarea que no realizará. Este es un problema que puede darse en obras públicas, por lo que resulta importante en esta instancia el contralor de la obra por parte de la Administración.</li> <li>- No vaciar los contenidos de los pozos negros y los interceptores de grasas previo a su relleno. Aunque se llenen de material para su inhabilitación, su contenido contaminado podría infiltrar junto con agua de lluvia que percole a través de ellos.</li> <li>- No realizar la regularización topográfica de los lugares recuperados podría generar puntos bajos proclives a acumular agua.</li> </ul>	

<b>Ficha:</b> <b>G03</b>	<b>Recuperación ambiental en instalaciones</b>	
	 A photograph showing a large, flat, light-colored area, likely a storage or accumulation zone, with some sparse vegetation and a road in the foreground.	 A wide-angle photograph of a large, flat, light-colored area, possibly a platform or storage area, with some trees and a clear sky in the background.
	 A photograph showing a construction site with several workers in orange safety gear. There are concrete blocks and other materials scattered around a large, shallow, rectangular area that appears to be a foundation or a large pit.	 A photograph showing a large, rusted metal tank or container, possibly a storage tank, situated outdoors. There are some smaller containers and debris around it, and the ground appears to be dark and possibly contaminated.



Ficha: <b>G03</b>	Recuperación ambiental en instalaciones
	 <p data-bbox="958 922 1751 944"><b>Figura 9 – Predio donde se ubicó la planta asfáltica sin recuperación.</b></p>

<b>Ficha:</b>  <b>G04</b>	<b>Recuperación ambiental en canteras</b>
<b>Objetivos</b>	Realizar las medidas correspondientes al reacondicionamiento de los terrenos destinados a cantera con el fin de minimizar los impactos inherentes a la explotación minera y, por tanto, evitar la generación de pasivos ambientales debido a ésta.
<b>Aspectos ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Generación de residuos sólidos</li> <li>- Emisiones a la atmósfera</li> <li>- Tránsito inducido</li> <li>- Operación de maquinaria</li> <li>- Acondicionamiento de vegetación</li> </ul>
<b>Factores ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aguas superficiales: cantidad, sólidos totales</li> <li>- Suelos: sustancias tóxicas, labrabilidad, materia orgánica</li> <li>- Calidad de aire: PM</li> <li>- Flora: vegetación</li> </ul>
<b>Normativa aplicable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Documentos licitatorios, incluyendo Manual Ambiental de la Administración correspondiente, PGA y PRA exigidos al Constructor</li> <li>- Decreto 253/979 - Prevención de la contaminación de las aguas</li> <li>- Exigencias en AAP según Decreto 349/005 – Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental y autorizaciones ambientales</li> <li>- Normativa departamental referida a rellenos de predios</li> </ul>
<b>Instalaciones, equipos y suministros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maquinaria de tipo vial (retroexcavadora, grúas, pala cargadora, etc.)</li> <li>- Insumos para resembrado de superficies (semillas, tepes, etc.)</li> </ul>
<b>Procedimientos</b>	<p>En estos procedimientos se abordarán las tareas necesarias para la recuperación ambiental de los predios destinados a canteras y zonas de préstamos. Todas las actividades que se planea realizar a estos efectos, si bien se supone que fueron abordadas para la expedición de las autorizaciones ambientales (AAP y AAO), deberán ser ratificadas en el PRA con el fin de que el contralor de la obra lo avale y pueda realizar las exigencias que crea conveniente.</p> <p>A diferencia de las otras instalaciones accesorias a la obra, las canteras tienen la particularidad de que usualmente sirven a varias obras, en simultáneo o no, por lo que su cierre puede no coincidir con el final de la obra, o éste realizarse en el marco de otra obra.</p>

<b>Ficha:</b> <b>G04</b>	<b>Recuperación ambiental en canteras</b>
	<p>Las tareas de explotación minera y extracción de material de préstamo son actividades cuyos impactos ambientales son significativos, ya que se generan grandes zonas bajas, desnudas y con afectaciones al drenaje natural.</p> <p>En cuanto a la recuperación de estas áreas, las principales tareas comprendidas en este rubro son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Retiro de campamentos o servicios de bienestar (pudiendo estar compuesto únicamente por una garita y un baño químico)</li><li>• Retiro de acopios de materiales de cualquier tipo, salvo los correspondientes a ROC y material de destape</li><li>• Corrección de drenajes, incluyendo el retiro de la unidad de sedimentación de aguas pluviales</li><li>• Retiro del material contaminado por derrames y posterior gestión del residuo de acuerdo a la Ficha D11</li><li>• Relleno de la zona baja generada por la explotación, ya sea con material natural o ROC (según gestión de las Fichas D07 y D09)</li><li>• Recubrimiento de la zona rellenada con material de destape, resembrando si es necesario</li><li>• Desmantelamiento de la caminería auxiliar</li></ul> <p>A continuación se detallarán cada una de las tareas mencionadas.</p> <p><b><u>Retiro de campamentos, servicios de bienestar e instalaciones accesorias</u></b></p> <p>El retiro de estas instalaciones, que generalmente son de menor porte que las correspondientes a obradores, se realizará mediante procedimientos análogos a éstos últimos, de acuerdo a lo indicado en la Ficha G03.</p>



<b>Ficha:</b> <b>G04</b>	<b>Recuperación ambiental en canteras</b>
	<p><b><u>Corrección del drenaje</u></b></p> <p>La corrección del drenaje de la zona comprenderá específicamente a todas las tareas de modificación topográfica con destino a regularizar los patrones de escurrimiento pluvial, llevándolos lo más posible a la situación preoperacional.</p> <p>Estas tareas incluirán el perfilamiento y canalización (de ser necesaria), de manera de que no se hayan generado afectaciones a terrenos linderos a causa de las modificaciones en los patrones, tirantes y velocidades de escurrimiento.</p> <p>Además, se deberá prever el retiro de la unidad de sedimentación de aguas pluviales que fuera colocada con el fin de evitar el aumento de la carga de sólidos en los cursos de agua que se encontraran aguas abajo del predio. Esta unidad podría resultar de utilidad para el propietario del predio (estos terrenos usualmente son arrendados para las explotaciones), por lo cual si se opta por mantenerla, se deberá asegurar la estabilidad de las paredes y el dique, así como el pasaje de un cierto caudal ambiental en caso de que esta unidad se encuentre sobre un curso de agua.</p> <p>Además, se deberá contar con una solicitud expresa del propietario indicando que se le dará utilidad a esta estructura, de manera de deslindar responsabilidad al Constructor y asegurando que ésta no quede como un reservorio de agua estancada que pueda favorecer la proliferación de vectores, generar procesos de eutrofización y cuyo desborde pueda contaminar cuerpos de agua cercanos.</p> <p><b><u>Acondicionamiento de la zona de explotación</u></b></p> <p>Si bien está indicado después, el acondicionamiento de la zona de explotación y la corrección del drenaje son tareas que se deberán realizar en simultáneo, o bien de manera iterativa con el fin de no generar afectaciones a terrenos linderos por cambios en los patrones de escurrimiento (por ejemplo, generación de nuevas zonas inundables y procesos erosivos).</p>

<b>Ficha:</b> <b>G04</b>	<b>Recuperación ambiental en canteras</b>
	<p>Una vez definido el volumen a rellenar, las cotas y las pendientes a generar (con ayuda de los relevamientos topográficos y fotográficos oportunamente realizados, así como de herramientas informáticas como los Sistemas de Información Geográfica (SIG)), se procederá a realizar el acondicionamiento propiamente dicho de la zona. Estas tareas incluirán las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Limpieza del terreno, es decir, eliminación de residuos y yuyos de la zona a rellenar</li><li>• Descompactación de la zona</li><li>• Relleno con material sobrante (escombros, material a depósito, etc.)</li><li>• Perfilamiento del material dispuesto</li><li>• Cobertura con material de destape y resembrado de vegetación si las condiciones generadas no son proclives a que ésta crezca por sí misma</li></ul> <p><b><u>Desmantelamiento de la caminería auxiliar</u></b></p> <p>Tal como se mencionó en la Ficha G03, la caminería auxiliar constituye una mejora en el predio y un activo hacia el propietario, por lo que no es usual que se retire. En caso de optar por mantenerla, se deberá asegurar que ésta no genera incompatibilidades con el drenaje ni erosiones, que pudieran afectar a los terrenos linderos y al suelo.</p> <p>En caso de desmantelar los caminos, se podrá proceder con procedimientos análogos a los mencionados en la Ficha G03.</p>


<b>Ficha:</b> <b>G04</b>	<b>Recuperación ambiental en canteras</b>	
		
		

Figura 1 – Cantera en recuperación (1).

Figura 2 – Cantera en recuperación (2).

Figura 3 – Cantera en recuperación (3).

Figura 4 – Cantera en recuperación (4).

<b>Ficha:</b>  <b>G04</b>	<b>Recuperación ambiental en canteras</b>	
		 <p data-bbox="689 767 2020 821"><b>Figura 5 – Generación de tajamar en lugar de la unidad de sedimentación luego del cierre de la cantera, el cual podrá dejarse bajo solicitud expresa del propietario.</b></p>
<b>Parámetros de control</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Total de tareas previstas en los planes</li> </ul>	
<b>Indicadores de desempeño</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- % tareas previstas realizadas (puede ser expresado en horas, tareas, costos asociados, etc.)</li> </ul>	
<b>Prácticas recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Priorizar la valorización de los ROC dentro de la obra (previo a plantear otras alternativas, como la donación de material para relleno de privados), ya que almacenar los ROC generados para realizar la recuperación ambiental de las canteras y zonas de préstamo constituye a minimizar la generación neta de este tipo de residuos.</li> <li>- Las herramientas digitales de superposición de capas (SIG, modelos digitales de elevación, etc.) resultan herramientas útiles para verificar que no se generarán afectaciones a los escurrimientos pluviales, al rellenar determinados terrenos. En caso de generarse incertidumbres, se recomienda complementar esta información con relevamientos topográficos en el sitio.</li> <li>- Consultar al propietario del predio sobre la utilidad de mantener la unidad de sedimentación de pluviales como tajamar debido a su buena ubicación (punto bajo de la</li> </ul>	

<b>Ficha:</b>  <b>G04</b>	<b>Recuperación ambiental en canteras</b>
	<p>zona de explotación). En caso de que éste no sea utilizado como tal, se deberá dismantelar y recomponer el área.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar relevamientos fotográficos de los lugares en la situación preoperacional constituye una buena práctica que facilitará la planificación de la recuperación ambiental del lugar así como la verificación del éxito de estas tareas una vez finalizadas.</li> <li>- En casos en los que se mantengan puntos bajos o taludes para futuras explotaciones o simplemente porque no generan afectaciones paisajísticas o al drenaje, prever que las inclinaciones formen ángulos estables de manera de evitar desprendimientos o colapsos.</li> <li>- Regar las superficies al realizar movimientos de suelos en climas secos y ventosos reducirá las potenciales emisiones de PM.</li> </ul>
<b>Prácticas no recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El abandono de las buenas prácticas de gestión ambiental en la operación de las canteras puede generar que se arrojen residuos y se creen vertederos no controlados (con las consiguientes consecuencias ambientales y sanitarias).</li> <li>- No realizar la recomposición de la cobertura vegetal aumentará la erodabilidad del terreno, generando cárcavas y arrastre de material que podrá terminar en los cursos de agua cercanos.</li> <li>- Rellenar descontroladamente las zonas de explotación generará problemas de drenaje y erosiones en terrenos linderos, así como la imposibilidad de que se recomponga la cobertura vegetal.</li> <li>- Dañar vegetación existente por rellenos descontrolados de material. La vegetación (fundamentalmente yuyos) que hayan crecido en la zona a rellenar deberá ser retirada previamente, pudiendo mezclarse con tierras de destape para acondicionar superficies.</li> </ul>



Ficha: <b>G04</b>	<b>Recuperación ambiental en canteras</b>
	<div data-bbox="728 311 1299 742"><p>Figura 6 – Cantera abandonada sin recuperación con sitios de agua estancada.</p></div> <div data-bbox="1400 311 1982 742"><p>Figura 7 – Cantera parcialmente recuperada en la cual no se han atendido los drenajes.</p></div> <div data-bbox="705 798 1321 1252"><p>Figura 8 – Restos de carpeta asfáltica abandonados en cantera abandonada con agua estancada.</p></div> <div data-bbox="1388 798 2004 1252"><p>Figura 9 – Zona de préstamos con recuperación deficiente, en la cual se observan escombros y material a depósito desparramado.</p></div>



Ficha: <b>H01</b>	<b>Presentación de la documentación ambiental</b>
<b>Objetivos</b>	Comenzar las distintas actividades de la obra cumpliendo con todos los requisitos ambientales en cuanto a la presentación de documentación, permitiendo que todas las posibles afectaciones hayan sido oportunamente analizadas y se hayan previsto implementar las posibles medidas mitigatorias.
<b>Aspectos ambientales</b>	No aplica.
<b>Factores ambientales</b>	No aplica.
<b>Normativa aplicable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Decreto 253/979 – Prevención de la contaminación de las aguas</li> <li>- Documentos licitatorios, incluyendo Manual Ambiental de la Administración correspondiente y PGA exigido al Constructor</li> <li>- Decreto-Ley 15.242 – Código de Minería</li> </ul>
<b>Instalaciones, equipos y suministros</b>	No aplica.
<b>Procedimientos</b>	<p>A continuación se describen los principales documentos concernientes a la obra, que pueden contener temas relacionados directa o indirectamente a la gestión ambiental.</p> <p><b><u>Autorizaciones Ambientales:</u></b></p> <p>Las autorizaciones ambientales deberán estar expedidas al momento de comenzar las actividades, y renovando los permisos de operación (AAO) de las explotaciones mineras. Se recomienda proceder conforme a los procedimientos de las Fichas A01 y A02.</p> <p><b><u>Permiso de explotación de las canteras:</u></b></p> <p>Las canteras, además de las autorizaciones ambientales, deberán contar con el permiso de explotación aprobado por el MIEM y por el MTOP (este último únicamente si se trata de canteras con destino a obra pública, para lo cual se deberá incluir a la misma en el Inventario de Canteras</p>

<b>Ficha:</b> <b>H01</b>	<b>Presentación de la documentación ambiental</b>
	<p>de Obra Pública). Estos permisos son independientes de las autorizaciones ambientales, las cuales se indican generalmente en las resoluciones como requisito para comenzar la explotación.</p> <p><b><u>Plan de Gestión Ambiental</u></b></p> <p>El PGA es el documento marco de todas las actividades de gestión ambiental que se realizarán en la obra. En el mismo se deberán indicar y detallar todas las medidas de gestión ambiental y de mitigación de impactos ambientales adversos.</p> <p>Deberá ser un documento con la suficiente profundidad técnica, que permita realizar la gestión ambiental con el mayor apego posible a su contenido. Se podrán adjuntar planos, memorias, procedimientos, entre otros.</p> <p>A modo ilustrativo, se indica a continuación un listado de los posibles temas que abarcará un PGA:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Ubicación de la obra y breve descripción de las tareas a ejecutar</li><li>• Ubicación del obrador e instalaciones accesorias, indicando detalle de las tareas de implantación y las medidas de mitigación de impactos ambientales adversos</li><li>• Plan de Gestión de Residuos Sólidos</li><li>• Plan de Gestión de Efluentes provenientes de lavado de hormigón</li><li>• Plan de Mantenimiento de Maquinaria, incluyendo procedimientos de lavado</li><li>• Gestión de efluentes sanitarios y/o de baños químicos</li><li>• Operación de las canteras, incluyendo equipos de trituración y tamizado, así como manejo de explosivos (si corresponde)</li><li>• Ejecución y diseño de las ataguías</li><li>• Plan de Monitoreo de variables ambientales</li><li>• Elementos de Recuperación Ambiental</li></ul>

<b>Ficha:</b>  <b>H01</b>	<b>Presentación de la documentación ambiental</b>
	<p><b><u>Plan de Desvíos de Tránsito</u></b></p> <p>Si bien no es un documento de carácter ambiental, puede ser importante que los desvíos de tránsito previstos sean analizados desde el punto de vista ambiental (sobre todo en áreas sensibles o protegidas). No obstante, aunque las definiciones sobre los desvíos de tránsito deberán estar incluidas en este documento y se deberá analizar la variable ambiental, lo más usual es que el este análisis sea incluido dentro del PGA y su recuperación en el PRA.</p> <p><b><u>Informes periódicos de gestión ambiental</u></b></p> <p>Los informes periódicos de gestión ambiental son, junto con las auditorías, las herramientas más usuales con las que cuenta la Administración, entes financiadores y/o demás actores de contralor, para realizar el seguimiento del desempeño ambiental de la obra. En el caso de la DNV, el informe es de frecuencia trimestral (ITGA). En este tipo de informes, el Constructor proporcionará información actualizada del desempeño de la gestión ambiental, incluyendo información detallada y cuantificada de las tareas, los insumos y los resultados de las actividades de monitoreo. A modo de ejemplo, se enlista a continuación algunos elementos frecuentes en este tipo de informes:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Descripción de las actividades realizadas en la obra</li><li>• Actualización de permisos, habilitaciones, proveedores, etc.</li><li>• Gestión de las canteras</li><li>• Consumo de agua, combustibles, productos químicos, etc.</li><li>• Monitoreo de variables ambientales</li><li>• Registros de mantenimiento de maquinaria</li><li>• Registros de tratamiento de efluentes</li><li>• Registros y/o remitos de retiro de residuos sólidos</li><li>• Registros y/o remitos de retiro de efluentes mediante barométrica</li></ul>

<b>Ficha:</b> <b>H01</b>	<b>Presentación de la documentación ambiental</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Registros de tratamiento de efluentes de lavado de maquinaria y hormigón</li><li>• Medidas de mitigación de impactos ambientales</li><li>• Capacitaciones de personal realizadas</li><li>• Registro de donaciones de material</li><li>• Sugerencias, quejas y reclamos recibidos de parte de actores locales</li><li>• Contingencias ocurridas</li></ul> <p><b><u>Plan de Recuperación Ambiental</u></b></p> <p>El Plan de Recuperación Ambiental (PRA) corresponde al documento que establece todas las medidas y actividades que se aplicarán en las zonas afectadas por las actividades de obra. Debe detallar las tareas a ejecutar y cuantificarlas, siendo específico para la obra de la que se trata (es decir, no debe ser un documento genérico).</p> <p>Un listado de contenidos, a modo de ejemplificar y sin desmedro de que pudieran surgir otros, se presenta a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Identificación de las zonas y factores ambientales afectados por la obra</li><li>• Tareas de retiro de instalaciones, residuos, acopios y construcciones accesorias</li><li>• Determinación de los impactos ambientales generados y su cuantificación</li><li>• Tareas de recuperación ambiental para las áreas afectadas, cuantificando en lo posible consumos, plazos, insumos, maquinaria a emplear, etc. Deseablemente se deberán estimar los impactos ambientales residuales esperados y definir si podrán configurar o no de pasivos ambientales.</li><li>• Retiro final de ataguías y recuperación de la sección del cauce</li><li>• Cierres de canteras, si correspondiera</li></ul> <p>Vale destacar que obviamente el PRA se debe presentar estando aún en fase de construcción, exigiéndose generalmente su entrega cuando se alcanza un determinado porcentaje de</p>

<b>Ficha:</b>  <b>H01</b>	<b>Presentación de la documentación ambiental</b>
	<p>ejecución o plazo de la obra (para la DNV, el MAV lo exige una vez alcanzado el 50 % del plazo de obra).</p> <p><b><u>Informe final de desempeño ambiental</u></b></p> <p>Este tipo de informe, a diferencia el PGA y PRA, no corresponde a un documento en el que se describen tareas a realizar. El objetivo en este caso es presentar evidencias del desempeño ambiental del Constructor al contralor de la obra, informando los resultados de las tareas de recuperación ambiental realizadas así como los pasivos ambientales remanentes, de manera de que el contralor pueda juzgar si el desempeño ambiental de la obra (y, por ende, el resultado global de la gestión ambiental) fue satisfactorio.</p> <p>Es importante que también se incluya la conformidad de los propietarios de los padrones afectados por las actividades de obra, y posteriormente recuperados.</p>
<b>Parámetros de control</b>	No aplica.
<b>Indicadores de desempeño</b>	No aplica.
<b>Prácticas recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se recomienda que toda la documentación se encuentre aprobada internamente dentro del Constructor por parte de un Encargado Ambiental, de manera de uniformizar criterios y compatibilizar los contenidos de los planes y programas que se prevé implementar.</li> <li>- Es recomendable que el Encargado Ambiental, responsable de centralizar los planes y programas de gestión ambiental, sea un técnico con formación en ingeniería civil (independientemente de si la realización de los documentos es realizada por un técnico de otra disciplina, pero que tenga formación ambiental). Esto permitirá evaluar la pertinencia de las medidas a implementar según el contenido de los documentos en el marco de una obra civil.</li> </ul>



<b>Ficha:</b> <b>H01</b>	<b>Presentación de la documentación ambiental</b>
<b>Prácticas no recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Las prácticas negativas corresponden fundamentalmente a la falta de entrega de documentación en los plazos establecidos, o que ésta se encuentre incompleta, o que sea meramente descriptiva y carezca de información cuantitativa.</li></ul>

<b>Ficha:</b>  <b>H02</b>	<b>Comunicación e interacción con la sociedad</b>
<b>Objetivos</b>	Establecer un buen vínculo con los vecinos y demás actores locales, de manera de hacerlos partícipes de una obra que beneficiará su movilidad y accesibilidad, así como difundir sus otros beneficios (económicos, sociales, etc.). Esto permitirá recibir de ellos las correspondientes sugerencias, quejas y reclamos, que resultarán en una menor incidencia negativa de la construcción en su vida diaria.
<b>Aspectos ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contratación de mano de obra local</li> <li>- Utilización de medios de comunicación y difusión</li> <li>- Visitas a establecimientos cercanos</li> <li>- Donaciones</li> <li>- Generación y funcionamiento de bandeja de recepción de sugerencias, quejas y reclamos</li> </ul>
<b>Factores ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inclusión social</li> <li>- Puestos de trabajo</li> <li>- Identidad local y tradiciones</li> <li>- Comunicación y difusión</li> </ul>
<b>Normativa aplicable</b>	No aplica.
<b>Instalaciones, equipos y suministros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Avisos en radios y periódicos locales</li> <li>- Bandeja de recepción de sugerencias, quejas y reclamos</li> </ul>
<b>Procedimientos</b>	<p>Los procesos de interacción con la comunidad son una herramienta efectiva para facilitar la comunicación con los actores locales y minimizar las afectaciones o molestias que la obra pueda generar. Además, facilitará el proceso de contratación de mano de obra local, que generará puestos de trabajo y de ese modo impactará positivamente en la economía local.</p> <p>Estos procesos y su instrumentación son importantes para los actores locales y para la Administración, por lo que es deseable que se declare en el PGA y en los informes periódicos (ITGA).</p>

<b>Ficha:</b> <b>H02</b>	<b>Comunicación e interacción con la sociedad</b>
	<p>En cuanto al proceso de solicitud de AAP, vale aclarar que, si bien pueden ocurrir impactos positivos resultantes de una obra de este tipo, la autoridad ambiental no analiza los balances ambientales sino únicamente los impactos negativos.</p> <p>Dado que, para algunas Administraciones y entes financiadores, lo relacionado al ambiente está muy ligado a las afectaciones hacia los actores locales y la comunidad, las materias ambiental y social son tratadas mediante un único equipo técnico. Sin embargo, no deberían ser abordadas por un único técnico debido a la diversidad de las temáticas y la idoneidad que se requiere para tratarlos.</p> <p>A continuación se procede a detallar algunos de los procedimientos de interacción con la comunidad y actores locales.</p> <p><b><u>Recepción de currículums</u></b></p> <p>Sobre todo en obras en entornos rurales o en la cercanía de poblados con bajos recursos, es frecuente que personas locales busquen acercar currículums al Constructor con el objetivo de ser empleados por éste.</p> <p>Existen usualmente ciertas disposiciones normativas, así como de entes financiadores, de contar con cierto número o proporción de empleados locales. Por este motivo, es importante que la recepción y el tratamiento de los currículums recibidos sea ordenado y respetuoso, con reglas de selección muy claras.</p> <p><b><u>Recepción de sugerencias, quejas y reclamos</u></b></p> <p>La recepción de sugerencias, quejas y reclamos es un aspecto muy importante del manejo de la obra en general, incluyendo la materia ambiental. El contenido de éstos no debe ser tomado únicamente como una molestia u obligación, sino también como una ayuda proporcionada por actores locales para mejorar la gestión ambiental de la obra.</p>

<b>Ficha:</b>  <b>H02</b>	<b>Comunicación e interacción con la sociedad</b>
	<p>Esta recepción deberá ser registrada, informándola junto con su tratamiento (por ejemplo, la solución adoptada para resolver el problema o mejorar determinado aspecto) en los informes periódicos de gestión ambiental.</p> <p>El objetivo aquí no es únicamente registrar la recepción de sugerencias, quejas y reclamos, solucionándolos por compromiso con el contralor de la obra, sino procurar mitigar genuinamente las afectaciones a la vida diaria de los actores locales, sus recursos y el ambiente.</p> <p><b><u>Visitas a viviendas y establecimientos comerciales cercanos</u></b></p> <p>Las visitas a los actores locales son otro tipo de actividades de interacción con la comunidad cercana, que pueden realizarse fundamentalmente por dos razones:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>○ Para informar a los vecinos y trabajadores de establecimientos cercanos sobre las actividades a realizar en la obra, advertirlos sobre los posibles impactos y recibir sus inquietudes y sugerencias.</li><li>○ Para constatar los posibles impactos generados, proponiendo soluciones, actividades correctivas, compensatorias, etc.</li></ul> <p>Se deberá registrar y, preferentemente, evidenciar fotográficamente cada visita de manera de asegurar que todos los actores cercanos potencialmente afectados por la obra fueron tenidos en cuenta. Es conveniente reportarlo en los informes periódicos de gestión ambiental.</p> <p>Además, es de suma importancia que en estas instancias se le proporcione al actor involucrado la información de contacto del encargado de recibir las sugerencias, quejas y reclamos que puedan irse generando durante la fase de construcción.</p>

<b>Ficha:</b> <b>H02</b>	<b>Comunicación e interacción con la sociedad</b>
	<p><b><u>Visitas a establecimientos educativos</u></b></p> <p>Los establecimientos educativos son particularmente sensibles a las actividades de obra, sobre todo por las emisiones de ruido y PM. En ese sentido, cobra una gran importancia visitarlos con el objetivo de exponer sobre las actividades de obra, sus impactos, sus consecuencias, cronograma, etc.</p> <p>Además, es importante hacer notar en esta exposición las medidas adoptadas por el Constructor para minimizar la molestia en horarios escolares, así como ponerse a disposición para recibir sugerencias a esos efectos.</p> <p>Independientemente de los impactos ambientales, es una actividad que sirve para involucrar a los maestros y alumnos en las ventajas de la obra, sus actividades y la gestión ambiental. Además, puede ser una actividad provechosa para éstos ya que pueden realizar preguntas, aprender y motivarse con las temáticas de la obra hasta tal punto de querer participar de alguna manera en la misma o realizar visitas.</p> <p><b><u>Donación de material</u></b></p> <p>La donación de material es un aspecto que requiere especial cuidado, no desde el punto de vista económico sino hidrológico y paisajístico.</p> <p>Corresponde a una manera de valorizar material que no se va a usar (y que corresponde a ROC), asignándole un destino final ambientalmente limpio ya que desde esta manera se evita que el material se mezcle con residuos de otro tipo y, eventualmente, llegue al sitio de disposición final (vertedero o relleno sanitario). No obstante, el Constructor es responsable del destino final de dicho material y, por lo tanto, no debe ser utilizado para rellenar zonas sensibles, prohibidas por reglamentación o simplemente no autorizadas en forma explícita por la Administración.</p> <p>Las consecuencias adversas de los rellenos irregulares son generalmente de carácter hidrológico, debido a que se modifican los patrones de escorrentía y esto puede redundar en la</p>

<b>Ficha:</b> <b>H02</b>	<b>Comunicación e interacción con la sociedad</b>
	<p>generación de nuevas zonas inundables o la modificación de las condiciones de funcionamiento de los drenajes existentes.</p> <p>En caso de comprobarse que el destino final de este material no generará afectaciones o perjuicios a terceros, además de no contravenir ninguna normativa, se podrá proceder con la donación del material contando siempre con la autorización de la Administración a través del contralor de la obra. Para ello se deberá registrar la fecha, tipo de material donado, volumen, padrón a destinar, firma de conformidad del propietario y transporte del mismo.</p> <p><b><u>Otras donaciones</u></b></p> <p>Otros tipos de donaciones pueden generarse en el ámbito de una obra en ámbitos rurales o poco desarrollados urbanísticamente, sobre todo hacia establecimientos educativos (por ejemplo, escuelas de bajos recursos). Muchas veces al momento de dismantelar campamentos y oficinas, se deberán retirar varios elementos que pueden ser muy valorados por estos establecimientos y cuyo valor para la empresa puede resultar poco significativo (por ejemplo, pequeños electrodomésticos como jarra eléctrica, horno de microondas, pequeñas heladeras, impresoras, etc.).</p> <p>Si bien no es algo que se presente en todos los casos, constituye una manera de aportar con elementos de gran ayuda para éstos, de poco valor para una empresa constructora y que cuyo transporte podría ser incluso impráctico o poco rentable.</p>



<b>Ficha:</b> <b>H02</b>	<b>Comunicación e interacción con la sociedad</b>	
		
		
<b>Parámetros de control</b>	No aplica.	

Figura 1 – Obra de carreteras que pasa por el frente de una escuela rural.

Figura 2 – Dibujos provistos por escuelas cercanas en pasaje inferior de carretera.

Figura 3 – Dibujos aportados por organizaciones de vecinos de la zona en pasaje inferior de puente (1).

Figura 4 – Dibujos aportados por organizaciones de vecinos de la zona en pasaje inferior de puente (2).

<b>Ficha:</b>  <b>H02</b>	<b>Comunicación e interacción con la sociedad</b>
<b>Indicadores de desempeño</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Currículums recibidos</li> <li>- Sugerencias, quejas y reclamos recibidos</li> <li>- Donaciones realizadas (registrando volúmenes y tipo de material)</li> <li>- Visitas realizadas para difusión de la obra</li> </ul>
<b>Prácticas recomendadas</b>	<p>Las prácticas recomendadas corresponden fundamentalmente a relacionarse con la comunidad, recibir sus inquietudes y sugerencias, y registrar todas las interacciones, de manera de poder informarlas a la Administración. Además, es una buena práctica atender o al menos dar respuesta a las quejas e inquietudes recibidas, así como contar en el equipo con gente con formación en negociación para el caso en que sea necesaria la resolución de conflictos o desacuerdos.</p>
<b>Prácticas no recomendadas</b>	<p>Las prácticas no recomendadas surgen generalmente o de la falta de interacción con los actores locales o de establecer un relacionamiento tenso o distante, que no contribuye a edificar una relación de confianza y respeto recíproco (ya sea por falta de canales de recepción de quejas y sugerencias, así como desinterés por su respuesta).                  Puede haber además otras vías de interacción no contempladas ni atendidas, o interacciones con poco o nulo registro (donaciones de material para rellenos irregulares, mala recepción de quejas y reclamos, tratamiento irrespetuoso de currículums, etc.).</p>

<b>Ficha:</b> <b>H03</b>	<b>Monitoreo de variables ambientales</b>
<b>Objetivos</b>	Realizar los monitoreos de las variables ambientales necesarias que permitirán asegurar la no afectación de la obra hacia terceros y cumplir con las exigencias de las autoridades ambientales para la expedición de AA, de la inspección de la obra y demás organizaciones.
<b>Aspectos ambientales</b>	No aplica.
<b>Factores ambientales</b>	No aplica.
<b>Normativa aplicable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Decreto 253/979 – Prevención de la contaminación de las aguas</li> <li>- Documentos licitatorios, incluyendo Manual Ambiental de la Administración correspondiente y PGA exigido al Constructor</li> <li>- Exigencias en AAP según Decreto 349/005 – Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental y autorizaciones ambientales</li> <li>- Decreto 135/021 – Reglamento de calidad de aire</li> <li>- Guía de Estándares de Contaminación Acústica del Grupo GESTA Ruido</li> <li>- Protocolo de Medición de Niveles de Presión Sonora en Inmisión del Grupo GESTA Ruido</li> </ul>
<b>Instalaciones, equipos y suministros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan de monitoreo y exigencias ambientales</li> <li>- Equipos de medición</li> </ul>
<b>Procedimientos</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1- Una vez obtenida la AAP de la obra, así como las correspondientes AAP y AAO de las canteras y préstamos, comprobar si la autoridad ambiental nacional o la normativa exige realizar determinados monitoreos de distintas variables ambientales.</li> <li>2- En función de lo anterior, se deberá realizar un Plan de Monitoreo de variables ambientales que deberá ser adjuntado al PGA de la obra. En dicho plan deberán describirse las tareas de monitoreo indicando, entre otras cosas, los siguientes datos:                 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Variable a ser monitoreada</li> <li>• Ubicación del punto de monitoreo o proceso monitoreado</li> <li>• Objetivo del muestreo (por ejemplo, receptores sensibles)</li> <li>• Equipo de monitoreo (modelo, especificaciones y calibración)</li> </ul> </li> </ol>

<b>Ficha:</b> <b>H03</b>	<b>Monitoreo de variables ambientales</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Frecuencia de muestreo</li><li>• Modo en el cual se reportarán los resultados (registros, informes, etc.)</li></ul> <p>En cuanto a las variables a monitorear, las mismas suelen ser las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Emisiones de PM a la atmósfera (mediciones de NO<sub>x</sub> y de SO<sub>2</sub> no son habituales, aunque en espacios reducidos o encajonados suele ser de interés monitorear CO)</li><li>• Niveles de presión sonora</li><li>• Calidad de agua (pH, SST, concentración de sustancias, aceites, etc.)</li><li>• Vibraciones</li></ul> <p>En esta Ficha no se incluirán monitoreos de otra índole, por ejemplo, generación de residuos, consumo de agua, de energía eléctrica, de combustibles, etc.</p> <p>3- Una vez aprobado el Plan de Monitoreo y comenzada la operación, se procederá a realizar los monitoreos con la periodicidad y condiciones previstas. Se debe asegurar además el registro de todas las actividades de monitoreo, resultados y comparaciones con el estándar, así como las medidas mitigatorias o compensatorias adoptadas en los casos en los que las emisiones, inmisiones o concentraciones (dependiendo del tipo de monitoreo a realizar) se encuentren fuera de los rangos admisibles.</p> <p>A continuación se presentarán algunas condiciones para el monitoreo de determinadas variables ambientales:</p> <p><b><u>Material Particulado (PM):</u></b></p> <p>Mediciones en escapes de vehículos, maquinaria (incluyendo los generadores a combustión) y plantas asfálticas, de acuerdo a lo establecido en el Decreto 135/021:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Opacidad por el Método Ringelmann: &lt; 1</li><li>• PM &lt; 200 mg/Nm<sup>3</sup></li></ul>

<b>Ficha:</b> <b>H03</b>	<b>Monitoreo de variables ambientales</b>
	<p>En la operación de otras instalaciones, como canteras o plantas de hormigón, en lugares particularmente sensibles, las autoridades pueden solicitar la realización de monitoreos de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub>. Los equipos más utilizados para ello son los de medición gravimétrica. De acuerdo a los estándares de calidad de aire del Decreto 135/021, las concentraciones de PM deben cumplir las siguientes condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• PM<sub>2,5</sub> &lt; 25 µg/Nm<sup>3</sup> (en 24 hs) y 38 µg/Nm<sup>3</sup> (únicamente 30 días al año)</li><li>• PM<sub>10</sub> &lt; 50 µg/Nm<sup>3</sup> (en 24 hs) y 75 µg/Nm<sup>3</sup> (únicamente 15 días al año)</li></ul> <p>Los valores de referencia a utilizar en este último caso dependerán de si las mediciones son continuas o discretas. Dado que generalmente éstas serán discretas, se deberá considerar solamente los valores indicados para el promedio de 24 horas, ya que no se sabrá a ciencia cierta durante cuántos días se superarán los mismos sin incumplir la normativa.</p> <p><b><u>Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>):</u></b></p> <p>No es usual el monitoreo en obras. El uso de combustibles con bajo tenor de azufre y el mantenimiento periódico de los equipos resulta en importantes disminuciones de las emisiones. No obstante, se deberá estimar, por alguno de los distintos métodos disponibles (por ejemplo, utilizando el método de los factores de emisión) las emisiones de todos los equipos que estarán presentes en la operación que se intenta controlar, de manera de determinar si es necesario realizar monitoreos a estos efectos. Existen distintos equipos para realizar estas mediciones, como analizadores de gases, que generalmente son contratados a laboratorios externos en caso de necesidad de realizar mediciones. De acuerdo al estándar de emisión, las emisiones de cada equipo (como Unidad de Combustión de acuerdo al Decreto 135/021) deberán cumplir:</p>



Ficha: <b>H03</b>	<b>Monitoreo de variables ambientales</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• <math>\text{SO}_2 &lt; 1.000 \text{ mg/Nm}^3</math></li></ul> <p><b><u>Óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>):</u></b></p> <p>Tampoco es usual su monitoreo en obras. Se recomienda estimar las emisiones de todos los equipos a efectos de asegurar que las mismas no serán significativas: para ello, el mantenimiento de los equipos cobra una gran importancia. También existen distintos equipos para realizar estas mediciones, como analizadores de gases, que generalmente son contratados a laboratorios externos en caso de necesidad de realizar mediciones. De acuerdo al estándar de emisión, las emisiones de cada equipo (como Unidad de Combustión de acuerdo al Decreto 135/021) deberán cumplir:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <math>\text{NO}_x \text{ (como NO}_2\text{)} &lt; 350 \text{ mg/Nm}^3</math></li></ul> <p><b><u>Emisiones sonoras:</u></b></p> <p>Las emisiones sonoras son intrínsecas a las actividades de construcción, por lo que es importante contar con el equipamiento para hacer mediciones o bien tener previsto hacerlas en caso de ser necesario, independientemente de si la autoridad ambiental lo ha solicitado expresamente en las autorizaciones expedidas. En ese sentido, es recomendable dejar expresado en el PGA cuál es el equipamiento con el que se contará en obra en caso de realizar mediciones.</p> <p>En el caso de monitorear la operación de la obra (es decir, una vez construida) estas mediciones deberán estar acompañadas de conteos de tránsito. Esto aplicará también en obras de gran porte con gran volumen de tránsito inducido, o desvíos de tránsito por zonas sensibles.</p>



<b>Ficha:</b> <b>H03</b>	<b>Monitoreo de variables ambientales</b>
	<p>De acuerdo al MAV, se deberá contar con la capacidad de realizar mediciones siempre que la Inspección de la obra así lo requiera. En ese sentido, los equipos medidores cumplirán con las siguientes condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Sonómetro integrador con escalas de ponderación C y A (esta última siendo la que mejor representa el comportamiento del oído y, por ende, la molestia), de clase 2 o mayor precisión de acuerdo a norma IEC 61672:2013, calibrado en los últimos 2 años</li><li>• Trípode de altura regulable</li><li>• Pantalla antiviento</li></ul> <p>En cuanto a las mediciones y los estándares de inmisión, se ajustará como mínimo a lo establecido en el Protocolo de Medición de Niveles de Presión Sonora en Inmisión y la Guía de Estándares de Contaminación Acústica del Grupo GESTA Ruido respectivamente. En particular, se hace hincapié en las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Duración de la medición: &gt; tiempo de estabilización de la misma</li><li>• Altura del micrófono: entre 1,2 y 1,5 m desde el nivel del suelo</li><li>• Orientación del micrófono: hacia la fuente a medir</li><li>• Inclinación del micrófono: &lt; 45° con el plano horizontal</li><li>• Distancia mínima a paredes y obstáculos: 2,0 m</li><li>• Ubicación: dependerá de dónde interesa medir la inmisión sonora</li><li>• Velocidad del viento medida a la altura del micrófono: &lt; 5 m/s</li></ul> <p>En caso de que la Inspección lo solicite, podrá ser exigida la medición de las emisiones de los vehículos, siendo la máxima emisión admisible la enlistada a continuación (a una distancia de 0,5 m del escape, en las condiciones establecidas en la Guía para la Medición de Niveles de Emisión Sonora en Vehículos Automotores del Grupo GESTA Ruido):</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Motor de potencia &lt; 102 CV: 81 dBA</li><li>• Motor de potencia entre 102 y 204 CV: 83 dBA</li><li>• Motor de potencia &gt; 204 CV: 84 dBA</li></ul>

<b>Ficha:</b>  <b>H03</b>	<b>Monitoreo de variables ambientales</b>
	<p>En cuanto a los niveles máximos admisibles de inmisión, los mismos se encuentran en el estándar de emisión de la mencionada guía. No obstante, se presenta a modo orientativo el nivel objetivo en exteriores para las situaciones más comunes en el caso de obras de puentes carreteros (considerando ruido de tránsito y en horario diurno):</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Áreas rurales: <math>L_{A,día}</math> 50 dB</li><li>• Áreas urbanas levemente ruidosas (pequeños pueblos): <math>L_{A,día}</math> 65 dB</li><li>• Áreas urbanas: <math>L_{A,día}</math> 70 dB</li><li>• Áreas de protección sonora (por ejemplo, escuelas y policlínicas): <math>L_{A,día}</math> 60 dB</li></ul> <p><b><u>Calidad de agua:</u></b></p> <p>Para monitorear el impacto sobre la calidad de agua, se tomarán determinados parámetros en función de las actividades a realizar en la obra (por ejemplo, si no se tiene producción propia de hormigón es posible que la medición de pH no tenga demasiada utilidad).</p> <p>En obras de puentes, los parámetros de interés al momento de monitorear son fundamentalmente los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Turbiedad o carga de sólidos según corresponda (debido a los arrastres de material de las ataguías, descargas de los sedimentadores en canteras y plantas de hormigón, etc.)</li><li>• pH (si hay vertido de efluentes de lavado de equipos o herramientas en contacto con hormigón)</li><li>• Grasas y aceites (próximo a las descargas de los interceptores de grasas y aceites, o eventualmente en casos de derrames)</li><li>• Oxígeno disuelto (OD) (de manera de monitorear la capacidad del agua para sostener el ecosistema acuático y, en particular, la vida de animales acuáticos superiores -peces-)</li></ul>

<b>Ficha:</b> <b>H03</b>	<b>Monitoreo de variables ambientales</b>
	<p>El estándar de vertido se incluye en el Decreto 253/979, así como la calidad de agua de los cursos en función de su uso. Salvo cursos de agua con destino a abastecimiento de agua potable, la calidad objetivo para los parámetros considerados es la siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Turbiedad &lt; 50 NTU</li><li>• pH entre 6,5 y 8,5</li><li>• Aceites y grasas virtualmente ausentes</li><li>• OD &gt; 5 mg/L</li></ul> <p>Por otro lado, el estándar de vertido a curso de agua (únicamente para los parámetros previamente mencionados) es el siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• SST &lt; 150 mg/L</li><li>• pH entre 6 y 9</li><li>• Aceites y grasas &lt; 50 mg/L</li></ul> <p>Vale destacar que se medirá el contenido de sólidos en los efluentes de las unidades (sedimentadores, piletas de lavado, etc.), mientras que turbiedad es un parámetro a medir en el curso de agua. Los equipos de medición de calidad de agua generalmente aportan los valores de pH, turbiedad y OD.</p> <p>En cuanto al contenido de sólidos de la salida de las unidades de tratamiento de efluentes, en caso de descargar a curso de agua se medirán SST mientras que si se descarga a alcantarillado público la medición se realizará con cono de Imhoff (ya que el parámetro de interés son los Sólidos Sedimentables, que pueden ser medidos a pie de obra).</p> <p>La periodicidad de las mediciones deberá ser al menos la siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Medición de pH y sólidos en salida de unidades de tratamiento: siempre previo a cada vertido</li><li>• Medición de aceites y grasas de los interceptores: siempre previo a cada vertido</li><li>• Calidad de agua en el curso de agua (turbiedad, pH, OD, aceites y grasas): una vez por semana tanto aguas arriba como aguas abajo, pero únicamente durante las tareas críticas o en las que se intervenga en el lecho del cauce (construcción y desmantelamiento de ataguías, retiro de escombros del cauce, etc.)</li></ul>

<b>Ficha:</b> <b>H03</b>	<b>Monitoreo de variables ambientales</b>
	<p><b><u>Vibraciones:</u></b></p> <p>Debido a la inexistencia de normativa nacional para la medición de vibraciones, se deberán utilizar parámetros internacionales a efectos de medirlas. Los protocolos y las periodicidades de las mediciones, si bien estarán dadas por las exigencias de la Administración, deberán ajustarse a lo establecido en alguna norma de referencia (por ejemplo, para este caso, la norma DIN 4150). Según la norma BS 5228-2:2009, una vibración con velocidad pico de 0,3 mm/s es apenas perceptible en ambientes residenciales mientras que un valor de 1,0 mm/s probablemente cause molestia, por lo que es razonable utilizar estos valores como referencia para establecer un límite (es deseable estar en todo momento por debajo de 0,3 mm/s o, en su defecto, para actividades potencialmente molestas o que causen afectaciones, dar previo aviso a los potenciales afectados de manera de mitigar de antemano la posible molestia).</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"><div data-bbox="817 866 1211 1321"></div><div data-bbox="1518 866 1868 1321"></div></div> <p><b>Figura 1 – Monitoreo de niveles de presión sonora en entrada a centro educativo.</b></p> <p><b>Figura 2 – Monitoreo de niveles de presión sonora en predio del obrador.</b></p>

<b>Ficha:</b>  <b>H03</b>	<b>Monitoreo de variables ambientales</b>	
		 <p style="text-align: center;"><b>Figura 3 – Monitoreo de calidad de aire frente a equipo triturador.</b></p>
<b>Parámetros de control</b>	No aplica.	
<b>Indicadores de desempeño</b>	No aplica.	
<b>Prácticas recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En caso de realizar las mediciones a través de la contratación de laboratorios externos, se deberán verificar las certificaciones de sus procesos y la calibración de los equipos.</li> <li>- Toda medición realizada internamente en la obra deberá ser registrada, y los registros acompañarán a los informes periódicos (ITGA). En caso de mediciones por laboratorios o agentes externos, el Constructor deberá exigir la entrega de informes firmados por el responsable, y adjuntarlos a los ITGA.</li> <li>- En los informes entregados por agentes externos remitidos a la Inspección, la responsabilidad final es del Constructor. No obstante, el Constructor debe exigir que el informe se encuentre firmado por un técnico responsable, de manera de asegurar que el personal que realizó la medición es idóneo.</li> </ul>	

<b>Ficha:</b> <b>H03</b>	<b>Monitoreo de variables ambientales</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>- El monitoreo del contenido de sólidos del curso de agua mientras está construida la ataguía puede resultar muy útil para controlar el funcionamiento hidráulico de la misma, evitando así que se generen erosiones importantes (tanto por estrechamiento excesivo de la sección hidráulica como mala compactación del material que compone a la ataguía).</li></ul>
<b>Prácticas no recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Realizar monitoreos en menos puntos, o con frecuencia menor, o con menos parámetros que los declarados en el Plan de Monitoreo.</li><li>- Contratar mediciones a laboratorios y/o agentes externos no certificados, o cuyo equipamiento no cumpla con las condiciones mínimas requeridas. Además no se podrán omitir las firmas y timbres profesionales correspondientes en los informes.</li><li>- Realizar mediciones en las que no se cumplan con las condiciones mínimas establecidas en los protocolos, la normativa y los documentos contractuales de la obra (por ejemplo, MAV).</li></ul>






<b>Ficha:</b> <b>H04</b>	<b>Plan de capacitación</b>
<b>Objetivos</b>	Capacitar al personal de obra en todas las tareas referentes a la gestión ambiental de la obra, así como las consecuencias ambientales de la realización de prácticas no recomendadas (que no necesariamente están contenidas en las tareas de gestión ambiental).
<b>Aspectos ambientales</b>	No aplica.
<b>Factores ambientales</b>	No aplica.
<b>Normativa aplicable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Documentos licitatorios, incluyendo Manual Ambiental de la Administración correspondiente y PGA exigido al Constructor</li> <li>- Exigencias en AAP según Decreto 349/005 – Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental y autorizaciones ambientales</li> </ul>
<b>Instalaciones, equipos y suministros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sala de reuniones/conferencias con proyector o pantalla</li> <li>- Plan de capacitación de la empresa o institución</li> <li>- Acta de capacitación</li> </ul>
<b>Procedimientos</b>	<p>Los planes de capacitación de las empresas o instituciones cuyos cometidos incluyan construir o controlar obras de puentes, abarcan más allá del alcance de una única obra. Los procedimientos ambientales generalmente se abordan de manera genérica para el conjunto de obras que realiza o controla el organismo. Dicho esto, se deberá contar con personal capacitado en las obras tanto para cumplir con las exigencias de los controles de obra y las autoridades ambientales como para que el Constructor se asegure que los procedimientos de gestión ambiental previstos sean correctamente ejecutados.</p> <p>A modo de ejemplo se presenta un sencillo procedimiento para coordinar las capacitaciones en gestión ambiental:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- Establecer quién va a ser el disertante. Deseablemente será el encargado de gestión ambiental de la empresa o institución, quien debe tener una formación previa así como experiencia en gestión ambiental y obras civiles.</li> </ol>

Ficha: <b>H04</b>	<b>Plan de capacitación</b>
	<p>2- El disertante preparará los contenidos y la presentación de la capacitación en función de la demanda de capacitaciones a la que se verá enfrentado. Es usual que las capacitaciones se dividan en las siguientes categorías:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Inducción al momento en que el individuo es contratado o asignado a funciones de obra, siendo ésta una <b>capacitación inicial</b></li><li>• Capacitación periódica, en la que se refrescan contenidos y se actualizan las políticas, programas y procedimientos de la institución en materia de gestión ambiental, siendo ésta una <b>capacitación periódica</b></li><li>• Capacitación previa a una obra en particular, especialmente cuando haya aspectos ambientales críticos dentro de la misma (zonas protegidas, cauces con ecosistemas frágiles, contextos antrópicos diferenciales como la presencia de ciudades o turismo, etc.), siendo esta una <b>capacitación particular</b></li></ul> <p>3- Independiente al plan de capacitación que tendrá la empresa u organismo en particular, al momento de comenzar la obra la totalidad del personal deberá estar capacitado en gestión ambiental. En particular, se enlistan a modo ilustrativo los contenidos mínimos que deberán haber sido abordados en el conjunto de capacitaciones recibido por cada individuo:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Gestión de residuos sólidos: clasificación de los residuos, dónde se generan y su disposición final</li><li>• Gestión de efluentes líquidos: procedimientos de lavado de maquinaria y hormigón (qué se lava, dónde se lava, etc.), utilización de baños químicos y su limpieza</li><li>• Procedimientos de construcción: interacción con el cauce, demoliciones, ataguías, limpieza de vegetación y monte nativo, especies protegidas</li><li>• Manejo de faja pública: acopios en faja, manejo de material orgánico, mantenimiento de los drenajes</li><li>• Zona de trabajo: no inundabilidad, delimitación, sin hábitats de fauna, monte nativo ni especies protegidas</li></ul>

<b>Ficha:</b> <b>H04</b>	<b>Plan de capacitación</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Procedimientos ante contingencias: manejo de sustancias peligrosas, derrames, incendios, caída de escombros en cauce</li><li>• Emisiones a la atmósfera: regado de superficies, mantenimiento de equipos de producción de áridos, hormigón y mezcla asfáltica</li></ul> <p>La lista anterior incluye los contenidos mínimos a ser abordados, lo que no quiere decir que en distintas obras se generen contenidos específicos que pueda ser importante agregar. Es usual que se incluya la política ambiental de la empresa u organismo, la cual, debidamente presentada, indica su postura en lo referente a la gestión ambiental. En cuanto a la presentación de los contenidos, es usual que se utilicen los siguientes recursos:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Presentación de cada tarea o unidad de contenido (por ejemplo, gestión de residuos sólidos), junto con definiciones útiles y distintas explicaciones referentes a las mismas (objetivos de la tarea, personal asignado, responsables, insumos, etc.)</li><li>• Planes, programas y procedimientos de la empresa u organismo para cada tarea o conjunto de tareas</li><li>• Insumos, instalaciones y cartelería de obra correspondiente a cada tarea o conjunto de tareas</li><li>• Indicaciones de prácticas recomendadas y no recomendadas con sus respectivos ejemplos, y con ayuda visual de fotos y videos</li><li>• Espacio de preguntas y dudas</li></ul> <p>4- Realizar la capacitación de acuerdo a la demanda generada por la empresa u organismo. De acuerdo al porte de la presentación dado por la cantidad de asistentes, se podrán dar distintas situaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• En caso de grupos chicos (dos o tres personas), la capacitación podrá ser realizada en una sala de reuniones o contenedor de la obra con ayuda de una computadora permitiendo además que ésta sea más personalizada y fluida.</li><li>• En caso de grupos más grandes, es usual que se realice en salas de conferencias o comedores de los centros de las empresas u organismos, reproduciendo la</li></ul>

<b>Ficha:</b> <b>H04</b>	<b>Plan de capacitación</b>
	<p>presentación mediante proyector o monitor de televisión grande que permita visualizarla.</p> <p>5- Una vez finalizada la capacitación, el disertante deberá elaborar un acta de capacitación que hará firmar a cada asistente de manera de dejar constancia de la misma. Esto permitirá asegurar el orden, y proyectar la futura demanda de capacitaciones a realizar. Además, es usual que éstas se presenten en los informes periódicos de gestión ambiental cuando la obra es de carácter público (en obras de DNV, es usual que se presenten en los ITGA de la obra). En el acta deberán figurar algunos datos de manera de dejar la debida constancia de la capacitación, a saber:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Título de la presentación</li><li>• Fecha</li><li>• Hora y duración</li><li>• Lugar</li><li>• Disertante</li><li>• Pequeño resumen de los contenidos abordados (por ejemplo, “Residuos sólidos: clasificación, disposición final, suministros y política de la empresa”)</li><li>• Tabla para que los asistentes indiquen que fueron capacitados, la cual deberá incluir mínimamente: nombre, área dentro de la empresa o institución y firma</li></ul>

<p>Ficha:</p> <h1 style="margin: 0;">H04</h1>	<h2 style="margin: 0;">Plan de capacitación</h2>																																												
	<div style="text-align: center;">  <p><b>LISTADO DE ASISTENCIA</b></p> <p><b>TALLER:</b> "Taller Inducción a Gestión Ambiental en Obras Viales"  <b>FECHA:</b> 21/06/2022    <b>HORARIO:</b> 15:00hs a 16:00hs  <b>LUGAR:</b> Regional IV - Tacuarembó  <b>DISERTANTES:</b> Ing. Quím. Martín Goyeneche</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">NOMBRE Y APELLIDO</th> <th style="text-align: center;">GERENCIA / REGIONAL</th> <th style="text-align: center;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: center;">FIRMA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 10px;"><b>Figura 1 – Ejemplo de acta de asistencia a la capacitación.</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p><b>Figura 2 – Taller de capacitación en gestión ambiental a funcionarios de DNV.</b></p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><b>Figura 3 – Personal de obra recibiendo capacitación.</b></p> </div> </div>	NOMBRE Y APELLIDO	GERENCIA / REGIONAL	DOCUMENTO	FIRMA																																								
NOMBRE Y APELLIDO	GERENCIA / REGIONAL	DOCUMENTO	FIRMA																																										

<b>Ficha:</b> <b>H04</b>	<b>Plan de capacitación</b>
<b>Parámetros de control</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacitaciones requeridas/persona</li> <li>- Personal capacitado/mes</li> </ul>
<b>Indicadores de desempeño</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- % del personal capacitado debidamente previo al inicio de obra</li> </ul>
<b>Prácticas recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es importante y deseable que todo el personal reciba la capacitación completa en gestión ambiental. No es recomendable seleccionar contenidos según las tareas. La gestión ambiental es un conjunto de tareas y procedimientos a ser realizados por el personal en su conjunto (mandos altos, medios y bajos, así como peones y oficiales), por lo que es importante la ayuda mutua entre compañeros.</li> <li>- Acoplar el plan de capacitación en gestión ambiental con el correspondiente a SySO, ya que éste último cuenta con más difusión entre empresas constructoras de porte medio o pequeño (o que no estén certificadas en gestión ambiental), lo que permitirá a éstas comenzar gradualmente a capacitar en temas ambientales.</li> <li>- En cuanto a la ayuda visual de fotos y videos, incorporarlas también para mostrar las prácticas no recomendadas además de lo recomendable, puede tener un contenido pedagógico interesante y ayudar al entendimiento por parte de los asistentes (de lo que no hay que hacer, sus por qué y sus consecuencias).</li> <li>- Tomar fotos de las capacitaciones, a fin de ayudar a constatar las mismas y eventualmente a incentivar a realizar otras. El disertante deberá tomarlas y adjuntarlas al acta al momento de incorporarlas al registro de capacitaciones generales de la empresa (si es que hay, y sería deseable que así lo sea).</li> <li>- Incluir la normativa vigente (leyes, decretos, etc.) que apoyen los contenidos de las capacitaciones, lo cual además de ubicarlos en el marco legal, permitirá que los capacitados puedan volver a consultar las exigencias legales por su cuenta si lo necesitan.</li> </ul>
<b>Prácticas no recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las prácticas no recomendadas generalmente están asociadas a la falta de capacitación del personal, o a la falta de contenidos dentro de las mismas. Se asume aquí que no serán realizadas tareas de falsificación de capacitaciones o actas.</li> </ul>



<b>Ficha:</b>  <b>H05</b>	<b>Previsión de pasajes de fauna en puentes</b>
<b>Objetivos</b>	Establecer las condiciones de proyecto para los nuevos puentes, y de adaptación de puentes existentes, para permitir el pasaje de fauna (tanto terrestre como acuática) por debajo de la estructura, con el fin de mantener la conectividad ecológica del ecosistema y evitar la fragmentación de hábitats.
<b>Aspectos ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fragmentación de hábitat</li> <li>- Preservación de la conectividad del ecosistema</li> </ul>
<b>Factores ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fauna terrestre</li> <li>- Fauna acuática</li> <li>- Ecosistemas frágiles</li> </ul>
<b>Normativa aplicable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exigencias en AAP según Decreto 349/005 – Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental y autorizaciones ambientales</li> </ul>
<b>Instalaciones, equipos y suministros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Previsiones de pasaje de fauna en el proyecto del puente resultado de la CdP, EsIA, expedición de la AAP, estudios de atropellamientos, etc.</li> </ul>
<b>Procedimientos</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1- Establecer los estudios técnicos de carácter ambiental necesarios para el proyecto del puente. Esto dependerá de las condiciones necesarias para obtener las autorizaciones ambientales, pero también de la interacción con la comunidad, solicitudes de instituciones u ONG's asociadas a la biodiversidad para con el propietario del puente (por ejemplo, MTOP), antecedentes de experiencias (positivas y negativas) recogidas y divulgadas por la prensa, etc.</li> <li>2- Realizar los estudios técnicos ambientales necesarios para el proyecto del puente. Dichos estudios pueden incluir:             <ol style="list-style-type: none"> <li>a- Análisis de los hábitats cercanos al emplazamiento, incluyendo posible fragmentación por emplazamiento de terraplenes.</li> <li>b- Análisis estadístico de atropellamientos de fauna. Si resultara en que el puente impide el cruce de fauna en condiciones seguras (para los animales y para los usuarios de la ruta), esto podría resultar en un diseño alternativo de la señalización del puente o en la incorporación de alguna modificación en el proyecto.</li> </ol> </li> </ol>

<b>Ficha:</b> <b>H05</b>	<b>Previsión de pasajes de fauna en puentes</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>c- Análisis de las especies acuáticas cuyo en períodos de desove pasaje podría verse afectado por la fase de construcción del puente.</li><li>d- Análisis de socavación del lecho del cauce, ya que si se prevén las debidas protecciones para las fundaciones del puente, se puede evitar cambios en el flujo que afecten a las especies acuáticas que deben nadar por el curso de agua. A su vez, es recomendable ubicar pilas del puente en el centro del canal principal del curso de agua.</li><li>e- Otras condiciones cuyo estudio se exigido por las autoridades ambientales.</li></ul> <p>3- Prever las soluciones que puedan mitigar los efectos adversos del emplazamiento del puente, o bien facilitar el pasaje de fauna en condiciones seguras. A modo de ejemplo, se enlistan algunos de los elementos a prever:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a- Adaptar los puentes al pasaje de fauna. Esto se puede lograr alargando el puente, lo que permitirá que los animales no acuáticos crucen por una zona fuera de la planicie de inundación ubicada por debajo del puente.</li><li>b- Protecciones frente a socavaciones que evitan la afectación al lecho del cauce, el cual al cambiar su geometría puede dificultar el pasaje de la fauna acuática.</li><li>c- Señalización informativa, restricción de velocidad de circulación en la zona del puente y eventual vallado para impedir el cruce de fauna por la calzada.</li><li>d- En la fase de construcción, prever los desvíos de cauce fuera del período de desove o, en su defecto, adaptar los desvíos previendo el pasaje de fauna acuática.</li></ul>

Ficha:

**H05**

### Previsión de pasajes de fauna en puentes



Figura 1 – Vallado a pie de talud (MAGRAMA, 2015).

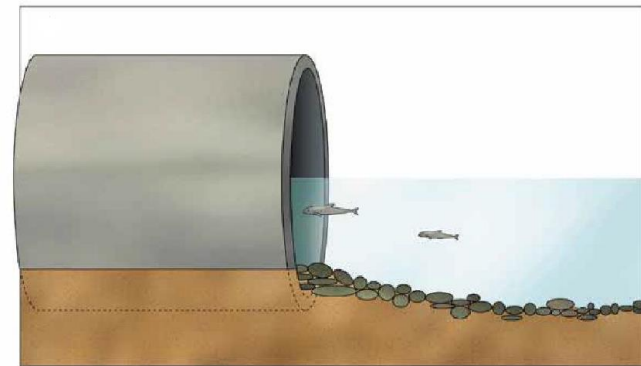


Figura 2 – Diseño correcto de paso de peces y organismos acuáticos (MAGRAMA, 2015).

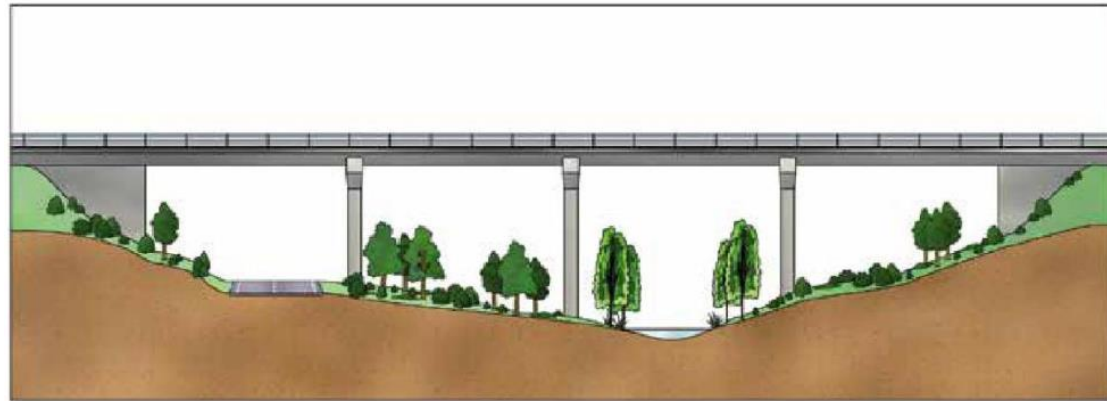




Figura 3 – Adaptación de longitud de puente para cruce de fauna (MAGRAMA, 2015).

<b>Ficha:</b>  <b>H05</b>	<b>Previsión de pasajes de fauna en puentes</b>	
	 <p data-bbox="701 767 1211 820">Figura 4 – Cartelería informativa de cruce de fauna.</p>	 <p data-bbox="1256 767 2013 820">Figura 5 – Cartelería informativa de cruce de fauna con restricción de velocidad.</p>
<b>Parámetros de control</b>	No aplica.	
<b>Indicadores de desempeño</b>	No aplica.	
<b>Prácticas recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En las etapas iniciales del proyecto del puente, investigar la existencia de datos de atropellamiento de animales en la zona de emplazamiento del puente.</li> <li>- En caso de que no se cuenten con datos, ya sea porque no existan o sean inaccesibles, puede encontrarse información valiosa desde este punto de vista en entrevistas con vecinos o gente de la zona.</li> <li>- Aunque no sea exigido para la expedición de la AAP, de encontrarse en zonas protegidas o de gran cantidad de atropellamientos, realizar los estudios pertinentes de manera de mitigar sus efectos.</li> <li>- En caso de encontrarse en zonas de altas cantidades de atropellos, prever la señalización informativa y la restricción de velocidad para luego monitorear la situación. En caso de que</li> </ul>	

<b>Ficha:</b> <b>H05</b>	<b>Previsión de pasajes de fauna en puentes</b>
	<p>la señalización no sea respetada, prever elementos más estrictos como control de velocidad por radar, colocación de inspectores de tránsito, etc.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Realizar los desvíos de cauce fuera del período de desove de las especies acuáticas del curso de agua, previendo desagües que permitan el pasaje de las especies.</li><li>- En caso de colocar vallados, verificar que los mismos no interfieran con la seguridad vial de la carretera. Generalmente, estos elementos deben colocarse a una determinada distancia de seguridad de la calzada.</li></ul>
<b>Prácticas no recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- En este caso las prácticas negativas están fundamentalmente asociadas al desconocimiento de la necesidad de aplicar estas medidas, principalmente por el hecho de ser aspectos de reciente aparición. Por lo que, para estos temas, se recomienda siempre realizar la consulta a especialistas externos, salvo en casos donde el puente estará emplazado en sitios ambientalmente sensibles. En estos últimos casos, el especialista no debería ser externo y es recomendable que forme parte del equipo que realice el proyecto o el Estudio de Impacto Ambiental.</li><li>- Se pueden catalogar como “prácticas negativas” las deficiencias en los diseños de los pasajes de fauna que traerán como consecuencias las aparejadas a no haber construido ninguno de éstos. Esto es, desperdicio de recursos materiales, fragmentación de hábitats, aumento (o no reducción) de atropellamientos, etc.</li></ul>


Ficha: <b>H06</b>	<b>Manejo ambiental de derrames e incendios</b>
<b>Objetivos</b>	Emplear las medidas adecuadas para el correcto manejo ambiental ante pequeños derrames e incendios, priorizando la correcta recuperación ambiental de la zona y la adecuada gestión de los residuos.
<b>Aspectos ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Generación de residuos sólidos</li> <li>- Invasión al hábitat de fauna terrestre y acuática</li> <li>- Retiro de vegetación</li> </ul>
<b>Factores ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aguas superficiales: sustancias químicas, nutrientes</li> <li>- Aguas subterráneas: sustancias químicas</li> <li>- Suelos: sustancias químicas, nutrientes</li> <li>- Flora: vegetación, monte nativo</li> <li>- Fauna: fauna terrestre, fauna acuática</li> <li>- Ambiente antrópico: bienes materiales</li> </ul>
<b>Normativa aplicable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ley 19.829 – Ley de Gestión Integral de Residuos</li> <li>- Documentos licitatorios, incluyendo Manual Ambiental de la Administración correspondiente y Plan de Contingencias exigido al Constructor</li> <li>- Decreto 849/988 – Reglamentación de la Prevención y Combate de Incendios Forestales</li> <li>- Normativa aplicable de la Dirección Nacional de Bomberos</li> </ul>
<b>Instalaciones, equipos y suministros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kit antiderrame</li> <li>- Retroexcavadora</li> <li>- Suministro de gestión de residuos especiales</li> </ul>
<b>Procedimientos</b>	<p>En primer lugar, se destaca que en esta Ficha se tratarán las medidas a aplicar una vez generada la contingencia. Por ende, no se incluyen en esta Ficha las medidas preventivas ni los protocolos para apagar incendios.</p> <p>A continuación se destacan los procedimientos a emplear para los dos tipos de contingencia indicadas.</p>



<b>Ficha:</b> <b>H06</b>	<b>Manejo ambiental de derrames e incendios</b>
	<p><b><u>Derrames sobre superficies</u></b></p> <p>1- Identificar la sustancia derramada y el tipo de superficie afectada en el menor tiempo posible, obturando la fuente de ser necesario. Las sustancias que se contemplarán en este procedimiento son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Aceites y grasas</li><li>• Agua de lavado de hormigón</li><li>• Combustibles</li><li>• Pinturas</li><li>• Productos asfálticos</li><li>• Otras sustancias químicas</li></ul> <p>En cuanto a las superficies afectadas, los procedimientos se activarán si las mismas corresponden a superficies permeables o que escurran directamente al curso de agua, independientemente de su naturaleza y su compactación.</p> <p>2- Se deberá clasificar al derrame de acuerdo a la extensión de la superficie afectada, de manera de actuar conforme a la afectación. Dependerá del Constructor en su Plan de Contingencias adoptar la clasificación de acuerdo al diámetro del área afectada por el derrame o del volumen de sustancia derramada, pudiendo existir una u otra clasificación. A modo de ejemplificar, a continuación se clasificarán a los derrames de acuerdo al diámetro del área afectada:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Pequeño derrame: diámetro aproximado menor a 1,0 m</li><li>• Derrame mediano: diámetro aproximado entre 1,0 y 5,0 m</li><li>• Gran derrame: diámetro aproximado mayor a 5,0 m</li></ul> <p>3- Una vez clasificado el derrame, se deberá proceder a actuar, adoptando las medidas correspondientes. A continuación se ejemplificará el accionar para cada caso adoptando una solución estándar, sin desmedro de poder aplicar otras medidas de igual eficacia.</p> <p>i- Pequeño derrame: puede ser combatido utilizando un kit antiderrame, el cual consiste en aplicar un material absorbente sobre el derrame para luego realizar el</p>

<b>Ficha:</b> <b>H06</b>	<b>Manejo ambiental de derrames e incendios</b>
	<p>retiro del mismo y del material contaminado mediante una pala. Los kits pueden ser adquiridos, los cuales contienen paños de materiales absorbentes industrializados, o bien pueden ser “caseros” utilizando material granular absorbente (es decir, de buena permeabilidad como, por ejemplo, arenas medianas a gruesas).</p> <ul style="list-style-type: none"><li>ii- Derrame mediano: puede ser combatido a través de la aplicación de material granular permeable para absorber la sustancia derramada, para luego retirarlo junto con el resto de material contaminado mediante retroexcavadora.</li><li>iii- Derrames grandes: los derrames grandes deberán ser combatidos mediante procedimientos más complejos, los cuales deberán ser previstos e indicados en los Planes de Contingencias del Constructor.</li></ul> <ul style="list-style-type: none"><li>4- Realizar el retiro de todos los elementos alcanzados por el derrame, disponiéndolos como residuos especiales de acuerdo a los procedimientos indicados en las Ficha D11, incluyendo al kit antiderrame utilizado.</li><li>5- Finalmente, se deberán reacondicionar las superficies afectadas, rellenando las zonas que hayan sido desmontadas para retirar el material contaminado. En el caso de que la superficie original haya estado cubierta por vegetación, se deberá resembrar la misma o, en su defecto, colocar una capa de material orgánico labrado de manera de favorecer el crecimiento de pasto.</li></ul> <p><b><u>Derrames sobre cursos de agua</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>1- Identificar la sustancia y fuente del derrame, obturándola de ser necesario.</li><li>2- Determinar en el menor tiempo posible la dirección y ruta del flujo, de manera de identificar además los posibles drenajes y elementos potencialmente afectados.</li><li>3- Releva las superficies afectadas, actuando sobre los derrames de acuerdo al procedimiento para derrames sobre superficies.</li><li>4- Establecer puntos de muestreo, representativos de todos los drenajes y cursos de agua afectados, de manera de monitorear las afectaciones a la calidad del agua. Los</li></ul>

<b>Ficha:</b> <b>H06</b>	<b>Manejo ambiental de derrames e incendios</b>
	<p>parámetros a medir dependerán de la naturaleza de la sustancia derramada. En caso de constatarse afectaciones a la calidad del agua, se activarán los protocolos establecidos previamente en los Planes de Contingencia del Constructor (el cual debe estar incluido siempre en el PGA), o en su defecto se deberán elaborar en un plazo máximo de 24 horas, y además se deberá informar del incidente a la DINACEA (y a OSE, si es que aguas abajo se encuentra una toma de agua para potabilizar) con el objetivo de coordinar las acciones correspondientes.</p> <p><b><u>Pequeños incendios</u></b></p> <p>Este procedimiento se deberá realizar una vez apagado el incendio, contando con la anuencia de los equipos de emergencia actuantes y, de haberse requerido su actuación, de los bomberos, para ingresar a la zona afectada.</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1- Identificar y relevar las zonas afectadas por la expansión del fuego. En caso de que el incendio haya sido causado por la reacción o explosión de sustancias químicas, se deberán relevar también las superficies contaminadas con humos de sustancias tóxicas.</li><li>2- Realizar el retiro de todos los elementos afectados por el fuego y por los humos, disponiéndolos como residuos especiales de acuerdo a los procedimientos indicados en la Ficha D11. Se podrán separar aquellas fracciones de materiales inertes que no resultaran quemados ni contaminados con humos como tierra, escombros, etc. Estos últimos serán gestionados como residuos de acuerdo a su composición.</li><li>3- Finalmente, se deberán reacondicionar las superficies afectadas, rellenando las zonas que hayan sido desmontadas para la realizar la remoción de elementos afectados por el incendio. En el caso de que la superficie original haya estado cubierta por vegetación, se deberá resembrar la misma o, en su defecto, colocar una capa de material orgánico labrado de manera de favorecer el crecimiento de pasto.</li></ol>

<b>Ficha:</b>  <b>H06</b>	<b>Manejo ambiental de derrames e incendios</b>	
		
<b>Parámetros de control</b>	<p style="text-align: center;"><b>Figura 1 – Capacitación de personal de obra en materia de combate de incendios.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificación periódica de los elementos correspondientes a procedimientos de acción en caso de contingencias.</li> </ul>	
<b>Indicadores de desempeño</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificación de los elementos correspondientes a procedimientos de acción en caso de contingencias por unidad de tiempo (semana, quincena, etc.)</li> <li>- m<sup>3</sup> residuos generados (por tipo de residuo, por evento correspondiente a contingencia)</li> <li>- Áreas afectadas (por evento correspondiente a contingencia)</li> <li>- Pérdidas materiales (por evento correspondiente a contingencia)</li> <li>- Tiempo de respuesta para implementación de mecanismo de acción</li> <li>- Informes remitidos a las autoridades (cantidad y tiempo de demora desde ocurrencia de eventos)</li> </ul>	
<b>Prácticas recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacitar al personal de la obra en tareas de esta índole permitirá actuar de manera adecuada, rápida y eficaz, evitando el incremento de las afectaciones.</li> <li>- Implementar las medidas de manera rápida, con el fin de no permitir que las contingencias afecten a mayores superficies.</li> </ul>	

<b>Ficha:</b>  <b>H06</b>	<b>Manejo ambiental de derrames e incendios</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar el mantenimiento y el chequeo de todos los recipientes, tanques y equipos que contengan sustancias químicas contaminantes, de manera de prevenir los posibles derrames. En ese sentido, la capacitación en las medidas preventivas cobra especial importancia.</li> <li>- Verificar periódicamente que todos los elementos necesarios para la actuación ante una contingencia se encuentren en condiciones adecuadas de ser usado y en los sitios indicados en la capacitación del personal.</li> <li>- Contar en obra con un Plan de Emergencias de nivel operativo elaborado por un Técnico Prevencionista, que incluya los teléfonos de emergencias que puedan ser necesarios (bomberos, policía, emergencia móvil, etc.).</li> <li>- Realizar un informe posterior a la contingencia ocurrida, indicando causas, condiciones o prácticas inseguras y mecanismos de acción implementados, permitirá afinar luego los procedimientos contribuyendo también a la mejora continua de éstos últimos. Estos informes deberán ser remitidos a la inspección de la obra y a la autoridad correspondiente (DINACEA, DNB, DINAGUA, MTSS, etc.).</li> </ul>
<b>Prácticas no recomendadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No actuar con celeridad ante estas contingencias, permitiendo la expansión de los derrames, emisiones de humos, presencia de material vegetal parcialmente quemado que pueda atraer vectores, etc.</li> <li>- No capacitar al personal en actuación frente a contingencias, y a las medidas preventivas (por ejemplo, manipulación adecuada de sustancias químicas).</li> <li>- No contar con el equipamiento necesario para actuar frente a estas contingencias (kit antiderrame, extintores, pala, retroexcavadora, etc.).</li> <li>- No dar informe a la DINACEA u OSE en caso de corresponder por la magnitud o localización del siniestro.</li> </ul>

## 5. CONCLUSIONES

### 5.1. Síntesis final

En el presente trabajo se analizaron las prácticas locales de gestión ambiental, enfocándose en las obras de puentes carreteros.

En primer lugar, se analizó el estado actual de la gestión ambiental y su papel en las obras de la DNV, institución bajo cuya órbita se encuentran las obras de este tipo. Se analizaron las herramientas disponibles para la gestión ambiental y las obligaciones del Contratista al momento de firmar un contrato de obra pública con esta institución.

A partir de la base de datos de gestión ambiental de dicha institución, se procedió a extraer de la misma el conjunto de obras correspondiente a todos los contratos específicos de puentes en un intervalo de tiempo dado (fue considerado desde el año 2014 al 2019 inclusive). Para las obras de este conjunto, se recopilaron todos los informes de auditorías ambientales tanto de DNV como de CVU.

En función de los incumplimientos constatados en este conjunto de auditorías, se clasificaron tales incumplimientos de acuerdo a su temática con el fin de encontrar las deficiencias más recurrentes en la gestión ambiental, si es que las había. Efectivamente, se encontraron a estos efectos tres categorías en particular cuya frecuencia de repetición era superior al resto: autorizaciones ambientales, gestión de residuos sólidos y gestión de efluentes provenientes de la producción y lavado de hormigón.

A estas tres temáticas se le sumó la operación de canteras para extracción de áridos y trituración de piedra, para luego realizar una revisión bibliográfica con el fin de ahondar en los conceptos teóricos claves, las prácticas adecuadas, la normativa vigente y la situación en Uruguay de algunos aspectos en particular.

Finalmente, se realizó una serie de fichas temáticas para cada una de las tareas más importantes de una obra de puentes carreteros. En cada una de ellas, se introdujeron los procedimientos básicos de gestión ambiental, la normativa vigente, las prácticas recomendadas y las que no lo son, así como los factores ambientales potencialmente afectados por los impactos de cada una de las actividades. Además, se buscó apoyar visualmente algunos de los contenidos con material fotográfico, con el fin de ilustrarlos y facilitar su comprensión.

### 5.2. Conclusiones del trabajo

Las conclusiones que resultan del presente trabajo son las siguientes:

- Existen y están claramente definidas las herramientas de gestión ambiental en las obras públicas de puentes carreteros en Uruguay. Se identificó la jerarquía de los documentos técnicos, entre los que se destaca el Manual Ambiental para



Obras Viales de DNV, que contiene las especificaciones ambientales que toda obra vial debe cumplir bajo la órbita de dicha institución.

- Se logró identificar un conjunto de falencias de mayor recurrencia en la gestión ambiental de las obras de puentes analizadas, en contraposición con otros tipos de deficiencias que no son habituales.
- Se realizó una búsqueda bibliográfica referida a las falencias determinadas en el punto anterior, sobre la cual se constataron inconvenientes como falta de bibliografía de corte académico en el tema, falta de normativa o simplemente prácticas deficientes o ausentes de gestión por parte de los Contratistas.
- Se generó una serie de 41 fichas temáticas que pretendieron abarcar de la manera más exhaustiva posible las actividades más importantes con incidencia en la gestión ambiental de la obra. En ellas se recapitulaban procedimientos extraídos de la bibliografía, así como buenas y malas prácticas actuales cuya fuente parte de la experiencia local. Además, se recopilaron fotografías de obras extraídas del SEGAO, visitas a obra y de consultorías ambientales anteriores en DNV, con el fin de apoyar visualmente las explicaciones contenidas en las fichas y las reafirman.

### 5.3. Recomendaciones prácticas

Tal como se menciona en las conclusiones, existen y están bien definidas las herramientas de gestión ambiental en las obras de puentes carreteros en Uruguay. Entre ellas se mencionaron las siguientes:

- Contrato, pliegos y MAV, que contienen las especificaciones y obligaciones ambientales a asumir por el Contratista
- Contralor de la obra, usualmente comprendido por el equipo de Dirección de Obra dispuesto por la Administración
- Auditorías ambientales
- Rubro Gestión Ambiental, retenciones y suspensiones de su pago
- Multas

Como recomendaciones prácticas para la mejora de la gestión ambiental de esas obras, se consideran las siguientes medidas:

- Actualización periódica de las especificaciones y exigencias ambientales para las obras, implicando actualización del MAV y de los pliegos con menores periodicidades a las actuales en Uruguay (por ejemplo, entre ambas versiones del MAV transcurrieron 17 años)
- Mayores recursos volcados hacia la gestión ambiental de las obras, esto es, mayor presencia en las obras, más cantidad de auditorías ambientales y más capacitación hacia el personal (este punto es en su totalidad válido tanto para la Administración como para las empresas constructoras)

- Sanciones más robustas por parte de la Administración para los incumplimientos de gestión ambiental, como por ejemplo:
  - Posibilidad de establecer multas cotizables cuyo valor representen verdaderamente los costos ambientales asociados al incumplimiento ya que, en algunos casos, éstos últimos exceden en gran medida a la multa máxima planteada (el MAV establece el valor por defecto de la multa en 10.000 UI (Unidades Indexadas), aproximadamente 1.400 dólares al mes de octubre del 2022). Por ejemplo, se podrían tabular una serie de incumplimientos con su respectivo costo ambiental asociado (o que éste pueda ser calculado a partir de costos unitarios y/o parámetros medibles) y que el Contratista lo acepte al momento de la firma del contrato.
  - Establecer un sistema de penalizaciones a los Contratistas que superen una cierta cantidad de incumplimientos de carácter ambiental, o que hayan recibido multas al respecto. Estas penalizaciones deberían incluir la posibilidad de excluir a la empresa de presentarse a determinadas licitaciones, de manera de obligarlas a incorporar a la gestión ambiental dentro de las categorías de calidad de la obra.

#### 5.4. Líneas de trabajo a futuro

A partir de lo realizado en el presente trabajo, se recomiendan las siguientes líneas de trabajo futuras, que permitirán la profundización en el tema y su implementación en otros contextos:

- Analizar la evolución referida a la clasificación de los incumplimientos de gestión ambiental, para las obras de puentes más recientes (año 2020 en adelante) con el fin de estudiar si las falencias críticas en la gestión ambiental determinadas en este trabajo continúan siendo las mismas, y considerando además la evolución de la normativa y las exigencias de carácter ambiental
- Profundizar en los conceptos abordados en este trabajo y comparar la situación uruguaya con la de los otros países de la región, pudiendo incluso resultar en la elaboración de fichas más completas que incluyan procedimientos más detallados y actualizados
- Diversificar el trabajo a otros tipos de obras, que tengan otro conjunto de características, problemáticas e impactos ambientales negativos (por ejemplo, represas, edificios, obras industriales, obras de infraestructura urbana, etc.)
- Diversificar el análisis de incumplimientos y las herramientas de gestión ambiental realizado en este trabajo para obras de jurisdicción departamental, que usualmente corresponden a obras de menor porte y presupuesto, y con estructuras de gestión ambiental más reducidas.

## 5.5. Reflexión personal

Como reflexiones personales, se destaca que se experimentaron diversas dificultades al momento de proponer realizar un trabajo como éste referido a la temática de la gestión ambiental de obras.

La temática de la gestión ambiental no es particularmente nueva, por ejemplo, en Uruguay comenzó incipientemente en la década de 1990. No obstante, continúa siendo un tema emergente y que requiere un cambio de mentalidad en los distintos actores involucrados. Además, contó con la particularidad de que existe poca bibliografía de corte académico, en contraposición con el conocimiento basado en la experiencia del cual se cuenta con una gran cantidad de material ya que DNV cuenta con un activo muy importante, no solo para el control de las obras sino para la capacitación del personal, que es el SEGAO.

El cambio de mentalidad requerido para incorporar a la materia de gestión ambiental dentro del conjunto de cualidades que debe cumplir una obra, debe estar motivado por la capacitación de un número creciente de técnicos y de personal en general. No obstante, y tal como se puede concluir de las Fichas, muchos elementos están perfectamente acoplados a conceptos y técnicas propias de la Ingeniería Civil, por lo que cobra gran importancia la presencia y participación del ingeniero de la obra en la gestión ambiental. Más aún, el ingeniero como responsable de la obra, es el responsable de todos sus elementos incluyendo la gestión ambiental, por lo que debe actuar en ese sentido, según su ética personal y profesional de la misma manera que lo haría con los demás aspectos.

Por otra parte, se puede notar en la experiencia una mayor sensibilidad en los ingenieros jóvenes en materia ambiental, lo que puede estar relacionado al hecho de que se han incorporado asignaturas ambientales obligatorias en los planes de estudio más actualizados de la carrera. Sin embargo, la carrera de Ingeniería Civil tiene, como gran falencia, que no contiene un curso específicamente dedicado a la gestión ambiental de obras, por lo que los conceptos teóricos de carácter genérico deben aterrizar en campo y el aprendizaje estando en las obras resulta fundamental e indispensable.

En cuanto a la evolución de las exigencias ambientales para las obras públicas, puede apreciarse que los tiempos de demora en las actualizaciones de los documentos exceden en gran medida a los deseados, y más en una materia emergente y que cada vez cobra mayor importancia en el ámbito internacional (ya sea por el cambio climático, la deforestación, o simplemente por las políticas de Estado o de los entes financiadores). Han transcurrido 17 años para la actualización de la primera versión del MAV, lo que ha sido ayudado también de una burocracia interna del Estado, que lo llevó a demorar 5 años en promulgar ambas versiones del MAV (tanto en el año 1998 como en el 2015), lo cual muestra el poco avance en dicho sentido. Además,

debe tenerse en cuenta la normativa faltante en determinados temas, como la contaminación acústica, así como las normativas de temas claves que fueron aprobadas recientemente luego de varios años de constatada la necesidad (decreto de calidad de aire, ley de residuos sólidos, etc.).

En ese sentido, es importante el aprovechamiento del SEGAO como activo de la Administración. Se cuenta en dicha base de datos con vasta información resultado de varios años de recolección en el marco de la gestión ambiental de las obras de DNV, por lo que es importante que se valore tanto por la Administración como por la Academia y que dicha información no se encuentre “perdida” dentro de una base de datos sin ser debidamente aprovechada. En parte, este trabajo generó un primer antecedente. La gran cantidad de información y la diversidad de las prácticas de gestión ambiental (ya sean buenas prácticas o incumplimientos) que se encuentran documentadas, podrían ser de gran utilidad para futuras revisiones del Manual Ambiental y del Pliego General de DNV, y hasta para la generación de guías y otros manuales en la temática.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

Albert, L. *Introducción a la Toxicología Ambiental*. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. México, 1997.

Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). Norma UNE-EN 12.341:1999 – *Calidad del aire: Determinación de la fracción PM 10 de la materia particulada en suspensión*.

Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). Norma UNE-EN 12.341:2015 – *Aire ambiente: Método de medición gravimétrico normalizado para la determinación de la concentración másica PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub> de la materia particulada en suspensión*.

Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). Norma UNE-EN 14.097:2006 – *Calidad del aire ambiente: Método gravimétrico de medida para la determinación de la fracción másica PM 2,5 de la materia particulada en suspensión*.

Bajsa, S. Presentación *Disposición final de residuos en Montevideo, del vertedero a la recuperación de materiales*. Seminario web *Disposición final de residuos: experiencias de gobiernos departamentales* en PNUD, Uruguay. 2020.

Barkan D. D. *Dynamics of Bases and Foundations*. Mc. Graw – Hill Book Company. Nueva York, 1962.

Bohórquez, D. *Determinación del potencial de restauración ecológica en el Parque Nacional Enrique Olaya Herrera, II Etapa*. Colombia Forestal, vol. 16. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, 2013.

British Standards Institution (BSI). British Standard BS 5.228-1:2009 – *Code of practice for noise and vibration control on construction and open sites. Part 1: Noise*.

British Standards Institution (BSI). British Standard BS 5.228-1:2009 – *Code of practice for noise and vibration control on construction and open sites. Part 2: Vibration*.

Carnicero, A.; Mateo Bermejo, J.; Alarcón Álvarez, E. (1996). *La normativa española sobre ruido y vibraciones generadas por el tráfico*. II Symposium Ingeniería de los Transportes. Madrid, 1996.

Chin, D. *Water-Quality Engineering in Natural Systems: Fate and Transport Processes in the Water Environment, Second Edition*. John Wiley & Sons Publications. 2013.

Conesa Fernández - Vítora, V. *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental, 4ta edición*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, 2010.

Convenio DNV – MTOP e IMFIA – FING – UdelaR. *Directivas de Diseño Hidrológico – Hidráulico de Alcantarillas*. 2000.

Copeland, A. *Reclaimed asphalt pavement in asphalt mixtures: State of the practice* (Publication No. FHWAHRT-11-021). 2011.

Corporación Vial del Uruguay S.A. *Manual de Mejores Prácticas Ambientales*. Montevideo, 2012.

Decreto 16.566 de la Intendencia de Montevideo

Decreto 253/979 – *Prevención de la contaminación de las aguas*

Decreto 9/990 – *Texto ordenado del Pliego de Condiciones de la Dirección Nacional de Vialidad para la construcción de puentes y carreteras*

Decreto 91/993 – *Certificado de importación – Armas de fuego – Artefactos explosivos – Municiones – Sustancias químicas*

Decreto 373/003 – *Regulación del manejo y disposición de baterías de plomo y ácido usadas o a ser desechadas*

Decreto 560/003 – *Reglamento nacional sobre transporte de mercancías peligrosas por carretera*

Decreto 349/005 – *Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental y autorizaciones ambientales*

Decreto 260/007 – *Reglamentación de la Ley 17.849 sobre reciclaje de envases*

Decreto 586/009 – *Reglamentación sobre residuos sanitarios*

Decreto 315/010 – *Plan de Gestión de Residuos de Envases*

Decreto 69/011 – *Reglamentación sobre las limitaciones al contenido de plomo en pinturas y barnices*

Decreto 182/013 – *Reglamentación del Art. 21 de la Ley 17.283 (reglamentación para la gestión de residuos sólidos industriales y asimilados)*

Decreto 125/014 – *Seguridad e higiene en la industria de la construcción*

Decreto 358/015 – *Reglamentación de gestión de neumáticos y cámaras fuera de uso*

Decreto 368/018 – *Aprobación de medidas para que los usos de las aguas públicas aseguren que el caudal que permita la protección del ambiente y criterios de manejo ambientalmente adecuados de las obras hidráulicas*

Decreto 3/019 – *Medidas de prevención y reducción del impacto ambiental derivado de la utilización de bolsas plásticas*

Decreto 345/020 – *Reglamentación de la Ley 19.247, Art. 38 bis de la ley 19.315 y Art. 30 bis de la Ley 19.775, relativos a la tenencia, porte, comercialización y tráfico de armas de fuego, municiones, explosivos y otros materiales relacionados. Derogación del Decreto 377/016*



Decreto 135/021 – *Reglamento de calidad de aire*

Decreto-Ley 14.859 – *Código de Aguas*

Decreto-Ley 15.242 – *Código de Minería*

Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente (DAMA). *Protocolo Distrital de restauración ecológica*. Bogotá, 2000.

Deutsches Institut für Normung (DIN). Norma DIN 4.150-2:1999 – *Structural vibration – Human exposure to vibration in buildings*.

Deutsches Institut für Normung (DIN). Norma DIN 45.669-1:2010 – *Measurement of vibration immission – Part 1: Vibration meters – Requirements and tests*.

Digesto Departamental de la Intendencia de Montevideo.

DINAGUA – MVOTMA. *Regionalización y Correlaciones de Parámetros Hidrológicos*. Montevideo, 2011.

DINAMA – MVOTMA. *Calidad de aire en exteriores*. 2015.

Directiva 75/442/CEE de la Unión Europea

Directiva 1999/30/CE de la Unión Europea

Directiva 2002/49/CE de la Unión Europea

Directiva 2008/98/CE de la Unión Europea

DNV – MTOP. *Ábaco del Ing. Federico Capurro*.

DNV – MTOP. *Manual Ambiental para Obras Viales* aprobado por el Decreto 10/020. Montevideo, 2015.

DNV – MTOP. *Manual Ambiental para Obras y Actividades del Sector Vial* aprobado por el Decreto 176/003. Montevideo, 1998.

Dos Santos, V.; Anatolievich, V.; Matoski, A. *Reúso de água e resíduos de lavagem de caminhões betoneiras: análise do efeito na resistência à compressão em novos concretos*. Revista Matéria, 2017.

Duda, W. *Manual Tecnológico del Cemento*. Editores Técnicos Asociados S. A. Barcelona, 1977.

Environmental Protection Agency (EPA). *AP-42, Fifth Edition Compilation of Air Pollutant Emissions Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources*. EEUU, 2015.

Federal Highway Administration (FHWA) (2006a). *FHWA Highway Construction Noise Handbook, Final Report*. Washington D. C., 2006.

Federal Highway Administration (FHWA) (2006b). *FHWA Roadway Construction Noise Model, User's Guide*. Washington D. C., 2006.

Forteza, A. *Apuntes de Caminos y Calles 1*, 2da Edición. Instituto de Estructuras y Transporte – Facultad de Ingeniería – Universidad de la República. Montevideo, 1992.

Gómez Villarino, A. *El paisaje: Diseño de una metodología para su análisis, diagnóstico, planificación e inclusión en los procesos de toma de decisiones*. Tesis doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos – Universidad Politécnica de Madrid. 2012.

González, A. E. *Acústica Ambiental, Cuaderno I: Conceptos introductorios*. Convenio DINAMA – IMFIA – DIA. Montevideo, 2017.

González, A. E.; Gianoli, P.; Ramírez, L.; Suárez, I. *Ruido de alarmas. Documento de Trabajo N°3*. Convenio IM – FJR – DIA – IMFIA. Montevideo, 2021.

Grupo BITAFAL. *Revista Haciendo Caminos #76*. Montevideo, 2016.

Grupo GESTA Aire (2012a). *Propuesta de estándares de calidad de aire*. 2012.

Grupo GESTA Aire (2012b). *Propuesta de estándares de emisiones de fuentes fijas*. 2012.

Grupo GESTA Aire (2012c). *Propuesta de estándares de emisiones de fuentes móviles*. 2012.

Grupo GESTA Ruido (2014a). *Guía de Estándares de Contaminación Acústica*. 2014.

Grupo GESTA Ruido (2014b). *Protocolo de Medición de Niveles de Presión Sonora en Inmisión*. 2014.

Grupo GESTA Ruido (2014c). *Guía para la Medición de Niveles de Emisión Sonora en Vehículos Automotores*. 2014.

Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Norma IRAM 1.601:2012 – *Agua para morteros y hormigones de cemento Portland*

Instituto Geológico y Minero de España (IGME). *Manual de perforación y voladura de rocas*. Madrid, 1987.

Instituto Tecnológico Geominero de España (ITGE). *Manual de restauración de terrenos y evaluación de impactos ambientales en minería*. Madrid, 1989.

Instituto Uruguayo de Normas Técnicas. Norma UNIT 1.050:2005 – *Proyecto y ejecución de estructuras de hormigón en masa o armado*.

Instituto Uruguayo de Normas Técnicas. Norma UNIT 1.239:2017 – *Identificación y clasificación de residuos*.

Instituto Uruguayo de Normas Técnicas. Serie de Normas UNIT-ISO 14.000 – *Sistemas de Gestión Ambiental*.

Intendencia de Montevideo. *Plan Director de Residuos Sólidos de Montevideo y Área Metropolitana, Tomo IV: Residuos de Obra Civil*. Montevideo, 2004.

Intendencia de Montevideo; Banco Interamericano de Desarrollo; Roda, C.; Consultora Tecnalía. *Consultoría en Estrategia de Valorización y Disposición Final de Residuos de Construcción y Demolición para Montevideo*. Montevideo, 2019.

International Standard Organization. ISO Standard 1.996-1:2003 – *Acoustics – Description, measurement and assessment of environmental noise – Part 1: Basic quantities and assessment procedures*.

International Standard Organization. ISO Standard 2.631-1:1997 – *Mechanical vibration and shock – Evaluation of human exposure to whole-body vibration – Part 1: General requirements*.

International Standard Organization. ISO Standard 9.613 – *Acoustics – Attenuation of sound during propagation outdoors*.

International Standard Organization. ISO Standard 16.063 – *Methods for the calibration of vibration and shock transducers*.

Johansen, V.; Klemm, W.; Taylor, P. *Why chemistry matters in concrete*. ACI Concrete International, 2002.

Kinsler, L. *Fundamentos de Acústica*. Ed. LIMUSA Wiley. 1995

Koch, S.; Huntington, G.; Khaled, K. *Performance of Reclaimed Asphalt Pavement on Unpaved Roads*. Universidad de Wyoming, Centro de Transferencia de Tecnológica de Wyoming, Estados Unidos. 2013.

Kogan, P. *Análisis de la eficiencia de la ponderación “A” para evaluar efectos del ruido en el ser humano*. Tesis presentada como parte de los requisitos para optar al Grado Académico de Licenciado en Acústica y al Título Profesional de Ingeniero Acústico, Universidad Austral de Chile. Valdivia, 2004.

Leiva-Villacorta, F.; Vargas-Nordbeck, A. *Mejores prácticas para diseñar mezclas asfálticas con pavimento asfáltico recuperado (RAP)*. Revista Infraestructura Vial, LanammeUCR. Costa Rica, 2017.

Ley 9.515 – *Ley Orgánica Municipal*

Ley 16.112 – *Creación del Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente*

Ley 16.466 – *Ley de Evaluación de Impacto Ambiental*

Ley 17.234 – *Declaración de interés general al Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas*

Ley 17.283 – *Ley de Protección del Medio Ambiente*

Ley 17.852 – *Prevención, vigilancia y corrección de la contaminación acústica*

Ley 19.829 – Ley de Gestión Integral de Residuos

Ley 19.889 – Ley de urgente consideración

Metcalf & Eddy. *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse, 4<sup>th</sup> Edition*. McGraw Hill. 2003.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA). *Prescripciones técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales (segunda edición, revisada y ampliada)*. Madrid, 2015.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT). *Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire – Manual de diseño de sistemas de vigilancia de la calidad del aire*. Bogotá, 2010.

Ministerio de Energía y Minas (MINEM). *Guía para la evaluación de impactos en la calidad del aire por actividades minero metalúrgicas*. Lima, 2007.

Ministerio de Fomento; Ministerio de Medio Ambiente; Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX). *Manual de Empleo de Caucho de NFU en Mezclas Bituminosas*. España, 2007.

Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) (1993a). *Guía metodológica para el estudio físico y la planificación*. Series Monográficas. Madrid, 1993.

Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) (1993b). *Manual para el control y diseño de voladuras en obras de carreteras*. Madrid, 1993.

Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. *Código Estructural*, aprobado por el Real Decreto 470/2021. España, 2021.

Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente, DINAMA. *Guía: Valores para prevenir la contaminación acústica, v2*. 2018.

Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente. *Guía para la Solicitud de la Autorización Ambiental Previa*. Resolución Ministerial 1354/009 del Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente.

Ministère de l'environnement et du cadre de vie; Ministère de Transports; Centre d'Études des Transports Urbains (CETUR). *Guide du bruit de transports terrestres – Prévision des niveaux sonores*. Francia, 1980.

Muñoz-Pedrerros, A. *La evaluación del paisaje: una herramienta de gestión ambiental*. Revista Chilena de Historia Natural. Chile, 2004.

Obando, M.A. *Comprobación de curvas de aceptabilidad por vibraciones según norma ISO 2631:2-1989 en oficinas adyacentes a salas de máquinas de edificio Millenium y edificio Bosque Norte*. Tesis de Grado Presentada como parte de los requisitos para optar al grado de licenciado en Acústica, Universidad Austral de Chile. Valdivia, 2002.

Organización de las Naciones Unidas (ONU). *Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM)*. 2000.

Organización de las Naciones Unidas (ONU). *Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)*. 2015.

Orden FOM/298/2016 del Ministerio de Fomento del Gobierno de España que aprueba la norma 5.2 – IC *Drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras*. 2016.

Office of the Deputy Prime Minister (OPDM). *Mineral Planning Guidance 11: The control of noise at Surface mineral workings*. Londres, 2006.

Pal Arya, S. *Introduction to Micrometeorology*. International Geophysics Series, Volume 79. Academic Press. 2001.

PG-3. *Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes* del Ministerio de Fomento del Gobierno de España. 2019.

Resolución 3451/17 de la Intendencia de Montevideo.

Russi, D.; Martínez Alier, J. *Los pasivos ambientales*. Íconos. Revista de Ciencias Sociales, número 15. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO). Quito, 2002.

Sandrolini, F; Franzoni, E. *Waste wash water recycling in ready-mixed concrete plants*. Cement and Concrete Research, 2000.

Standards Australia. Australian Standard AS 2187.2-2006 – *Explosives – Storage and Use*.

Taha, R.; Al-Harty, A.; Al-Shamsi, K.; Al-Zubeidi, M. *Cement stabilization of reclaimed asphalt pavement aggregate for road bases and subbases*. Journal of Materials in Civil Engineering, Vol. 14, 06/2002, pág. 239-245, Estados Unidos. 2002.

Transportation Research Board – National Research Council. *Highway Capacity Manual, 5th Edition*. Estados Unidos, 2000.

Vallero, D. *Fundamentals of Air Pollution, Fourth Edition*. Academic Press. 2008.

Vialidad Nacional. *Pliego de Especificaciones Técnicas Generales para Microaglomerados Asfálticos en Frío*. Argentina, 2017.

Whittle, N.; Peris E.; Condie J.; Woodcock J.; Brown P.; Moorhouse A.; Waddington D.C.; Steele, A. *Development of a social survey for the study of vibration annoyance in residential environments: Good practice guidance*. Applied Acoustics 87. 2015.

Williams, M.; Bruckmann, P. *Guía para los Estados miembros sobre medidas de PM<sub>10</sub> e intercomparación con el método de referencia*. Grupo de Trabajo de la Comisión Europea sobre Material Particulado. 2001.

## **7. ANEXOS**

### **7.1. Autorización de la DNV para el uso de la información**





Montevideo, 16 de setiembre de 2021

Per. Agr. Hernán Ciganda  
Director Nacional de Vialidad  
Presente

Quien suscribe, Martín Paz Urban (C.I.: 4.526.919-6), estudiante de la Maestría en Ingeniería Ambiental y profesional que actualmente presta servicios en la División Proyectos de Carreteras de la Dirección Nacional de Vialidad en calidad de contratado, solicita autorización para utilizar para fines académicos la información contenida en la base de datos del SEGAO (Seguimiento Ambiental de Obras).

La presente autorización tendría únicamente fines académicos y se mantendría en todo momento el anonimato de todas las personas y Contratistas, pudiendo además remitir el documento al Departamento de Gestión Ambiental y Calidad (DEGAC) previo a su presentación en caso de que éste lo solicite.

Sin otro particular, saluda atentamente,

Ing. Martín Paz  
C.I.: 4.526.919-6



Ministerio  
de Transporte  
y Obras Públicas

Se autoriza la utilización de los datos solicitados para la presentación de la tesis del Ing. Martín Paz, en el marco de la Maestría en Ingeniería Ambiental en la Universidad de la República.

**HERNAN CIGANDA MEERHOOF**  
DIRECTOR NACIONAL DE VIALIDAD  
M.T.O.P.