



Guía de producción mas limpia para el sector construcción



MARTIN TORRIJOS ESPINO

Presidente
República de Panamá

LIGIA CASTRO DE DOENS

Ministra en Asuntos Relacionados con la Conservación del Ambiente
Administradora General
Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM)

CONTRAPARTE TECNICA - ANAM

NATALIA YOUNG
Directora Nacional de Protección de
la Calidad Ambiental

LUCIANO RAMIREZ A.
Administrador CNIPLYCS

XAVIER RODRIGUEZ
Asistente Técnico CNIPLYCS

EQUIPO CONSULTOR

CORPORACIÓN PARA LA INVESTIGACIÓN
SOCIOECONÓMICA Y TECNOLÓGICA S.A.
CINSET PANAMA



JUAN B. CARRASCO LEAL
INGENIERO CIVIL

ANNE BRUNIA
INGENIERO QUÍMICO

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO.....	2
1. GENERALIDADES DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN EN LA REPUBLICA DE PANAMÁ.....	4
2. ASPECTOS TÉCNICOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES.....	10
2.1 PROCESO CONSTRUCTIVO DE EDIFICACIONES.....	10
2.1.1 Planificación y Diseño.....	11
2.1.2 Construcción.....	16
2.1.3 Operación y Mantenimiento.....	27
2.1.4 Demolición.....	28
2.2 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.....	32
2.3 MANO DE OBRA.....	38
2.4 MAQUINARIA Y EQUIPOS.....	40
2.5 CONTROLES EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO.....	43
2.6 NORMATIVA APLICABLE AL SECTOR CONSTRUCCIÓN.....	43
3. IMPACTOS AMBIENTALES DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN.....	55
3.1 ETAPA DE PLANIFICACIÓN Y DISEÑO.....	57
3.2 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.....	58
4. ASPECTOS GENERALES SOBRE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA (P+L).....	66
4.1 CONCEPTO DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA (P+L).....	66
4.1.1 Evitar la Generación de Residuos y Emisiones.....	67
4.1.2 Reducción en Origen.....	68
4.1.3 Reutilización o Reuso dentro del Proceso.....	68
4.1.4 Reciclaje y Valorización.....	69
4.2 OPCIONES DE INTERVENCION APLICABLES AL SECTOR CONSTRUCCION.....	70
4.3 BENEFICIOS DE LA PRODUCCION MAS LIMPIA EN EL SECTOR CONSTRUCCION.....	71
4.4 METODOLOGÍAPARALAIMPLEMENTACIONDEUNPROGRAMADEPRODUCCIÓNMÁS LIMPIA (P+L) EN EL SECTOR CONSTRUCCION.....	72

4.4.1	Fase I:	Planeación y Organización.....	74
4.4.2	Fase II:	Diagnóstico de Desempeño Ambiental.....	75
4.4.3	Fase III:	Formulación y Priorización de las Alternativas de Producción Más Limpia (P+L).....	109
4.4.4	Fase IV:	Implementación.....	119
5.	ALTERNATIVAS DE PRODUCCIÓN MAS LIMPIA (P+L) PARA EL SECTOR CONSTRUCCIÓN		123
5.1	MATERIA PRIMA.....		124
5.1.1	Sitio de Almacenamiento de Materiales e Insumos.....		127
5.1.2	Transporte de Materiales e Insumos.....		128
5.2	AGUA.....		129
5.2.1	Sitio para el Lavado de Equipos y Maquinaria.....		133
5.2.2	Sistema de Lavado de Llantas.....		134
5.2.3	Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales del Proceso Constructivo.....		135
5.2.4	Sistema de Recirculación de Agua en el Proceso Constructivo.....		137
5.3	ENERGIA.....		139
5.4	RESIDUOS.....		142
5.4.1	Sitios de Almacenamiento de Residuos.....		145
5.4.2	Manejo del Material Vegetal y de Excavación.....		147
5.5	AIRE.....		148
5.6	SUELO.....		151
5.6.1	Área Afectada por la Obra.....		151
5.6.2	Mantenimiento de la Maquinaria Pesada.....		151
6.	ESTUDIOS DE CASO.....		154
6.1	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LAS OBRAS VISITADAS.....		154
6.1.1	Objetivos del Diagnóstico.....		154
6.1.2	Información General de la Empresa Constructora y de los Proyectos en Construcción.....		154
6.1.3	Recopilar y Calcular los Datos Cualitativos y/o Cuantitativos del Proceso Constructivo.....		155
6.1.4	Estado Actual de la Implementación de Buenas Practicas de Operación, Cumplimiento Legal Ambiental y Condiciones de Salud Ocupacional y Seguridad Industrial.....		161
6.2	IDENTIFICACIÓN Y FORMULACIÓN DE OPORTUNIDADES DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LAS OBRAS VISITADAS.....		162
7.	MICRO Y ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS.....		165

7.1	ASERRIO DE MADERA.....	165
7.2	TRANSFORMACION DE MADERA (CARPINTERIA).....	167
7.3	INDUSTRIA DE LADRILLO.....	168
7.3.1	Extracción de Arcilla.....	168
7.3.2	Transformación Industrial.....	169
7.4	INDUSTRIA METALMECANICA (CARPINTERIA METALICA).....	170
ANEXOS.....		171
Anexo A	- Glosario.....	172
Anexo B	- Instrumentos de Trabajo.....	176
Anexo C	- Bibliografía y Sitios de Internet Relacionados con el Sector Construcción.....	212
	Sitios de Internet Relacionados con el Sector Construcción.....	214

PRÓLOGO

El camino hacia un desarrollo sostenible es la meta que nos hemos propuesto en la ANAM, pero no lo podemos recorrer sin la ayuda de todos aquellos, que de una u otra forma, encuentran en el medio ambiente la oferta de recursos para suplir sus necesidades y abastecerse de las materias primas requeridas en sus procesos productivos.

Es evidente que las soluciones al final del tubo no son la mejor alternativa, es necesario que previamente las empresas, incorporen estrategias de Producción Más Limpia, dirigidas a adoptar mejores prácticas ambientales e implementar mejores tecnologías disponibles, que no solamente conllevan a dar cumplimiento a la normativa ambiental, sino que se reflejan en una mejor productividad y beneficio económico, generado por un menor consumo de materias primas, agua y energía, reducción de los costos de tratamiento y disposición final de los residuos y/o emisiones; y ambientes de trabajo más saludables y seguros.

En el país se han adelantado diversos esfuerzos encaminados a lograr la reconversión empresarial, hacia esquemas de producción más limpia y consumo sustentable. La Guía de Producción Más Limpia para el Sector Construcción, es parte de los resultados de esta labor, y está dirigida a un sector que viene demostrando una tendencia de crecimiento y fortalecimiento, que debe orientarse de tal forma que se convierta en un motor de desarrollo sostenible y de beneficio para la sociedad panameña.

En esta guía las empresas del sector construcción encontrarán herramientas que le permiten mejorar su desempeño ambiental, mediante el uso eficiente de los recursos naturales renovables y no renovables, así como reducir el impacto generado al ambiente por las actividades constructivas.

En este sentido, la ANAM reitera su compromiso con la conservación del ambiente y espera que las empresas del sector construcción, utilicen la guía como parte de sus instrumentos de gestión y toma de decisiones.

LIGIA CASTRO DE DOENS
Ministra en Asuntos Relacionados con la Conservación del Ambiente
Administradora General
Autoridad Nacional del Ambiente

RESUMEN EJECUTIVO

El sector construcción atraviesa en este momento por un auge sin precedentes, lo que ha generado un incremento en el aporte del Producto Interno Bruto, así como la generación de empleo y la demanda de otros servicios complementarios. Sin embargo, este crecimiento también se ha venido dando de forma desordenada, sin contemplar la necesidad de ampliar o implementar nueva infraestructura, especialmente la relacionada con servicios públicos y vías.

Por otra parte, se han incrementado las quejas por parte de la comunidad, relacionadas con las actividades de construcción, donde se destaca la invasión del espacio público, el ruido y vibraciones ocasionadas por los equipos y la maquinaria y las emisiones de polvo, entre las principales. También se registra un mayor número de accidentes de los trabajadores del sector, debido a las precarias medidas de seguridad que se adoptan en las obras.

Otros aspectos de carácter ambiental, están relacionados con el consumo de materiales de construcción, provenientes de recursos naturales no renovables y la generación de residuos, tanto líquidos como sólidos.

Panamá como parte de los países que han coincidido en la necesidad de cambiar los patrones de producción y consumo, sin afectar la calidad de vida de la población y manteniendo presente la búsqueda del desarrollo sostenible del país, viene adoptando medidas tendientes a mejorar el desempeño productivo y ambiental de los diferentes sectores económicos, dentro de los cuales se encuentra el sector construcción.

Con base en la estrategia de Producción Más Limpia desarrollada por el Programa de las Naciones Unidas para el medio Ambiente (PNUMA), se ha diseñado una metodología para implementar un programa de Producción Más Limpia en las empresas panameñas del sector construcción, con énfasis en obras de edificación.

Esta metodología está basada en diagnósticos de campo realizados en tres (3) proyectos en construcción que se adelantan en la ciudad de Panamá, cada uno en diferente etapa del proceso constructivo, con el fin de establecer los posibles impactos generados por la actividad y las medidas que podrían adoptarse, con el fin de mejorar el desempeño ambiental de las empresas en cada una de las obras de edificación que éstas desarrollan. Para facilitar la recopilación y análisis de información, se elaboraron instrumentos de trabajo para cada aspecto en particular.

Partiendo de los flujogramas de procesos unitarios que se plantearon para cada una de las actividades que conforman la etapa de construcción de las obras de edificación, se identificaron tanto las entradas, en términos de agua, energía, materiales de construcción e insumos, como las salidas representadas por las emisiones atmosféricas, ruido, vibraciones, vertimientos líquidos y residuos sólidos. Así mismo, se identificaron aspectos relacionados con la seguridad industrial y salud ocupacional.

Con el análisis anterior y las opciones de Producción Más Limpia aplicables al sector, se diseñaron fichas técnicas para cada uno de los siguientes grupos temáticos: materias primas, agua,

energía, residuos, aire y suelo. Para cada grupo se elaboraron dos fichas: la primera relacionada con las Mejores Prácticas Ambientales (MPA) y la segunda con las Mejores Tecnologías Disponibles (MTD). En cada ficha se establecieron los objetivos, impactos a manejar, tipo de medida, aplicabilidad, beneficios y acciones para su implementación. Adicionalmente, en algunos casos se describe el sistema de tratamiento y/o de control de contaminación (final de tubo), requerido para complementar la alternativa de Producción Más Limpia (P+L) y lograr el mejoramiento del desempeño ambiental de la actividad.

Como se mencionó anteriormente, el auge del sector construcción también ha repercutido en otros sectores de los cuales demanda productos y/o servicios, razón por la cual se incluye un análisis general de las medidas de Producción Más Limpia aplicables a las siguientes actividades: aserrío de madera; transformación de madera especialmente en muebles de cocina, baños y closet (carpintería); industria del ladrillo; e industria metalmecánica (carpintería metálica).

Como complemento a la información técnica incluida en cada uno de los capítulos de la guía, se incluye un consolidado de la normativa ambiental y sanitaria vigente en el país, y que está asociada directamente con el sector construcción. Esta información permitirá corroborar que las medidas adoptadas están acordes con los parámetros y estándares establecidos a nivel nacional y en algunos casos, como la Ciudad de Panamá, a nivel local.

1. GENERALIDADES DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN EN LA REPÚBLICA DE PANAMÁ

El sector de la construcción se ha mostrado siempre como uno de los más dinámicos de la economía panameña, y ha mantenido unos niveles de crecimiento elevados con un ritmo sostenido. Las medidas de incentivos fiscales, intereses preferenciales para las hipotecas y la expansión de las actividades comerciales y bancarias han sido las causantes de este desarrollo.

Los informes económicos indican que en el año 2007, el país registró un crecimiento económico del 11.2% (Véase Figura 1.1), y aunque se prevé que en el año 2008 sea más modesto (entre 7.5% y 9%), precisamente la construcción seguirá siendo uno de los sectores fundamentales de esta dinámica. En el año 2007, el sector de la construcción registró un crecimiento del 19.8%.



Figura 1.1 Variación Porcentual Anual del PIB en la República de Panamá – Años 2002 - 2007¹

Actualmente se observa un fuerte crecimiento en la construcción de vivienda y edificios, donde ya se están construyendo rascacielos en el país. Este auge tiene su origen en varios factores, primero, por una demanda proveniente de extranjeros; segundo, mayor demanda local por ampliación del crédito hipotecario (en el 2006 se produjo un aumento en el saldo de préstamos hipotecario por el orden de 14.6% y de 44.4% para construcciones), y la implementación de otros incentivos económicos, tales como: intereses preferenciales y exoneración del impuesto de bienes e inmuebles, entre otros; y tercero como resultado de programas que adelanta el gobierno (titulación de tierras, cambios en el uso del suelo y estrategias de promoción turística. Este efecto también se pone de manifiesto en el interior del país, a través del desarrollo de nuevas barriadas y proyectos.

El valor de los permisos de construcción durante el año 2007 aumentó 29.3% con respecto al año anterior, pasando de B/. 1,007.5 millones a B/. 1,302.9 millones; y en los dos primeros meses del año 2008 se otorgaron permisos de construcción valorados en 1.2 millones de dólares,

¹ Fuente: Contraloría General de la República. Cifras Estimadas del Producto Interno Bruto de la República, a Precios Corrientes y Constantes: Año 2007.

72.3% más que en el mismo período del año pasado. En el distrito de Panamá el incremento fue de 39.3% y en el distrito de Arraiján del 34.0%; en el distrito de Colón se registró una reducción 48.9%, mientras que en el resto del país el aumento fue en promedio del 9.8% (Véase Cuadro 1.1).

Cuadro 1.1 Indicadores Económicos del Sector de la Construcción de la República de Panamá – Años 2006 y 2007²

DESCRIPCIÓN	AÑOS		VARIACIÓN (%)
	2006	2007	
Permisos de Construcción a Nivel Nacional (en millones de B/.)	1,007.5	1,302.9	29.3
▪ Distrito de Panamá	795.1	1,107.8	39.3
▪ Distrito de San Miguelito	60.2	66.1	9.9
▪ Distrito de Colón	73.8	37.7	-48.9
▪ Distrito de Arraiján	21.9	29.4	34.0
▪ Resto del País	56.5	61.9	9.6
Importaciones de Materiales de Construcción (en millones de B/.)	501.5	682.0	36.0
Bienes de Capital para la Construcción (en millones de B/.)	274.1	601.5	119.4

Importaciones de Materiales de Construcción (en millones de B/.) 501.5 682.0 36.0
Bienes de Capital para la Construcción (en millones de B/.) 274.1 601.5 119.4

La expansión del sector se ha debido principalmente a incrementos en la edificación de propiedad horizontal hacia segmentos de alto ingreso, así como de viviendas unifamiliares para estratos de mediano y alto ingreso (Véase Cuadro 1.2). Otro segmento de reactivación importante ha sido el desarrollo de construcciones en las áreas de las playas, lo que ha inyectado una mayor dinámica al sector; al igual que las obras de ingeniería civil tanto públicas como privadas que comprenden la expansión de puertos, inversiones realizadas por la Autoridad del Canal de Panamá, y proyectos de ampliación y rehabilitación de infraestructuras viales que lleva adelante el Gobierno Central. Otros sectores de la economía que han registrado incrementos son: el transporte, la industria de materiales de construcción, y comercio mayorista y minorista, entre otros. El sector también ha atraído un volumen importante de inversión extranjera.

2 Principales Indicadores Económicos Mensuales de 2006 – 2007. Contraloría General de la República.

Cuadro 1.2 Construcciones en Proceso en los Distritos de Panamá y San Miguelito – Año 2007³

TIPO DE EDIFICACIÓN	NO. DE EDIFICACIONES	%
Vivienda Individual	1402	92.4%
Dúplex	30	2.0%
Apartamento	402	2.6%
Comercio	19	1.3%
Oficinas	4	0.3%
Depósitos	10	0.7%
Industrias	2	0.1%
Centros Educativos	3	0.2%
Hoteles	2	0.1%
Hospitales y Clínicas	1	0.1%
Centros Religiosos	4	0.3%
Otros	1	0.1%
TOTAL	1518	100.0%

Los crecimientos experimentados por el sector en los 3 últimos años han permitido, generar y mantener un volumen importante de empleos directos, al igual que indirectos, ya que la construcción es un potente generador de empleo en otras ramas de la producción, sean industriales o de servicios, dado que en su estructura de costos incorpora múltiples productos y servicios. En el año 2006, el sector construcción reflejó un crecimiento del mercado laboral del 8.6%⁴. Se estima que el auge de la construcción ha generado más de 60 mil puestos de trabajo permanentes y una mayor recaudación fiscal⁵. Para ese mismo año la producción de concreto se estimó en 1,249,816 m³, registrando un incremento del 32.08% respecto al año 2005, que fue de 946,223 m³; mientras que para el año 2007 se registró una producción de 1,445,290 m³ (15.64% respecto al año 2006)⁶.

En el país la construcción de edificaciones de altura atraviesa en este momento por un auge sin precedentes, que comenzó hace varios años atrás y que no ha mostrado hasta la fecha señales de agotamiento. La ciudad de Panamá se ha convertido en uno de los centros de atracción mundial del extranjero en edad de retiro, por lo cual la ciudad necesita expandirse. Sin embargo, se evidencia que el crecimiento de la ciudad se está dando de forma desordenada, sin contemplar la necesidad de nuevas calles y sistemas de agua potable, pluviales y residuales, tal como lo han manifestado expertos en el tema⁷, a pesar de que el Ministerio de Vivienda (MIVI), establece que, para no continuar con el crecimiento longitudinal y presionando así el sistema de transporte y la infraestructura, es necesario densificar las zonas céntricas de la ciudad, tal como lo determina el Plan de Desarrollo Urbano de las Áreas Metropolitanas del Pacífico y del Atlántico, aprobado en el año 2000.

Por otra parte, en la Cumbre Mundial de Desarrollo Sostenible de Johannesburgo (2002), la

3 Censo Trimestral de Construcción de Edificaciones – Tercer Trimestre de 2007. Contraloría General de la República.

4 Informe Económico Anual – Año 2006. Ministerio de Economía y Finanzas (MEF).

5 Fuente: Dirección de Desarrollo Urbano del Ministerio de Vivienda.

6 Principales Indicadores Económicos Mensuales de 2006-07. Contraloría general de la República.

7 Es una de las conclusiones del II Foro: Una ciudad para vivir, en la que participaron expertos en urbanismo.

gran mayoría de países del mundo, entre los que se encuentra Panamá, coincidieron en la necesidad fundamental de cambiar los patrones de producción y consumo; para esto, se propuso desarrollar un plan de acción a 10 años (10YFP, por su siglas en inglés), con el fin de apoyar las iniciativas regionales y nacionales, de tal forma que se intensifique la búsqueda del cambio hacia la producción y el consumo sustentable, promoviendo el desarrollo social y económico conforme con la capacidad de los ecosistemas y asegurando que la degradación ambiental no crezca de manera automática con la economía, al punto que los límites ambientales puedan ser vulnerados en el mediano plazo⁸.

Para facilitar la formulación y ejecución del 10 YFP, se desarrolló un proceso global que apoya la implementación de políticas y proyectos pilotos de consumo y producción sostenible, denominado “Proceso de Marrakech” (2003). Este proceso cuenta actualmente con siete Grupos de Trabajo, que tienen como misión apoyar la realización de proyectos concretos, centrándolos en temas específicos de consumo y producción sostenible, entre los que se encuentra lo relacionado con “Edificios y Construcción Sustentable” (Grupo de Trabajo dirigido por Finlandia)⁹.

Como se mencionó anteriormente, Panamá es partícipe de estos compromisos a nivel internacional, razón por la cual en el país se deben adelantar acciones encaminadas a dar cumplimiento a lo establecido en estos acuerdos; para esto es necesario contar con la participación de las entidades gubernamentales relacionadas con el tema, agencias de desarrollo, sector privado, sociedad civil y otras organizaciones no gubernamentales.

Específicamente en el tema del sector construcción, los expertos internacionales recomiendan fijar objetivos que sea posible analizar y medir tanto al inicio del proceso como a lo largo de la vida útil de los edificios, en aspectos tales como¹⁰:

- Grado de ocupación del territorio
- Aportación al cambio climático
- Variación del ciclo natural del agua
- Modificación del ciclo de los materiales
- Calidad de espacios habitables

La consecución de los mismos se debe llevar a cabo mediante acciones concretas que influirán en uno o varios de los puntos que se enumeran a continuación y que pueden ser aplicados a nivel nacional:

- Correcta integración en el ambiente físico
 - Restricción en la utilización del terreno
 - Reducción de la fragmentación
 - Prevención de las emisiones tóxicas
 - Realización de estudios geobiológicos
 - Conservación de áreas naturales y biodiversidad
- Adecuada elección de materiales y procesos

8 Fuente: <http://esa.un.org/marrakechprocess/>

9 Proceso de Marrakech sobre Consumo y Producción Sustentable - Resumen del Proyecto. UNEP DTIE/UN DESA.

10 Fuente: www.construible.es

- Prohibición en el uso de materiales potencialmente peligrosos
- Uso eficaz de los materiales no renovables
- Potenciar reutilización y reciclaje
- Uso preferible de materiales procedentes de recursos renovables
- Utilización de materiales con bajas emisiones tóxicas
- Aumento de la durabilidad, transformabilidad y flexibilidad
- Incremento de la vida útil de los materiales fomentando un aumento de la calidad
- Gestión eficiente del agua y la energía
 - Reducción del consumo en fuentes no renovables
 - Protección del recurso hídrico
 - Disminución de las emisiones de CO₂ y sustancias tóxicas (NO_x y SO_x)
 - Incremento del aislamiento de la edificación, ventilación natural, etc.
 - Utilización de energías renovables.
 - Reducción del consumo de agua
- Planificación y control de la generación de residuos
 - Disminución de los residuos inertes mediante reducción en su origen y fomento del reciclaje
 - Adaptabilidad y flexibilidad física y funcional
 - Adopción de criterios de proyecto que faciliten el desmontaje y la separación selectiva de los residuos durante los procesos de rehabilitación y demolición
- Creación de una atmósfera interior saludable
 - Utilización de materiales con bajas emisiones tóxicas
 - Optimización de los equipos de ventilación
 - Compatibilidad con las necesidades de los ocupantes
 - Previsiones de transporte y seguridad
 - Disminución de ruidos y olores
 - Gestión del ciclo de vida
 - Control de los elementos contaminantes del aire
 - Mantenimiento del ambiente interior saludable y de la calidad de los ambientes urbanizados
- Eficiencia calidad-costo (costo eficaz)
 - Aumento de la calidad en todo el proceso
 - Reducción de costos de mantenimiento
 - Incremento de la estandarización tecnológica y de sistemas
 - Desarrollo de sistemas de control de calidad
 - Establecimiento de mecanismos de mercado estándar

2. ASPECTOS TÉCNICOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES

Los principales aspectos que intervienen en la construcción de edificaciones, están relacionados con el proceso constructivo (incluyendo desde la planificación y diseño hasta la demolición), los materiales de construcción, la mano de obra y la maquinaria y equipos.

2.1 PROCESO CONSTRUCTIVO DE EDIFICACIONES

El ciclo de vida de una obra de infraestructura está enmarcado dentro de las siguientes etapas: Planificación y Diseño; Construcción; Operación y Mantenimiento; y Demolición, las cuales están asociadas a una serie de actividades que a su vez se dividen en múltiples acciones, dependiendo del tipo y características de la obra (Véase Figura 2.1).

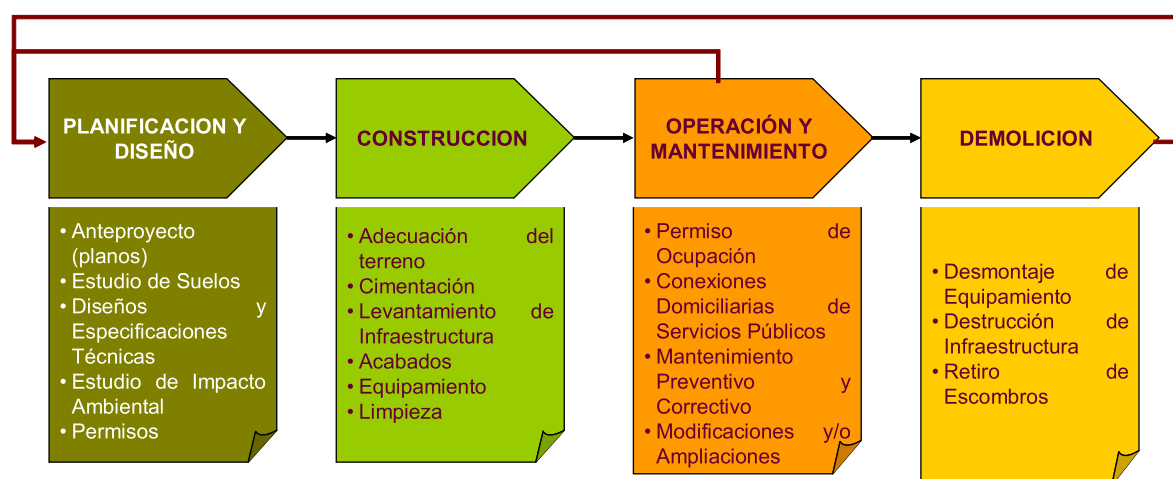


Figura 2.1 Etapas de las Obras de Edificación

La etapa de construcción no podrá adelantarse hasta tanto concluya la de Planificación y Diseño. Durante la etapa de Operación y Mantenimiento se pueden generar modificaciones a la infraestructura construida que requieren considerar, previamente, las dos primeras etapas. Una vez la edificación cumple su ciclo de vida es sometida a demolición, que en la mayoría de los casos obedece a la construcción de nueva infraestructura, iniciando nuevamente con la etapa de Planificación y Diseño.

2.1.1 PLANIFICACIÓN Y DISEÑO

En esta etapa se definen aspectos relacionados con la configuración de la obra de infraestructura, sus características, las especificaciones técnicas y su relación con el entorno, las que serán de obligatorio cumplimiento durante las etapas posteriores. Aunque esta etapa no genera impactos ambientales, si tiene repercusiones que se pueden manifestar en las etapas siguientes. Por lo tanto, muchas de las acciones encaminadas a prevenir o mitigar los impactos ambientales generados por las obras de infraestructura, deberán ser adoptadas y/o implementadas durante el desarrollo de esta etapa, a través de los estudios y diseños correspondientes.

La gran mayoría de requisitos y trámite de permisos que requieren las obras de edificación en

el país, deben gestionarse durante esta etapa, de acuerdo con lo establecido en la legislación vigente. Es importante considerar el uso permitido del suelo, la altura de la obra o número de pisos y la disponibilidad de servicios públicos e infraestructura vial. En el numeral 2.5 – Normativa Aplicable al Sector Construcción, se presenta la lista de normas técnicas aplicables al sector, especialmente las relacionadas con obras de edificación.

El Ministerio de Vivienda (MIVI) ha creado la Dirección de Ventanilla Única, con el fin de optimizar el proceso de aprobación de planos para el desarrollo urbano en todo el territorio nacional, a través de un procedimiento expedito, coordinado, eficaz y transparente. La Ventanilla Única adelanta las siguientes actividades¹¹ :

- Revisión y Aprobación de Planos Urbanísticos. Dentro de las cuales se contemplan las siguientes acciones:
 - o Revisión y aprobación de los planos urbanísticos en las etapas de Anteproyecto, Construcción e Inscripción
 - o Distribución de los planos a cada Institución para la evaluación correspondiente
 - o Revisión e inspección de las áreas de los proyectos para aprobar
 - o Seguimiento y control del cumplimiento de las normativas y de las consideraciones expuestas en las etapas de construcción
 - o Inspección de las urbanizaciones en la etapa de inscripción por parte del MOP, IDAAN, MIVI antes de emitir cartas de aceptación de las urbanizaciones para ser habitadas
- Revisión de Megaproyectos y Concesiones. Con las siguientes acciones:
 - o Revisión y aprobación de los proyectos de gran envergadura, de acuerdo a las normas establecidas por el Ministerio de Vivienda
 - o Coordinación de la revisión de planos con las instituciones involucradas (MEF, CATASTRO, MUNICIPIOS, MOP, ANAM, IPAT y otros)
 - o Inspección del área de los proyectos a aprobar
- Control de Calidad de las Urbanizaciones. Para esto se consideran las siguientes acciones:
 - o Revisión y control de la calidad de los proyectos urbanísticos y de los megaproyectos para satisfacer la demanda
 - o Coordinación con todas las instituciones involucradas en el control de calidad exigido de acuerdo a los planos aprobados
 - o Diseño e implementación de los documentos, procedimientos y formularios que sean requeridos para el adecuado funcionamiento del sistema de control de calidad

¹¹ http://www.mivi.gob.pa/direcciones/ventanilla_unica.html

- o Programación, coordinación y ejecución de las inspecciones de calidad
- o Realización de muestreos de calidad de acuerdo a los proyectos presentados
- o Seguimiento a las quejas presentadas por los usuarios de los proyectos urbanísticos y megaproyectos, con el fin de orientar y coordinar las acciones que se requieran
- o Supervisión del cumplimiento por parte de los municipios y otras instituciones, de la aplicación de las normativas correspondientes

De acuerdo con lo anterior, en la etapa de Planificación y Diseño se tiene el siguiente procedimiento para la aprobación de planos de parcelación y urbanísticos en la República de Panamá, en la etapa de anteproyecto. (Véase Figura 2.2)

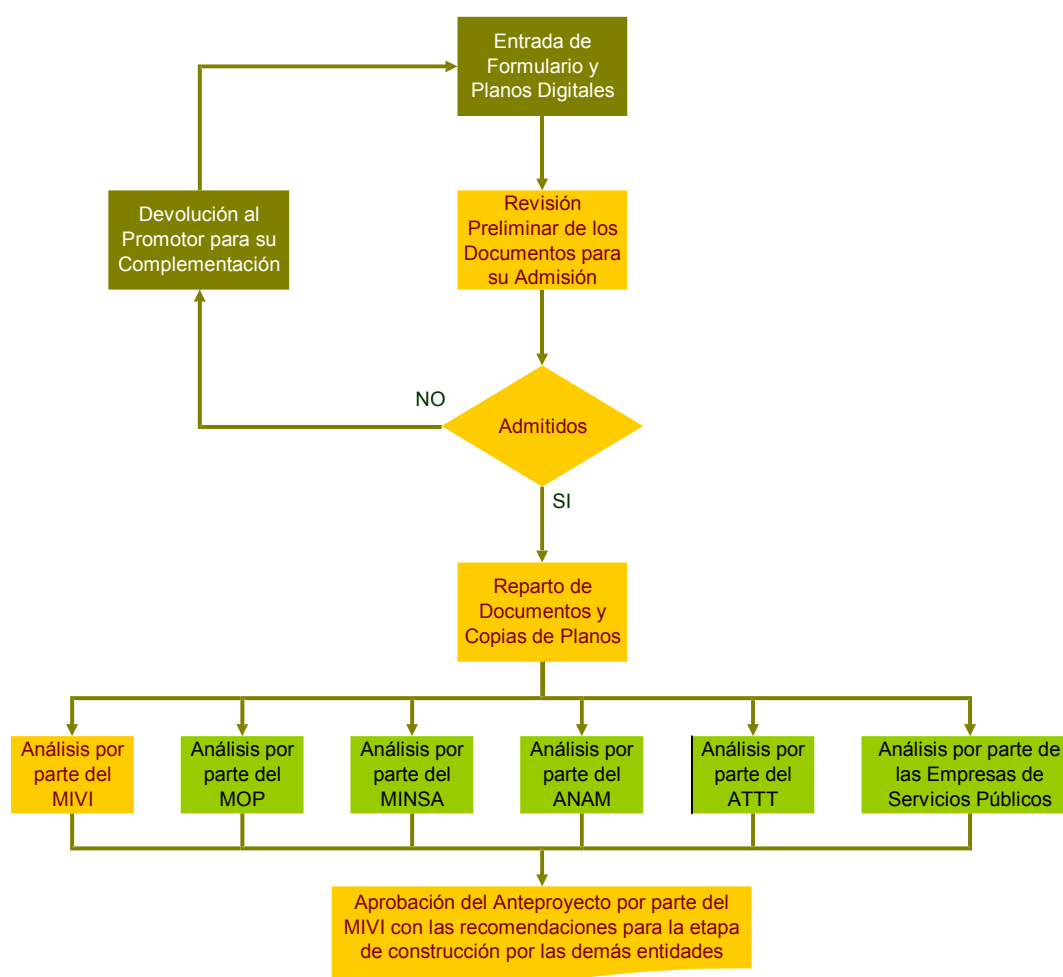


Figura 2.2 Proceso de Revisión de Planos de Parcelación y Urbanísticos en la Etapa de Planificación y Diseño por Parte del Ministerio de Vivienda¹²

Adicionalmente, se deberá contar con la aprobación de los planos de construcción, siguiendo el procedimiento descrito en la Figura 2.3, que se adelanta en la Ventanilla Única del Ministerio de Vivienda.

12 http://201.224.217.174/ventanilla/Archivos_pdf/Etapas_ventanilla.pdf

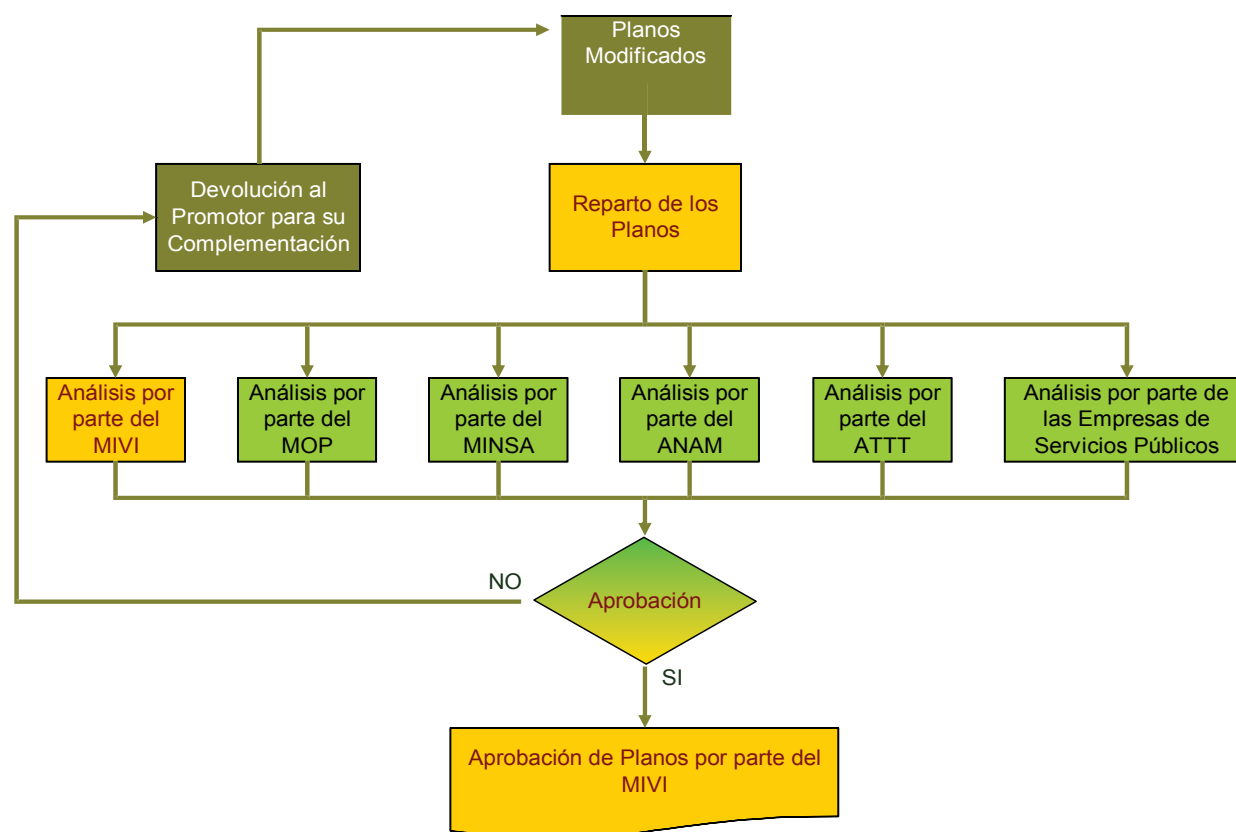


Figura 2.3 Proceso de Aprobación de Planos de Construcción por Parte del Ministerio de Vivienda¹³

Por otra parte, todo proyecto nuevo, adición o modificación que involucre alteración al uso de suelo o ajuste a las normas de desarrollo urbano, que sobrepasan los 50 m², incluyendo urbanizaciones, movimientos de tierra e infraestructura, deben someterse a aprobación por parte de la Dirección de Obras y Construcciones o de la Oficina de Ingeniería Municipal. En la Figura 2.4 se describe el procedimiento a seguir.

¹³ http://201.224.217.174/ventanilla/Archivos_pdf/Etapas_ventanilla.pdf

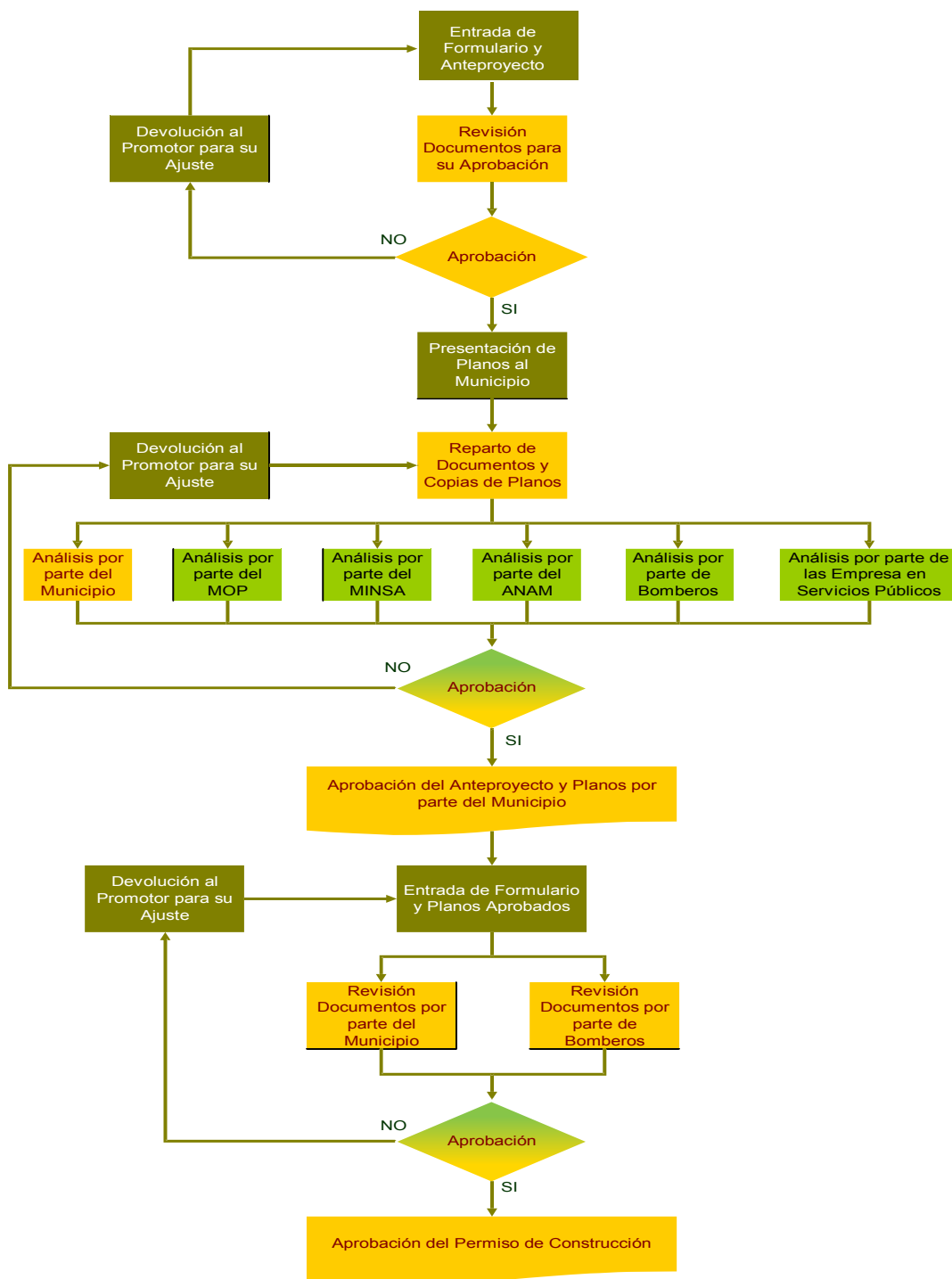


Figura 2.4 Proceso de Aprobación de Anteproyecto y Planos de Construcción por Parte del Municipio

2.1.2 CONSTRUCCIÓN

Etapa constituida por el proceso constructivo de la edificación, que tiene una duración limitada, dependiendo de la magnitud de la obra, del cumplimiento de los diseños, especificaciones técnicas y normativas, y de haber logrado el alcance requerido en los estudios de los aspectos geofísicos del sitio y en el Plan de Manejo Ambiental, con el fin de evitar, en lo posible, imprevistos que puedan alterar las especificaciones técnicas de la obra, el programa de ejecución o las condiciones consideradas en la elaboración de los diseños.

En la Figura 2.5 se describe el proceso típico de una obra de edificación cuyo uso principal será el residencial. Debe considerarse que dependiendo del tipo de obra, del sitio donde se construirá, y de las características y especificaciones técnicas, existirán actividades, que requerirán mayor detalle.

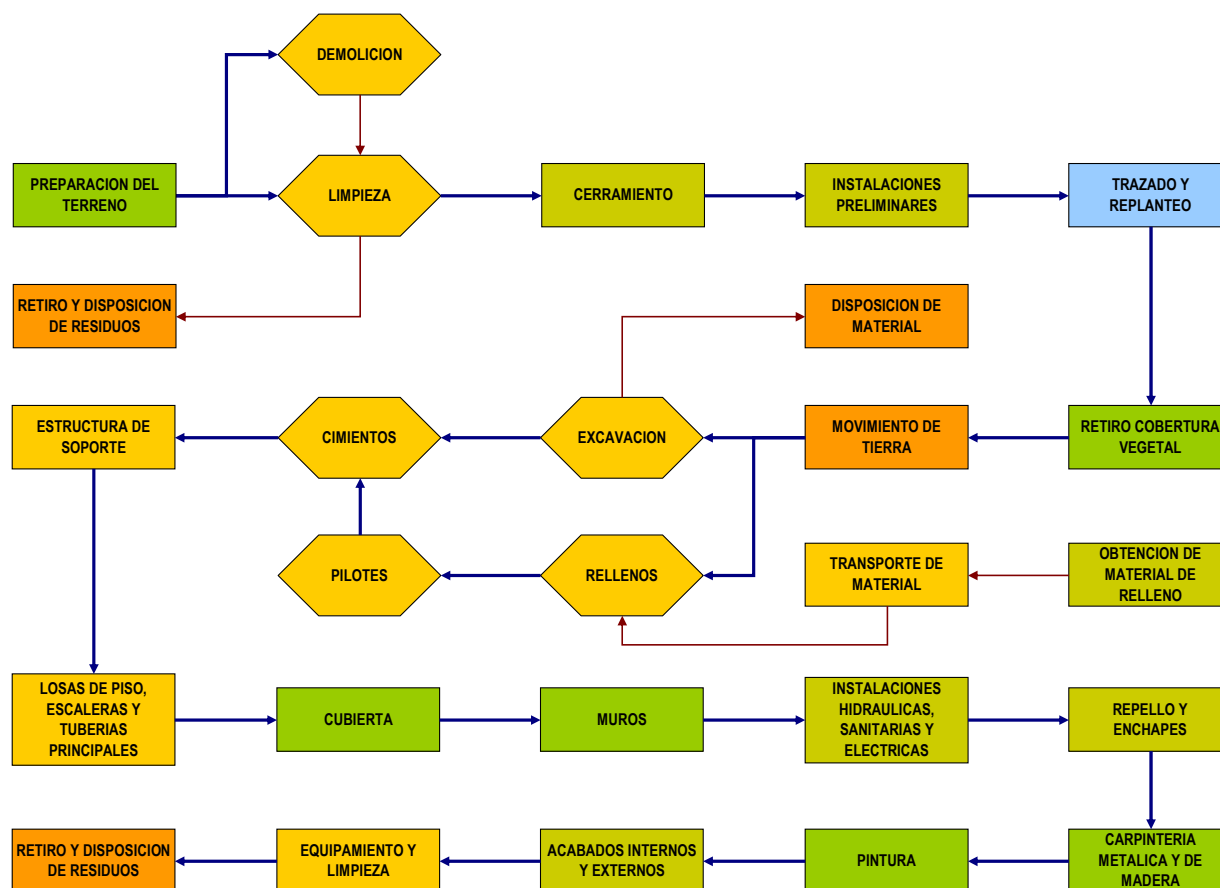


Figura 2.5 Flujograma de Procesos en la Construcción de Obras de Edificación

A continuación se incluye una descripción breve de cada una de las actividades consideradas en el proceso de construcción de obras nuevas de edificación.

2.1.2.1 Preparación del Terreno



Corresponde a la adecuación del terreno donde se construirá la obra. Se pueden presentar dos casos: el primero relacionado con la existencia de algún tipo de infraestructura, para lo cual deberá adelantarse el proceso de demolición correspondiente, cumpliendo previamente con el trámite de los permisos respectivos, y garantizando la implementación de las medidas de seguridad, tanto para el personal que adelantará la actividad, como para las personas que transiten en las áreas circundantes al sitio de la obra, así como evitar la afectación de infraestructura localizada

en las áreas aledañas; además se deberá garantizar el adecuado manejo y disposición final de los residuos. La otra situación se refiere al caso en que no existe infraestructura, sino cobertura boscosa o vegetal, la cual solo requiere de una actividad de limpieza, para el retiro de basura o desperdicios que puedan estar depositados en el sitio y su adecuada disposición final.

2.1.2.2 Cerramiento

Consiste en aislar el sitio de la obra mediante cerramientos provisionales con una altura suficiente para evitar el ingreso de animales y personas ajenas a la construcción, previéndose la instalación de puertas de acceso peatonal y de vehículos y maquinaria.



2.1.2.3 Instalaciones Preliminares



Contempla la implementación de un campamento, almacén y oficinas requeridas para la adecuada administración de la obra. Las dimensiones dependerán de la magnitud de la obra y programa de trabajo. Usualmente se vienen utilizando contenedores, vagones o vehículos debidamente adecuados, de tal forma que se garanticen los mínimos requisitos de higiene, comodidad, ventilación y ofrezcan la protección y seguridad contra los agentes atmosféricos. Además se debe disponer de instalaciones sanitarias o baños portátiles, que deben cumplir con el manejo y disposición adecuada de las aguas residuales. Terminada la obra estas instalaciones son retiradas y el sitio acondicionado al diseño paisajístico de la edificación.

2.1.2.4 Trazado y Replanteo (Agrimensura)

Es una actividad que no genera ningún tipo de afectación pero que permite garantizar la adecuada localización de la obra dentro del área disponible, así como la verificación del cumplimiento de las especificaciones técnicas de la obra, especialmente en cuanto a dimensionamiento y nivelación. Corresponde al acotamiento y amojonamiento de puntos debidamente referenciados, que en todo momento sirven de base para hacer los replanteos y nivelación necesarios, así como para verificar la línea de construcción.

2.1.2.5 Retiro de la Cobertura Vegetal

Una de los principales usos del trazado y replanteo, es lograr la mínima afectación de la cobertura vegetal, localizando efectivamente el área que debe ser afectada por la obra, cuya acción inicial es el retiro de la cobertura vegetal, hasta encontrar material inorgánico. En lo posible esta actividad deberá adelantarse de tal forma que el material vegetal retirado, pueda ser utilizado nuevamente, como parte del manejo paisajístico del proyecto.

2.1.2.6 Movimiento de Tierra

La magnitud de esta actividad dependerá de las características geofísicas del terreno, del diseño de la edificación y de la distribución de las obras en el sitio. En algunos casos, deberán adelantarse excavaciones, en otros rellenos y en algunos, ambas acciones. Mediante esta actividad se busca la nivelación del terreno donde se construirán las obras. Para el caso de excavaciones, deberá considerarse disponer de un sitio adecuado para la disposición final del material extraído, en caso de no poderlo hacer dentro del mismo sitio de la obra; mientras que para el caso del relleno, deberá disponerse de una fuente debidamente aprobada. En ambos casos el transporte del material, deberá cumplir con las normas vigentes, garantizando al mínimo la afectación que pueda generar. Es importante considerar un manejo adecuado de la escorrentía para evitar la contaminación de fuentes de agua y la afectación de predios aledaños o de instalaciones pluviales. En la Figura 2.6 se presenta un flujograma del proceso unitario relacionado con el movimiento de tierra a partir de la excavación hasta la nivelación final antes de la cimentación.

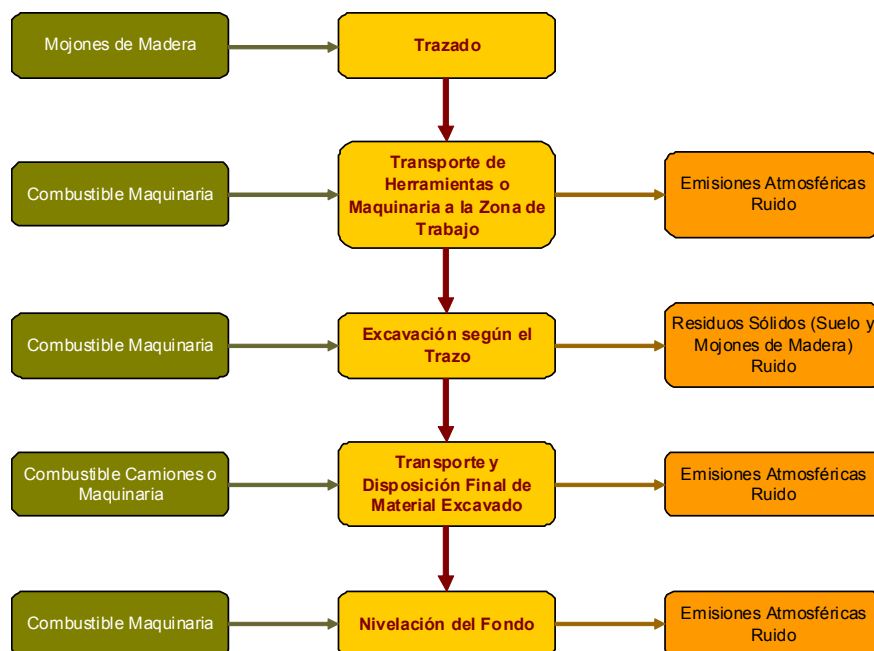


Figura 2.6 Flujograma de Proceso Unitario de Preparación del terreno con Excavación

2.1.2.7 Cimentación



Puede ser de tipo zapatas o losa, combinadas o no con pilotes. El tipo de cimentación dependerá de las características del suelo y de la magnitud de la obra, lo cual se define en la etapa de Planificación y Diseño con base en los estudios de suelos y en las especificaciones técnicas. Sin embargo, durante su construcción podrán presentarse condiciones no previstas que requerirán de ajustes a los diseños y/o a las especificaciones técnicas. Generalmente se usan pilotes en madera inmunizada o en concreto, ya sea prefabricados o elaborados en el sitio. Las zapatas o losas, pueden ser en concreto simple, ciclópeo o reforzado. Para el caso de elementos reforzados, en la Figura 2.7

se puede observar el procedimiento para la colocación del acero de refuerzo y en la Figura 2.8 el flujograma para la construcción del elemento estructural.

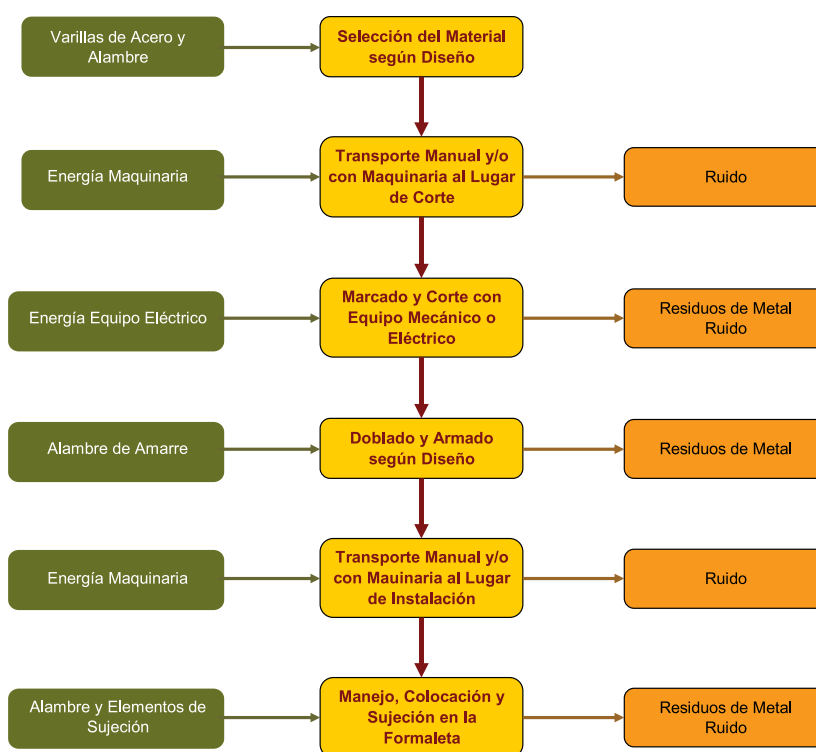


Figura 2.7 Flujograma de Proceso Unitario para la Colocación de Acero de Refuerzo

2.1.2.8 Estructura de Soporte

Se refiere a la construcción de pedestales, dinteles, columnas, muros estructurales y vigas (estructurales, de amarre o coronamiento) que conformarán la estructura portante de la edificación. Generalmente son fabricadas en el sitio, en concreto reforzado, siguiendo las especificaciones técnicas establecidas en los diseños. Actualmente se están utilizando estructuras metálicas prefabricadas, las cuales son instaladas en el sitio mediante pernos y/o con soldadura. También se pueden presentar combinaciones con madera previamente tratada.



Uno de los componentes primordiales de los elementos estructurales es el acero de refuerzo, el cual permite:

- Aumentar la ductilidad
- Aumentar la resistencia
- Resistir esfuerzos de tensión y compresión
- Resistir esfuerzos cortantes
- Resistir torsión
- Restringir el agrietamiento
- Reducir las deformaciones a largo plazo
- Confinar el concreto



Independiente de las especificaciones técnicas del elemento a reforzar, el flujograma para la colocación del acero de refuerzo se muestra en la Figura 2.6.

Por otra parte en la Figura 2.8 se observa el flujograma del proceso de construcción de los elementos estructurales en concreto reforzado.

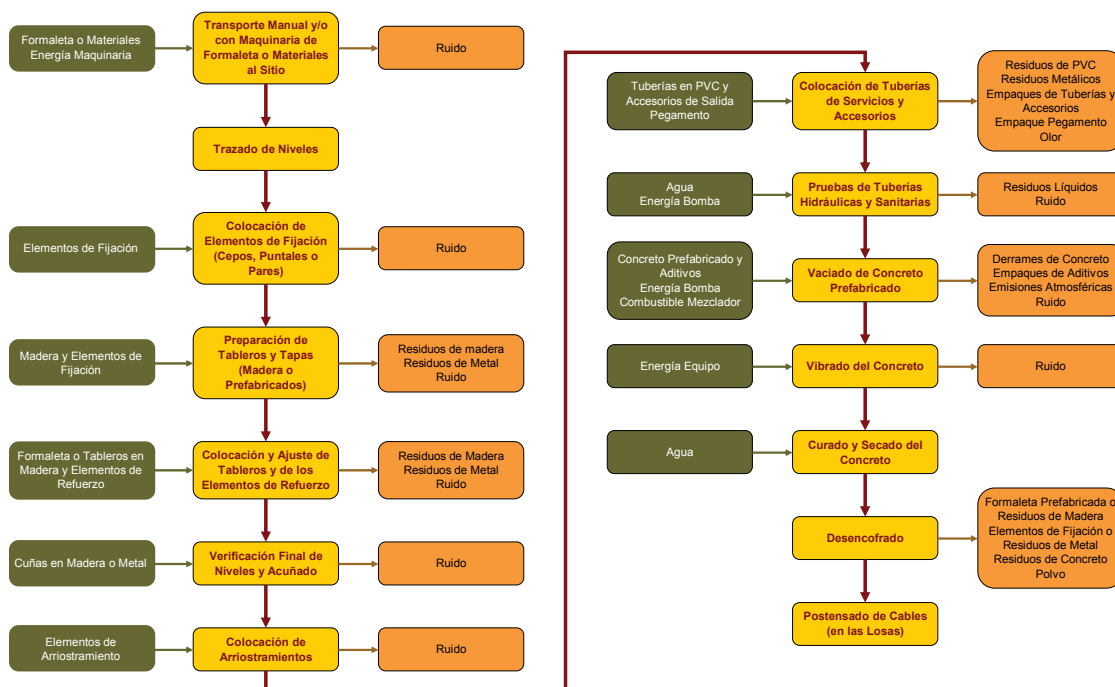


Figura 2.8 Flujograma de Proceso Unitario para la Construcción de Elementos Estructurales en Concreto Reforzado

2.1.2.9 Losas de Piso, Escaleras y Tuberías Principales

Corresponde a la construcción de las losas macizas de piso y losas aligeradas de los entrepisos, las cuales llevan empotradas las tuberías hidráulicas, sanitarias y eléctricas principales. También corresponde a la construcción de escaleras, cuyo principal material es concreto reforzado. En algunos casos se usan losas postensadas en campo o prefabricadas.

2.1.2.10 Cubierta

Considera la instalación de las tejas o construcción de placa de concreto reforzado que estará expuesta a las condiciones atmosféricas, razón por la cual debe ser sometida a un proceso de impermeabilización para garantizar su durabilidad. En algunos casos la cubierta puede ser combinada dependiendo de las cargas a las que estará expuesta, situación que está prevista en los diseños y especificaciones técnicas de la obra. En la Figura 2.9 se muestra el flujograma del proceso de construcción de la cubierta en lámina metálica o de asbesto-cemento.

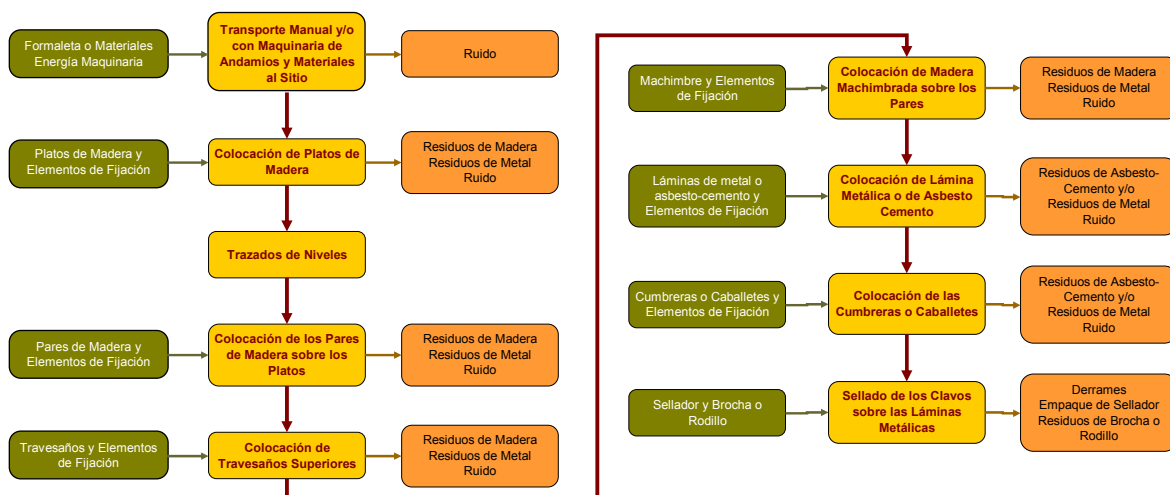


Figura 2.9 Flujograma de Proceso Unitario para la Construcción de Cubierta

Generalmente para el terminado interior de la cubierta y de las losas de entresijos, se instala un cielorraso o se da un terminado a la superficie para posteriormente pintarla; en la Figura 2.10 se describe el procedimiento para la instalación del cielorraso.

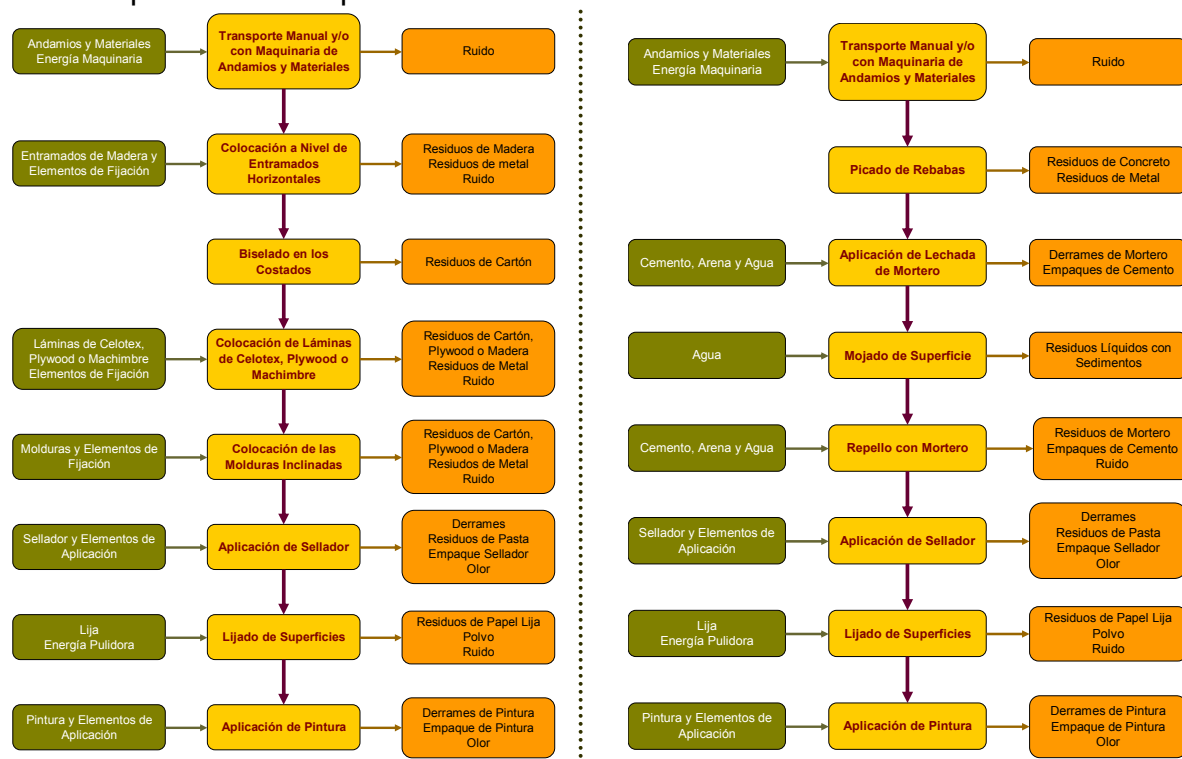


Figura 2.10 Flujograma de Proceso Unitario para la Instalación de Cielorraso y Terminado de Cielorraso en Cemento

2.1.2.11 Muros

Existen dos tipos de muros: los exteriores que actúan como fachada de la edificación y los muros divisorios que distribuyen las áreas al interior de la misma. Los exteriores deben tener unas características especiales por estar expuestos a las condiciones atmosféricas. Generalmente se construyen en losas de concreto prefabricadas con perfilería metálica, ladrillos y/o bloques. En los muros interiores también se usan planchas prefabricadas de gypsum o de madera, con perfilería metálica.



La Figura 2.11 muestra el flujograma del proceso de construcción de muros con bloque.

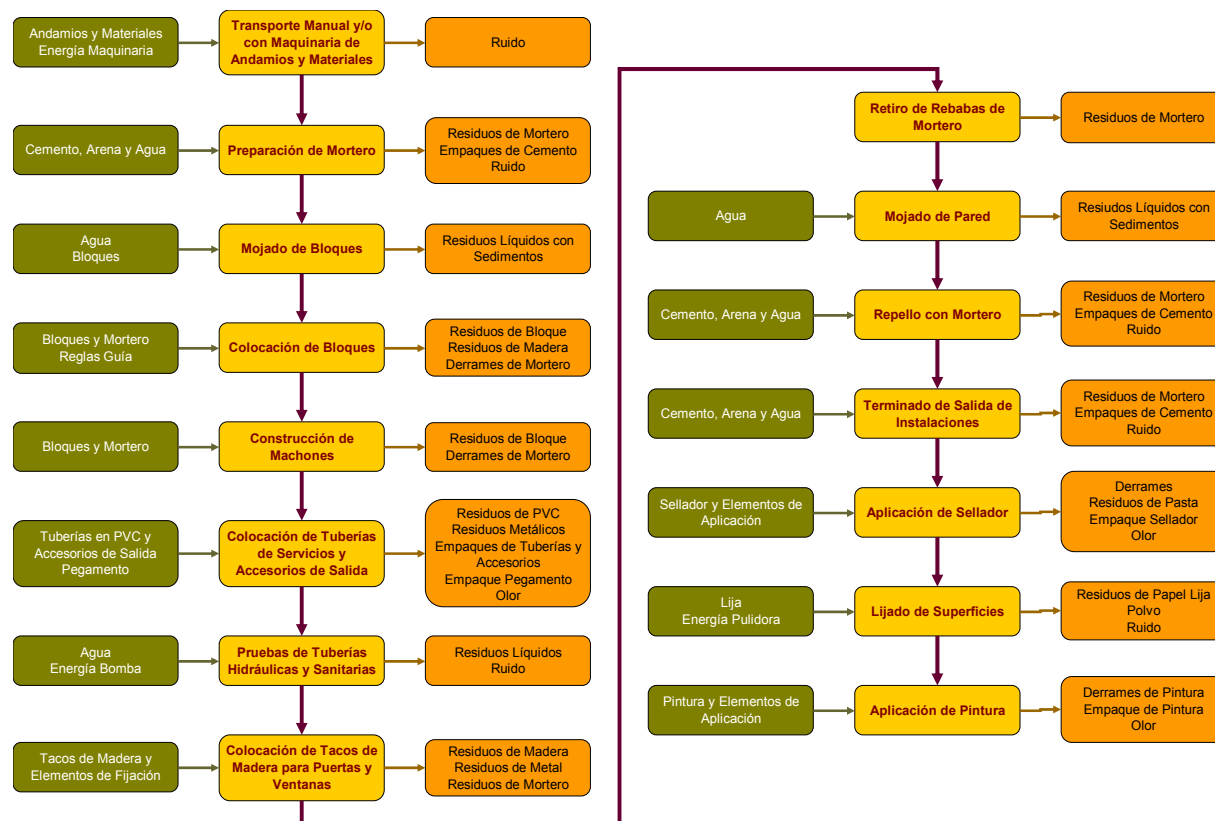


Figura 2.11 Flujograma de Proceso Unitario para la Construcción de Muro en Bloque

2.1.2.12 Instalaciones Hidráulicas, Sanitarias y Eléctricas



Se refiere a la instalación de todos los ductos que conforman las instalaciones sanitarias (aguas negras), hidráulicas (agua fría y agua caliente), eléctricas y de comunicaciones. Actualmente se usa tubería en PVC, siguiendo las especificaciones técnicas y los diseños. Para las instalaciones eléctricas y de comunicaciones, las cajas de salida son prefabricadas en aluminio. Para la unión de la tubería hidráulica y sanitaria se utiliza pegamento de PVC. Una vez instalada la tubería se hace una prueba de presión para verificar que no existen fugas.

2.1.2.13 Repellos y Enchapes

El repello es una capa de mortero que permiten dar el acabado a los muros y cielo rasos, de tal forma que la superficie quede lisa. El espesor varía entre 1 a 2.5 cm. Posterior al repello, en las áreas expuestas a humedad (cocinas y baños) se instala el enchape utilizando azulejos o baldosas.



En algunas edificaciones, se utiliza el enchape de fachadas, con diferentes materiales (azulejo, cerámica, vidrio o baldosa) y el enchape de pisos o muros con madera.



En la Figura 2.12 se muestra el procedimiento a seguir para la instalación de enchape, ya sea con baldosa, cerámica y/o azulejo.

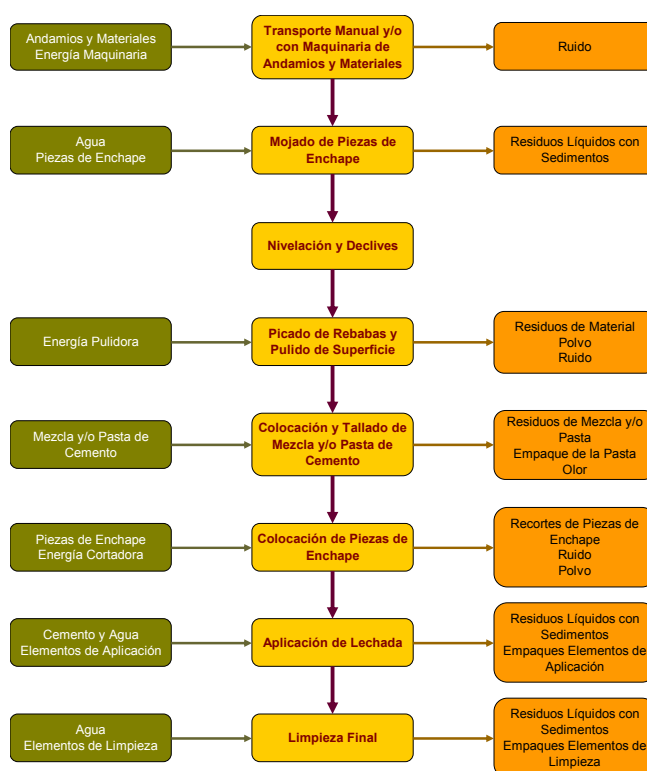


Figura 2.12 Flujograma de Proceso Unitario para la Instalación de Enchape en Baldosa, Azulejo y/o Cerámica

2.1.2.14 Carpintería Metálica y de Madera

Corresponde a la instalación de puertas y ventanas, ya sea en madera o metal, con sus respectivos marcos, y en algunos casos con rejas de seguridad. Además incluye la instalación de otros elementos como pasamanos, barandas y accesorios complementarios de áreas comunes. En la Figura 2.13 se muestra el flujograma del proceso de instalación de puertas y ventanas.



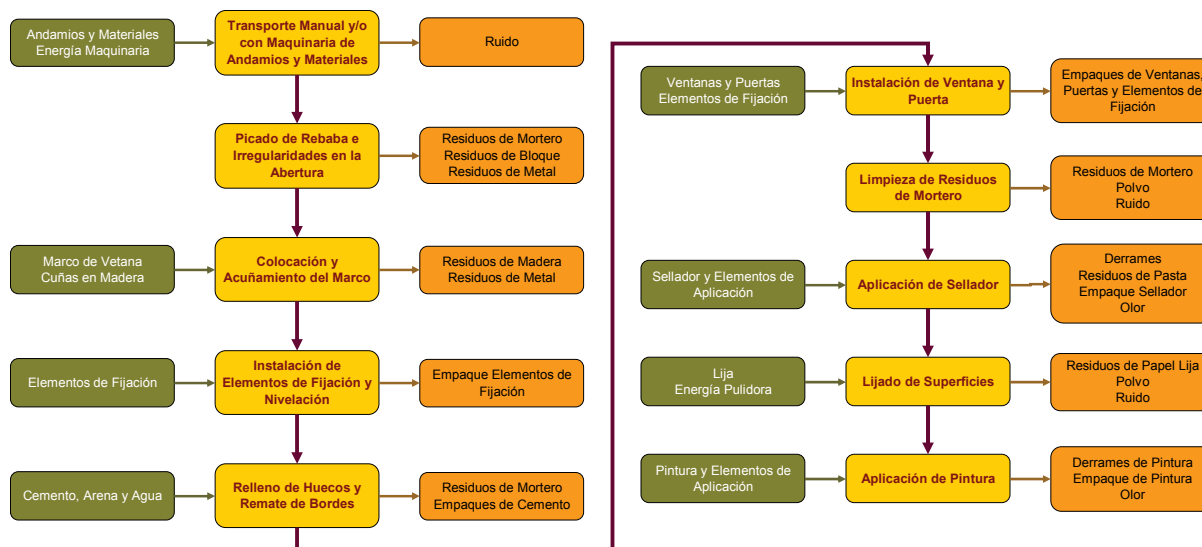


Figura 2.13 Flujograma de Proceso Unitario para la Instalación de Puertas y Ventanas

2.1.2.15 *Pintura*

Se utiliza en las superficies que no estarán enchapadas, aplicando inicialmente un resane con lechada de cemento blanco y posteriormente aplicando la pintura, acorde al ambiente a la que estará expuesta (interior o exterior).

2.1.2.16 *Acabados Internos y Externos*

Se refiere a la adecuación de las áreas externas de la edificación (parques, jardines, acceso peatonal, acceso vehicular, parqueaderos y áreas deportivas) y de las áreas de uso común, tales como: lobby, piscina, bbq, salones comunales y gimnasio, entre otros (si es del caso).

2.1.2.17 *Equipamiento y Limpieza*

Incluye la instalación de vidrios; muebles y accesorios de baño y cocina; cerraduras; grifería, accesorios eléctricos, planta eléctrica, sistema de bombeo, ascensor, alarma contra incendio, instrumentación sísmica y sistema interconexión, según el caso. También incluye el retiro de instalaciones preliminares.

2.1.2.18 *Retiro y Disposición de Residuos*

Corresponde a la limpieza final de todas las áreas de la edificación (internas y externas), retiro de maquinaria y equipos de construcción, vallas relacionadas con la construcción, instalaciones provisionales de servicios públicos y de los residuos finales de la obra, los cuales deben disponerse en las condiciones y sitios aprobados.



2.1.3 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Esta etapa contempla el uso de la edificación y la vida útil de la misma, la cual depende del adecuado mantenimiento preventivo y correctivo y del cumplimiento de las condiciones técnicas establecidas en los estudios y diseños. Para esto es necesario que los usuarios conozcan previamente todos los aspectos técnicos y sus limitaciones, de tal forma que no sometan la edificación a condiciones extremas que puedan alterar su estabilidad y/o resistencia.

Para poder dar inicio al uso de la edificación es necesario contar con el permiso de ocupación otorgado por la Oficina de Seguridad del Cuerpo de Bomberos de Panamá, así como con las conexiones a los servicios públicos básicos.

En esta etapa se genera el mayor consumo de agua y energía, así como la generación de vertimientos, residuos y emisiones, de todo el ciclo de vida de las edificaciones.

El patrón de uso de la edificación está basado o condicionado por el uso del suelo donde se localiza la obra de infraestructura. En el Cuadro 2.1 se describen los diferentes usos establecidos en las normas de desarrollo urbano para los distritos de Panamá y San Miguelito. Es importante resaltar que este aspecto debe ser analizado previamente en la etapa de Planificación y Diseño, debido a las implicaciones que tiene en la determinación de los criterios técnicos de diseño.

Adicionalmente, en esta etapa se pueden presentar modificaciones a la infraestructura construida, las cuales deben contar con un análisis preliminar, de tal forma que se mantengan las condiciones establecidas en las normas de desarrollo urbano, no se ponga en riesgo la estabilidad y resistencia de la infraestructura y se cumplan los procedimientos respectivos, antes las autoridades competentes (aprobación de modificaciones y permisos).

Dependiendo de las especificaciones técnicas de la modificación o ampliación, pueden adelantarse actividades similares a las descritas en la Etapa de Construcción, aunque serán de menor magnitud.

2.1.4 DEMOLICIÓN

Es la etapa final del ciclo de vida de las edificaciones, que consiste en el derribo de la infraestructura construida y modificada durante la etapa de Operación y Mantenimiento. Generalmente la demolición de una edificación se adelanta por deterioro de la infraestructura, para construir o ampliar una obra pública, o para construir una obra de infraestructura de mejores y mayores especificaciones técnicas.

La demolición puede ser manual, con maquinaria o con explosivos. En cualquiera de los casos debe contarse previamente con un permiso otorgado por la autoridad competente.

Cuadro 2.1 Usos del Suelo Según las Normas de Desarrollo Urbano para las Ciudades de Panamá y San Miguelito¹⁴

DENOMINACIÓN	CÓDIGO	USOS PERMITIDOS		DENSIDAD NETA (HAB/HA)	ÁREA MÍNIMA LOTE (m²)	FRENTE MÍNIMO (m²)	FONDO MÍNIMO (m²)	ALTURA MÁXIMA (Pisos)	ÁREA DE OCUPACIÓN MÁXIMA (%)	ÁREA LIBRE MÍNIMA (m²)
		PRINCIPAL	COMPLEMENTARIOS							
Residencial Rural	R-R	Vivienda Unifamiliar Aislada	Ninguno	50	1000	2000	Libre	PB + 2	50	50
Residencial de Baja Densidad	R1-A	Vivienda Unifamiliar		100	800					
		Bifamiliar Una Sobre Otra			800					
		Bifamiliar Adosada			400					
	R1-B	Vivienda Unifamiliar		200	600					
		Bifamiliar Una Sobre Otra			600					
		Bifamiliar Adosada			300					
Residencial de Mediana Densidad	R2-A	Vivienda Unifamiliar		Oficina de Profesionales Filantrópicos Asistenciales Edificios Docentes	300	600	20	Libre	60	40
		Bifamiliar Una Sobre Otra				600	20			
		Bifamiliar Adosada				300	7.5			
		Vivienda en Hileras	200			6				
	R2-B	Vivienda Unifamiliar	600			20				
		Bifamiliar Una Sobre Otra	600			20				
		Bifamiliar Adosada	300			15				
		Vivienda en Hileras	200			6				
		Apartamentos	600			20				
	R-3	Vivienda Unifamiliar	400		400	14				
		Bifamiliar Una Sobre Otra			400	14				
		Bifamiliar Adosada			200	14				
		Vivienda en Hileras			150	5				

¹⁴ Fuente: Resolución 169 de 2004; Resolución 9 de 2006; del Ministerio de Vivienda.

DENOMINACIÓN	CÓDIGO	USOS PERMITIDOS		DENSIDAD NETA (HAB/HA)	ÁREA MÍNIMA LOTE (m²)	FRENTE MÍNIMO (m²)	FONDO MÍNIMO (m²)	ALTURA MÁXIMA (PISOS)	ÁREA DE OCUPACIÓN MÁXIMA (%)	ÁREA LIBRE MÍNIMA (m²)
		PRINCIPAL	COMPLEMENTARIOS							
		Apartamentos			600	20				
Residencial Especial	R-E	Vivienda Unifamiliar	Oficina de Profesionales Religiosos Culturales Filantrópicos Asistenciales Edificios Docentes	500	160	9	Libre	PB + 3	60	40
		Bifamiliar Una Sobre Otra			300	9				
		Bifamiliar Adosada			150	7				
		Vivienda en Hileras			120	6				
		Apartamentos			400	17				
Residencial Básico	RB	Vivienda Unifamiliar	Kioscos Tiendas Talleres Artesanales	700	96	7.5		PB + 2	70	30
		Bifamiliar Adosada			84	6				
		Vivienda en Hileras			77	4				
Residencial de Alta Densidad	RM	Edificios Multifamiliares Vivienda Unifamiliar Bifamiliar Viviendas en Hileras	Edificios Docentes Religiosos Institucionales Culturales Filantrópicos Asistenciales Oficinas Locales Comerciales PB	600	600	20	30	Según Densidad	100% del Area de Construcción por Retiros (PB)	Según los Retiros
	RM-1			750						
	RM-2			1000	800		40			
	RM-3			1500						
Residencial Turístico Urbano	RTU	Apartamentos con Espacios Verdes y Facilidades de Tipo Recreativas y de Servicios	Todos los Usos Complementarios a la Actividad Turística	1000	3000	---	---	Según Densidad	70	---
Residencial de Conjunto	R-C	Edificios Unifamiliares Aislados Bifamiliares Viviendas en Hileras Apartamentos	Dejar 25 m² por vivienda para uso recreativo social, área verde o jardines	Según la norma de la zona	Según la norma residencial	---	---	PB + 3 Aptos (según Densidad)	---	---
Comercial de Densidad Alta o Central	C-2	Comercios Oficinas Servicios en General Apartamentos	Todos los Usos Complementarios a la Actividad de habitar	---	600 (RM y RM-1) 800 (RM-2 y RM-3)	20	30 (RM y RM-1) 40 (RM-2 y RM-3)	Según el Área de Construcción	100% del Área de Construcción	Según los Retiros
Comercial de Densidad Baja o Barrial	C-1	Comercio y Servicios de Barrio	---	Según la norma de la zona	De acuerdo al área permitida en la zona	12	Libre	Según Código de la zona	60	40
Industrial	I	Industrial Liviano Industrial Molesto Industrial Peligroso	----	----	1000	20	40	Según el Área de Construcción	70	30

Antes de iniciar las actividades de derribo, se neutralizan las acometidas de servicios públicos, especialmente las de electricidad y gas. Posteriormente se retiran los elementos que pueden reutilizarse y finalmente se adelanta el derribo de los elementos estructurales. Los residuos producto de la demolición deben ser dispuestos de manera adecuada, o utilizados en el relleno, tanto en el mismo sitio o en otros proyectos, previa autorización de las autoridades competentes.

Es importante tener en cuenta que durante la demolición se deben adoptar las medidas del caso que garanticen la seguridad del personal que adelantará la actividad y de las personas que transiten en las áreas circundantes al sitio, así como evitar afectar la infraestructura localizada en las áreas aledañas.

En el caso de adelantar nueva infraestructura, se inicia nuevamente el ciclo empezando por la etapa de Planificación y Diseño

2.2 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Los principales materiales utilizados en la construcción se describen en el Cuadro 2.2.

Cuadro 2.2 Principales Materiales de Construcción Usados en la República de Panamá

NOMBRE	DESCRIPCIÓN Y TIPO	
Acero	Es una aleación de hierro con carbono (menos del 2%) y otras sustancias que luego de ser sometida a muy altas temperaturas en el horno y sumergida en agua fría adquiere gran dureza y elasticidad por el temple, el hierro proporciona flexibilidad mientras que el carbono da la dureza, la principal dificultad en su fabricación es que el horno debe estar a 1400° C. Puede hacerse rígido, flexible, muy delgado, resistente al calor, a la corrosión química etc. Se pueden fabricar desde resistentes y gigantescas vigas para puentes y edificios, hasta alambres de una centésima de cm.	
Arena	La arena o árido fino es el material que resulta de la desintegración natural de las rocas o se obtiene de la trituración de las mismas, y cuyo tamaño es inferior a los 5 mm. Arena fina: es la que sus granos pasan por un tamiz de mallas de 1mm de diámetro y son retenidos por otro de 0.25 mm; Arena media: es aquella cuyos granos pasan por un tamiz de 2.5 mm de diámetro y son retenidos por otro de 1mm; Arena gruesa: es la que sus granos pasan por un tamiz de 5mm de diámetro y son retenidos por otro de 2.5mm.	

NOMBRE	DESCRIPCIÓN Y TIPO
Azulejo o Baldosa	Es una pieza de pasta cerámica de poco espesor, recubierta por una capa de esmalte puede ser lisa o con dibujos en diferentes colores. Las formas preferidas son las cuadradas y las rectangulares sus dimensiones oscilan entre 10 x 10, 15 x 15, 20 x 20 y 20 x 30 cm. Actualmente se fabrican también con otras formas no rectangulares. 
Bloque	El bloque de concreto es una pieza prefabricada con forma de prisma recto y con uno o más huecos verticales, para su utilización en sistemas de mampostería simple o estructural, debido a la posibilidad de reforzar las piezas vertical y horizontalmente. El bloque de concreto es utilizado ampliamente en la construcción, desde viviendas de interés social a edificaciones comerciales e industriales. Sus principales aplicaciones son: muros estructurales; muros de retención; muros simples o divisorios; y bardas perimetrales 
Carriolas	Las carriolas de acero galvanizado son perfiles estructurales formados en frío, los cuales se usan en estructuras sometidas a cargas ligeras y moderadas, o en claros cortos. Además su diseño permite utilizar el material con efectividad ya que simplifica y acelera las operaciones de construcción, logrando así imponerse por su versatilidad a los sistemas estructurales de madera y concreto. Las Carriolas pueden usarse en paredes, techos y losas de concreto 
Cemento	Es el producto resultante de la calcinación de una mezcla homogénea de caliza y arcilla, que posteriormente es pulverizada. Al mezclarlo con agua, la reacción química que sobreviene lo transforma en una pasta con la propiedad de dejarse moldear mientras se encuentra en estado plástico, luego fragua, endurece y forma un compuesto resistente, estable y durable. Los tipos de cemento son: ● Cemento Uso General: Es usado para pegado de bloques, pisos, pavimentos, aceras y fabricación de bloques. ● Cemento Pórtland: es un cemento hidráulico no estructural, usado especialmente en la albañilería para repellos y acabados especiales (rústico, recubrimiento de texturas) ● Cemento Estructural: Pertenece a la familia de los cementos hidráulicos. La asignación de hidráulico se la da su capacidad de fraguar y endurecer al reaccionar químicamente con el agua. Se usa en elementos prefabricados, columnas, vigas, losas, pavimentos y muros. 

NOMBRE	DESCRIPCIÓN Y TIPO	
Concreto	Es una mezcla de cemento, grava, arena, agua y aditivos que posee la cualidad de endurecer con el tiempo, adquiriendo características que lo hacen de uso común en la construcción. El concreto convencional tiene una amplia utilización en las estructuras de concreto más comunes. Se emplea para cimentaciones, columnas, losas de piso reforzadas, aligeradas, muros de contención, etc. El concreto armado (hormigón) es un concreto en masa reforzado con armaduras de acero.	
Grava	Son fragmentos de roca con un diámetro inferior a 15 cm. Agregado grueso resultante de la desintegración natural y abrasión de rocas o transformación de un conglomerado débilmente cementado. Tienen aplicación en mampostería, confección de concreto armado y para pavimentación de líneas de ferrocarriles y carreteras. Además de las rocas que se encuentran ya troceadas en la naturaleza, se pueden obtener gravas a partir de rocas machacadas en las canteras. Como las arenas o áridos finos, las gravas son pequeños fragmentos de rocas, pero de mayor tamaño. Por lo general, se consideran gravas los áridos que quedan retenidos en un tamiz de mallas de 5mm de diámetro. Pueden ser el producto de la disgregación natural de las rocas o de la trituración o machaqueo de las mismas	
Bloques y Ladrillos	El ladrillo es una masa de arcilla (o arcilla y arena) en forma de paralelepípedo rectangular, que luego de cocida sirve para construir muros. La primera operación a la que se somete la masa es la purificación que consiste en separar las materias extrañas, la segunda es la pudrición que se logra amontonando los trozos y esperando a que a la intemperie haga una reacción química luego de lo que se somete a cocción. Este es uno de los elementos más importantes de la construcción, sobre todo en países como el nuestro donde forma parte de nuestra identidad. Existen macizos, huecos, perforados y especiales y con el se construyen muros, paredes, pilares, arcos, bóvedas, etc., y se pueden ver en nuestras calles con mucha frecuencia casas y edificios con ese acabado y color característicos	

NOMBRE	DESCRIPCIÓN Y TIPO
Mortero	Es una mezcla de uno o dos conglomerantes y arena. Amasada con agua, la mezcla da lugar a una pasta plástica o fluida que después fragua y endurece a consecuencia de unos procesos químicos que en ella se producen. El mortero se adhiere a las superficies más o menos irregulares de los ladrillos o bloques y da al conjunto cierta compacidad y resistencia a la compresión. Los morteros se denominan según el conglomerante utilizado: mortero de cal, o de yeso. 
Pinturas	Son líquidos con los cuales se recubre una superficie y que al entrar en contacto con el aire se solidifican, estas decoran y protegen, se forman con un pigmento que proporciona el color y con un líquido aglutinante que le da la consistencia líquida. Anteriormente, cuando no existía la explotación petrolífera actual ni el plástico (el cual ahora se usa en algunos casos como aglutinante) se usaban materiales de características naturales (plantas). Además del aglutinante y el pigmento se usan disolventes que al entrar en contacto con el aire se evaporan rápidamente. Como disolventes y aglutinantes se usan derivados del petróleo. 
Tejas	Pueden ser de acero corrugado tipo galvanizadas prepintadas o esmaltadas y de aluminio. Las láminas de acero galvanizadas tipo G-60, equivale a un recubrimiento nominal de 0.60 onzas de zinc por cada pie cuadrado de lámina. También se usan tejas de fibrocemento que son el resultado de la unión del cemento y de fibras mineralizadas, estas forman láminas las cuales tienen una alta resistencia. 
Tuberías PVC	El PVC (poli cloruro de vinilo) es un material de origen petroquímico, utilizado en la fabricación de tubería. Las tuberías en PVC y CPVC son ligeras en peso (aproximadamente la mitad del peso del aluminio y una sexta parte del peso del acero). Las paredes interiores son lisas y sin costura y no se requieren herramientas especiales por cortar. El PVC y el CPVC son materiales inertes y se caracterizan por su alta resistencia a la corrosión, a los ataques químicos debido a soluciones salinas, ácidos y alkalis fuertes, alcoholes, y muchos otros químicos. 

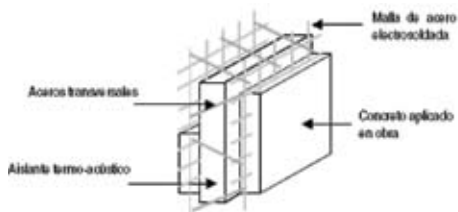
Otros productos químicos usados en la construcción se mencionan en el Cuadro 2.3.

Cuadro 2.3 Productos Químicos Usados en la Construcción¹⁵

TIPO DE PRODUCTO QUÍMICO	DESCRIPCIÓN Y USOS
Aditivos para cemento, concreto y mortero	Su principal función es modificar las propiedades del concreto y el mortero, mejorando la plasticidad, dureza, resistencia y fraguado de sus materiales. De este modo ofrece: aditivos acelerantes y retardantes, aditivos impermeabilizantes, aditivos adherentes y mejoradores de resistencias, aditivos expansores y plastificantes, aditivos reductores de agua, incorporadores de agua, curadores y desencofrantes. Son productos o sistemas que impiden o disminuyen el paso del agua a través de un elemento endurecido. Existen sistemas de impermeabilización rígida, sistemas de impermeabilización flexible con láminas elásticas, sistemas de impermeabilización con productos bituminosos. Además, se encuentran masillas y sellos que brindan diferentes soluciones en la construcción: masillas de poliuretano, masillas a base de silicona, fondos de juntas, cintas de PVC, sistemas con láminas de Hypalon y adhesivos epóxicos
Sistemas de impermeabilización	Son productos o sistemas que impiden o disminuyen el paso del agua a través de un elemento endurecido. Existen sistemas de impermeabilización rígida, sistemas de impermeabilización flexible con láminas elásticas, sistemas de impermeabilización con productos bituminosos. Además, se encuentran masillas y sellos que brindan diferentes soluciones en la construcción: masillas de poliuretano, masillas a base de silicona, fondos de juntas, cintas de PVC, sistemas con láminas de Hypalon y adhesivos epóxicos
Otros	• Sistemas completos de morteros predosificados para la reparación del concreto. • Morteros con base en resinas epóxicas para los refuerzos estructurales y morteros ligeramente expansivos para los rellenos. • Pinturas para protección del concreto de la corrosión y el ataque químico. -Inmunizantes para madera. • Adhesivos epóxicos para elementos endurecidos, puentes de adherencia, para anclajes y nivelación.

Existen otros sistemas alternativos de construcción que son utilizados en viviendas de interés social y en edificaciones menores a 10 pisos. Estos sistemas cuentan con aprobación de la Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura (Véase Cuadro 2.4).

Cuadro 2.4 Sistemas Alternativos de Construcción Aprobados en la República de Panamá¹⁶

NOMBRE	DESCRIPCIÓN Y USOS	
3D PANEL	Los paneles de 3D son fabricados en una línea de soldadura totalmente automática que ensambla los tres componentes: malla electrosoldada, aceros espaciadores y el núcleo aislante (poliestireno), conformando un elemento tridimensional. Una vez son colocados en posición los paneles en la obra se les aplica concreto por las dos caras.	
M2	Es un sistema integral de paneles modulares, cuya función estructural está garantizada por dos mallas de acero galvanizado electro-soldadas, unidas entre sí a través de conectores dobles de acero, que encierran en su interior una placa de poliestireno expandido, oportunamente perfilado al grado de asegurar también un perfecto aislamiento termo-acústico	
MOLADI	Es un sistema patentado de encofrados modulares de inyección plástica	
PREFAPC	Es un sistema modular de paredes prefabricadas de concreto para vivienda de uno y dos pisos, diseñado de manera que el montaje pueda ser realizado en obra sin utilizar equipo especial. Se construyen usando dos elementos: columnas pretensadas y baldosa horizontales reforzadas.	

16 Fuente: Páginas web de las empresas fabricantes.

Cuadro 2.5 Clasificación de la Eficiencia en la Productividad de la Mano de Obra en la Construcción¹⁸

EFICIENCIA DE LA PRODUCTIVIDAD	RANGO (%)
Muy Baja	10 – 40
Baja	41 – 60
Normal (Promedio)	61 – 80
Muy Buena	81 – 90
Excelente	91 - 100

Como referencia para estimar la eficiencia en la productividad de la mano de obra, en el Cuadro 2.6 se presentan algunos consumos promedio de mano de obra.

Cuadro 2.6 Consumo Promedio de Mano de Obra en Actividades de Construcción¹⁹

ACTIVIDAD		UNIDAD ud	CONSUMO PROMEDIO (hH/ud)
Movimiento de Tierra - Excavación	En terreno de arcilla hasta 1.60 m	m ³	2.57
	En terreno de tosca suave hasta 1.60 m	m ³	1.64
Refuerzo	Corte y doblado (100%)	Ton	0.37
	Colocación para cualquier estructura (60%)	Ton	0.61
Formaleta	Viga	m ²	12.14
	Columna	m ²	15.61
	Losa sólida	m ²	17.60
Techo	Lámina metálica corrugada sin forro	m ²	22.08
	Lámina de asbesto-cemento sin forro	m ²	15.73
Cielorraso	De cartón comprimido	m ²	21.03
	De madera machihembrada	m ²	15.03
	De plywood	m ²	36.80
Puerta	Colocación de puerta de madera o plywood	Un	3.15
	Colocación demarco de madera o metal	Un	9.46
Muro	Bloques de concreto	m ²	14.46
	Pared con bloques de arcilla de 8"	m ²	13.88

¹⁸ Fuente: Estimator's General Construction Man – Tour Manual, John S. Page.

¹⁹ Fuente: Convención Colectiva de Trabajo Celebrada entre la Cámara Panameña de la Construcción y el Sindicato Único Nacional de Trabajadores de la Industria de la Construcción – Tomo II. 2006 – 2013. Panamá. 2006.

ACTIVIDAD		UNIDAD ud	CONSUMO PROMEDIO (hH/ud)
Repello	Liso de cielorraso sobre bloque de arcilla	m ²	13.30
	Liso de cielorraso sobre bloque o losa	m ²	15.03
	Rayado o liso de paredes	m ²	18.50
Piso	Azulejo y cerámica	m ²	7.52
	Cemento pulido	m ²	18.92
	Baldosa	m ²	19.34
Ventana	Instalación con anclajes	Un	11.57

2.4 MAQUINARIA Y EQUIPOS

En las obras de construcción se utilizan varios equipos y máquinas cuyas especificaciones y cantidad depende de la magnitud de la obra, característica de los materiales y condiciones del sitio de la obra. En el Cuadro 2.7 se describe la maquinaria pesada más usada en la construcción de edificaciones.

Cuadro 2.7 Equipos y Maquinaria Usados en Construcción de Edificaciones²⁰

NOMBRE	DESCRIPCIÓN Y USOS	
Apisonador	Se usan para compactar suelos cohesivos o mezclas de suelos en áreas confinadas. Estas unidades tienen un rango de impacto entre 40 a 1200 m-kg por segundo, con impactos de hasta 85 golpes por minuto, dependiendo del modelo especificado. Los criterios de desempeño incluyen kg. por golpe, área cubierta por hora y profundidad de compactación en centímetros (espesor de capa). Estos equipos son autopropulsados y cada golpe lo mueve ligeramente hacia delante para alcanzar una nueva área de contacto	
Bulldózer	Máquina autopropulsada sobre ruedas o cadenas (orugas), diseñada para ejercer una fuerza de empuje o tracción. Usa elementos adicionales tales como; hoja, ripper, winche, etc).	

²⁰ Fuente: Maquinaria Pesada y Equipos Utilizados en el Sector Construcción. Consejo Colombiano de Seguridad.

NOMBRE	DESCRIPCIÓN Y USOS	
Montacarga	Máquinas que se desplazan de manera autónoma por el suelo, destinadas fundamentalmente a transportar, empujar, tirar o levantar cargas. Para cumplir esta función es necesaria una adecuación entre el aparejo de trabajo de la montacarga (implemento) y el tipo de carga. Son aptas para llevar cargas en voladizo. Se asienta sobre dos ejes: motriz, el delantero y directriz, el trasero. Pueden ser eléctricas o con motor de combustión interna	
Retroexcavadora con pala cargadora	Máquina autopropulsada sobre ruedas con un bastidor especialmente diseñado que monta a la vez un equipo de carga frontal y otro de excavación trasero de forma que puedan ser utilizados alternativamente. Cuando se emplea como excavadora, la máquina excava normalmente por debajo del nivel del suelo mediante un movimiento de la cuchara hacia la máquina y eleva, recoge, transporta y descarga materiales mientras la máquina permanece inmóvil. Cuando se emplea como cargadora, carga o excava mediante su desplazamiento y el movimiento de los brazos y eleva, transporta y descarga materiales	

Otros equipos utilizados son:

- Compresores
- Martillos de aire
- Plantas eléctricas
- Mezcladoras o concreteras
- Llaneadoras
- Vibradores
- Cortadoras
- Andamios
- Torres de iluminación
- Sistemas de bombeo
- Sistemas de señalización
- Montacargas manuales
- Baños portátiles



2.5 CONTROLES EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO

Por otra parte, la mayoría de controles que se deben adelantar durante el proceso constructivo, están ligados a pruebas de laboratorio, como es el caso de la compactación de suelos y resistencia del concreto. Existen otros controles que están relacionados con el adecuado funcionamiento de las diferentes instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas, las cuales se realizan en campo.

Recientemente se han desarrollado innovaciones relacionadas con los ensayos y equipos que facilitan los controles de compactación de los suelos, factor que es fundamental para garantizar la estabilidad y vida útil de la obra. Es el caso de los métodos nucleares que permiten determinar in-situ el contenido de humedad y la densidad de los suelos. El instrumental requerido para este ensayo puede transportarse y colocarse fácilmente en el relleno en la ubicación que se desee, y en pocos minutos, se pueden leer los resultados directamente de una pantalla digital.

Este sistema usa el efecto Compton de los rayos gamma para determinar la densidad y la termalización hidrógena de la velocidad de los neutrones para las determinaciones de humedad. Los rayos emitidos ingresan en el terreno, donde una parte es absorbida y la otra reflejada. Los rayos reflejados pasan a través de unos tubos Geiger-Müller en la superficie del equipo. Los rayos reflejados se cuentan cada minuto y se leen directamente en el equipo y se relacionan con curvas calibradas de humedad y densidad.

Las ventajas de este método nuclear con los otros métodos son la disminución del tiempo requerido para cada ensayo. De un día que tardan los otros métodos, éste requiere de algunos minutos, eliminando además las demoras excesivas durante la construcción. Como se pueden tomar más muestras por unidad de tiempo, se tiene una mejor caracterización de la densidad lograda. Otra ventaja es que es un ensayo no destructivo, que no requiere remover las muestras de suelo del lugar de los ensayos; proporciona resultados en suelos con agregados de gran tamaño y reduce o elimina -siempre que esté bien calibrado el equipo y se use correctamente- el posible error en la operación del personal²¹.

2.6 NORMATIVA APLICABLE AL SECTOR CONSTRUCCIÓN

Uno de los aspectos más importantes en la estrategia de implementación de la Producción Más Limpia, es lograr que las medidas adoptadas permitan facilitar el cumplimiento de las normas vigentes a nivel nacional. En el Cuadro 2.8 se presenta un consolidado de las normas técnicas, ambientales y de salud aplicables al sector construcción, con énfasis en obras de edificación. En este cuadro se han incluido los Acuerdos Municipales de Panamá por corresponder a las áreas de mayor desarrollo urbanístico; sin embargo, cada municipio cuenta con su reglamentación específica.

21 Proceso y Equipos de Compactación. Programa de Titulación en Ingeniería Civil. Universidad de Piura. Perú. 2006.

Cuadro 2.8 Normativa Aplicable al Sector Construcción

NORMA	FECHA EMISION	ENTIDAD EMISORA	GACETA OFICIAL	ASPECTO NORMADO
ACUERDOS MUNICIPIO DE PANAMA				
ACUERDO 29 de 2008	26/02/2008	CONSEJO MUNICIPAL DE PANAMA	26002	Por el cual se modifica el parágrafo del artículo primero del Acuerdo No 164 de 27 de diciembre de 2007 sobre los requisitos para obtener el permiso de construcción
ACUERDO 164 de 2007	27/12/2007	CONSEJO MUNICIPAL DE PANAMA	25955	Por el cual se modifica el numeral 3 del artículo 13 del Acuerdo No 116 de 9 de julio de 1996 sobre los requisitos para obtener el permiso de construcción
ACUERDO 57 de 2006	23/05/2006	CONSEJO MUNICIPAL DE PANAMA	25560	Por el cual se reglamenta las actividades de la industria de la construcción que generan ruidos perjudiciales para la salud de los habitantes de las áreas circundantes al desarrollo de obras de edificación en el distrito de Panamá
ACUERDO 148 de 2006	01/12/2006	CONSEJO MUNICIPAL DE PANAMA	25691	Por el cual se derogan los Acuerdos No. 58 del 15 de junio de 1993 y el No. 17-a de 18 de enero de 2005 y se dictan otras disposiciones relacionadas con el libre y seguro tránsito peatonal por las aceras y los predios donde se realizan obras de construcción
ACUERDO 19 de 1998	10/02/1998	CONSEJO MUNICIPAL DE PANAMA	23509	Establece normas de diseño para la construcción de edificios de acceso al público y espacios de uso público ubicados en el distrito de Panamá, dirigidas a garantizar la accesibilidad al entorno físico y las facilidades de uso a personas con discapacidad y/o movilidad reducida
ACUERDO 116 de 1996	09/07/1996	CONSEJO MUNICIPAL DE PANAMA	23099	Por el cual se dictan disposiciones sobre la construcción, adiciones de estructuras, mejoras, demoliciones y movimientos de tierra en el distrito de Panamá
DECRETOS				
DECRETO EJECUTIVO 15 de 2007	03/07/2007	MINISTERIO DE TRABAJO Y DESARROLLO LABORAL	25827	Por el cual se adoptan medidas de urgencia en la industria de la construcción con el objeto de reducir la incidencia de accidentes de trabajo
DECRETO EJECUTIVO 23 de 2007	16/05/2007	MINISTERIO DE VIVIENDA	25794	Por el cual se reglamenta la Ley 6 de 1 de febrero de 2006 que reglamenta el ordenamiento territorial para el desarrollo urbano y dicta otras disposiciones
DECRETO EJECUTIVO 33 de 2007	28/02/2007	MINISTERIO DE ECONOMIA Y FINANZAS	25764	Por el cual se aprueba la Política Nacional de Supervisión, Control y Fiscalización Ambiental
DECRETO EJECUTIVO 34 de 2007	26/02/2007	MINISTERIO DE ECONOMIA Y FINANZAS	25764	Por el cual se aprueba la Política Nacional de Gestión Integral de Residuos No Peligrosos y Peligrosos
DECRETO EJECUTIVO 35 de 2007	26/02/2007	MINISTERIO DE ECONOMIA Y FINANZAS	25764	Por el cual se aprueba la Política Nacional de Cambio Climático
DECRETO EJECUTIVO 36 de 2007	01/03/2007	MINISTERIO DE ECONOMIA Y FINANZAS	25764	Por el cual se aprueba la Política Nacional de Producción Mas Limpia

²² Fuente: Asamblea Nacional de Panamá.

NORMA	FECHA EMISION	ENTIDAD EMISORA	GACETA OFICIAL	ASPECTO NORMADO
DECRETO EJECUTIVO 82 de 2007	09/04/2007	MINISTERIO DE ECONOMIA Y FINANZAS	25777	Por el cual se aprueba la Política Nacional de Descentralización de la Gestión Ambiental
DECRETO EJECUTIVO 83 de 2007	09/04/2007	MINISTERIO DE ECONOMIA Y FINANZAS	25777	Por el cual se aprueba la Política Nacional de Información Ambiental
DECRETO EJECUTIVO 84 de 2007	09/04/2007	MINISTERIO DE ECONOMIA Y FINANZAS	25777	Por el cual se aprueba la Política Nacional de Recursos Hídricos
DECRETO 191 de 2007	05/06/2007	CONTRALORIA GENERAL DE LA REPUBLICA	25844	Por el cual se aprueba el documento titulado: manual de procedimientos del Programa de Vivienda Solidaria (PROVISOL).
DECRETO EJECUTIVO 1 de 2006	01/02/2006	MINISTERIO DE VIVIENDA	25478	Por el cual se subroga el Decreto Ejecutivo No. 266 de 24 de noviembre de 1994, se eleva a la categoría de Dirección Nacional la actual oficina de Ventanilla Única del Ministerio de Vivienda y se adoptan otras disposiciones
DECRETO EJECUTIVO 35 de 2006	27/04/2006	MINISTERIO DE VIVIENDA	25535	Que crea el Programa de Vivienda Solidaria (PROVISOL)
DECRETO EJECUTIVO 209 de 2006	05/09/2006	MINISTERIO DE ECONOMIA Y FINANZAS	25625	Por el cual se reglamenta el capítulo ii del título iv de la Ley 41 del 1 de julio de 1998, general de ambiente de la Republica de Panamá y se deroga el Decreto Ejecutivo 59 de 2000 (proceso de evaluación de impacto ambiental)
DECRETO EJECUTIVO 314 de 2006	19/12/2006	MINISTERIO DE ECONOMIA Y FINANZAS	25700	Aprueba el reglamento del artículo 16 de la Ley 41 de 1 de julio de 1998, para el funcionamiento del Sistema Interinstitucional del Ambiente (SIA)
DECRETO 3 de 2005	03/01/2005	CONTRALORIA GENERAL DE LA REPUBLICA	25226	Por el cual se aprueba el documento titulado manual de procedimientos administrativos para la fiscalización e inspección de obras publicas
DECRETO EJECUTIVO 195 de 2005	21/12/2005	MINISTERIO DE VIVIENDA	25451	Por el cual se adoptan medidas en relación con las instituciones publicas que participan en el proceso de revisión de planos de urbanizaciones y proyectos de vivienda a nivel nacional
DECRETO EJECUTIVO 1 de 2004	15/01/2004	MINISTRO DE SALUD	24970	Por el cual se determina los niveles de ruido, para las áreas residenciales e industriales
DECRETO EJECUTIVO 57 de 2004	10/08/2004	MINISTERIO DE ECONOMIA Y FINANZAS	25115	Por el cual se reglamentan los artículos 41 y 44 del capítulo iv del título iv, de la Ley 41 de 1 de julio de 1998 (aprueba el reglamento del proceso de evaluación de auditorias ambientales y programas de adecuación y manejo ambiental)
DECRETO EJECUTIVO 44 de 2002	06/05/2002	MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS	24547	Por el cual se reglamenta la construcción de estructuras sobre cursos abiertos de aguas naturales en área urbana
DECRETO EJECUTIVO 88 de 2002	12/11/2002	MINISTERIO DE LA JUVENTUD, LA MUJER, LA NIÑEZ Y LA FAMILIA	24682	Por medio del cual se reglamenta la Ley 42 de 27 de agosto de 1999, por la cual se establece la equiparación de oportunidades para las personas con discapacidad
DECRETO EJECUTIVO 306 de 2002	04/09/2002	MINISTERIO DE SALUD	24635	Que adopta el reglamento para el control de los ruidos en espacios públicos, áreas residenciales o de habitación, así como en ambientes laborales
DECRETO EJECUTIVO 47 de 2001	21/12/2001	MINISTERIO DE VIVIENDA	24331	Por el cual se reglamenta la Ley 13 de 22 de enero de 2001, que incentiva la construcción de viviendas de interés social
DECRETO EJECUTIVO 57 de 2000	16/03/2000	MINISTERIO DE ECONOMIA Y FINANZAS	24014	Por el cual se reglamenta la conformación y funcionamiento de las comisiones consultivas ambientales
DECRETO EJECUTIVO 205 de 2000	28/12/2000	MINISTERIO DE VIVIENDA	24212	Por el cual se aprueba el plan de desarrollo urbano de las áreas metropolitanas del pacífico y del atlántico, adscrito a la Dirección General de Desarrollo Urbano del Ministerio de Vivienda y su reglamento general
DECRETO EJECUTIVO 28 de 1998	16/07/1998	MINISTERIO DE VIVIENDA	23595	Por el cual se reglamenta la Ley 61 de 31 de julio de 1996, que crea un programa de desarrollo urbano y se incentiva la construcción de viviendas de interés social, mediante participación pública y privada

NORMA	FECHA EMISION	ENTIDAD EMISORA	GACETA OFICIAL	ASPECTO NORMADO
DECRETO EJECUTIVO 36 de 1998	31/08/1998	MINISTERIO DE VIVIENDA	23627	Por el cual se aprueba el reglamento nacional de urbanizaciones, de aplicación en el territorio de la República de Panamá
DECRETO EJECUTIVO 255 de 1998	18/12/1998	MINISTERIO DE SALUD	23697	Por el cual se reglamentan los artículos 7, 8 y 10 de la Ley 36 de 17 de mayo de 1996, y se dictan otras disposiciones (sobre contaminación ambiental ocasionada por combustibles y plomo)
DECRETO EJECUTIVO 88 de 1995	01/11/1995	MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS	22919	Por la cual se subroga el Decreto Ejecutivo 107 de 19 de abril de 1993, por el que se dictan disposiciones relacionadas con la instalación de anuncios publicitarios dentro de las zonas contiguas a las vías públicas a nivel nacional
DECRETO EJECUTIVO 34 de 1993	03/09/1993	MINISTERIO DE PLANIFICACION Y POLITICA ECONOMICA	22383	Por el cual se deroga Decreto Ejecutivo 17 de 1° de abril de 1992 y se crea y reglamenta el funcionamiento de la Ventanilla Única para la aprobación de anteproyectos, planos y expedición del permiso de construcción, y otros servicios
DECRETO EJECUTIVO 107 de 1993	19/04/1993	MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS	22275	Por el cual se dictan disposiciones relacionadas con la instalación de anuncios publicitarios dentro de las zonas contiguas a las vías públicas a nivel nacional
DECRETO EJECUTIVO 34 de 1986	31/03/1986	MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS	20537	Por el cual se dictan disposiciones relacionadas con las construcciones y edificaciones dentro de la zona de servidumbre de las vías públicas a nivel nacional
DECRETO 55 de 1973	13/06/1973	MINISTERIO DE DESARROLLO AGROPECUARIO	17610	Por el cual se reglamentan las servidumbres en materia de aguas
DECRETO EJECUTIVO 70 de 1973	27/07/1973	MINISTERIO DE DESARROLLO AGROPECUARIO	17429	Por el cual se reglamenta el otorgamiento de permisos y concesiones para uso de aguas y se determina la integración y funcionamiento del consejo consultivo de recursos hidráulicos
DECRETOS LEY				
DECRETO LEY 35 de 1966	22-09-1966	COMISION LEGISLATIVA PERMANENTE	15725	Mediante el cual se reglamenta el uso de las aguas
LEYES				
LEY 6 de 2008	04/01/2008	ASAMBLEA NACIONAL	25955	Por la cual se aprueba el convenio sobre la seguridad y la salud en la construcción, 1988 (num. 167), adoptado por la conferencia general de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), el 20 de junio de 1988
LEY 6 de 2006	01/02/2006	ASAMBLEA NACIONAL	25478	Reglamenta el ordenamiento territorial para el desarrollo urbano y dicta otras disposiciones
LEY 40 de 2006	16/11/2006	ASAMBLEA NACIONAL	25674	Que modifica y adiciona artículos a la Ley 66 de 1947, que aprueba el código sanitario, y dicta otra disposición (sanciones e infracciones)
LEY 11 de 2006	27/04/2006	ASAMBLEA NACIONAL	25535	Que reorganiza el ministerio de obras públicas, y la Ley 94 de 1973, sobre contribución por valorización, y dicta otra disposición (vallas publicitarias en áreas públicas)
LEY 5 de 2005	28/01/2005	ASAMBLEA NACIONAL	25233	Adiciona un título, denominado delitos contra el ambiente, al libro ii del Código Penal, y dicta otras disposiciones
LEY 49 de 2004	30/09/2004	ASAMBLEA LEGISLATIVA	25150	Deroga artículos de la Ley 78 de 1941 y la Ley 120 de 1943, y dicta otras disposiciones (sobre el reglamento de urbanizaciones en la República de Panamá)
LEY 79 de 2003	23/12/2003	ASAMBLEA LEGISLATIVA	24956	Hace adiciones al anexo i de la Ley 21 de 1997, que aprueba el plan regional para el desarrollo de la región interoceánica y el plan general de uso, conservación y desarrollo del área del canal, y dicta otras disposiciones
LEY 39 de 2002	05/08/2002	ASAMBLEA LEGISLATIVA	24613	Que modifica y adiciona artículos a la Ley 13 de 1993, que regula el régimen de propiedad horizontal o propiedad de unidades departamentales y dicta otras disposiciones
LEY 13 de 2001	22/01/2001	ASAMBLEA LEGISLATIVA	24228	Incentiva la construcción de viviendas de interés social
LEY 77 de 2001	28/12/2001	ASAMBLEA LEGISLATIVA	24461-A	Que reorganiza y moderniza el instituto de acueductos y alcantarillados nacionales y dicta otras disposiciones
LEY 42 de 1999	27/08/1999	ASAMBLEA LEGISLATIVA	23876	Por la cual se establece la equiparación de oportunidades para las personas con discapacidad

NORMA	FECHA EMISION	ENTIDAD EMISORA	GACETA OFICIAL	ASPECTO NORMADO
LEY 41 de 1998	01/07/1998	ASAMBLEA LEGISLATIVA	23578	General de Ambiente de la Republica de Panamá
LEY 21 de 1997	02/07/1997	ASAMBLEA LEGISLATIVA	23323	Por el cual se aprueba el plan regional para el desarrollo de la región interoceánica y el plan general de uso, conservación y desarrollo del área del canal
LEY 36 de 1996	17/05/1996	ASAMBLEA LEGISLATIVA	23040	Por la cual se establecen controles para evitar la contaminación ambiental ocasionada por combustibles y plomo
LEY 61 de 1996	31/07/1996	ASAMBLEA LEGISLATIVA	23092	Por la cual se crea un programa de desarrollo urbano y se incentiva la construcción de viviendas de interés social, mediante participación pública y privada
LEY 1 de 1994	03/02/1994	ASAMBLEA LEGISLATIVA	22470	Por la cual se establece la legislación forestal en la Republica de Panamá, y se dictan otras disposiciones
LEY 13 de 1993	28/04/1993	ASAMBLEA LEGISLATIVA	22275	Por la cual se regula el régimen de propiedad horizontal o propiedad de unidades departamentales
LEY 21 de 1982	18/10/1982	CONSEJO NACIONAL DE LEGISLACION	19678	Por la cual se modifican y derogan unos artículos de la Ley 48 de 1963, modificada y adicionada por la Ley 70 de 1963 y el Decreto de Gabinete 148 de 1970 y se toman medidas sobre las instituciones de bomberos de Panamá
LEY 9 de 1973	25/01/1973	CONSEJO NACIONAL DE LEGISLACION	17276	Por la cual se crea el Ministerio de Vivienda
LEY 63 de 1973	31/07/1973	CONSEJO NACIONAL DE LEGISLACION	17411	Por la cual se crea la Dirección de Catastro, se le asignan funciones y se establece un sistema catastral
LEY 106 de 1973	08/10/1973	CONSEJO NACIONAL DE LEGISLACION	17458	Sobre régimen municipal
LEY 53 de 1963	04/02/1963	ASAMBLEA NACIONAL	14811	Por la cual se reforma y adiciona la Ley 15 de 26 de enero de 1959 y se deroga en todas sus partes la Ley 46 de 30 de abril de 1941. (regula el ejercicio de los profesiones de ingeniería y arquitectura)
LEY 15 de 1959	26/01/1959	ASAMBLEA NACIONAL	13772	Por la cual se regula el ejercicio de las profesiones de ingeniería y arquitectura
LEY 24 de 1956	09/02/1956	ASAMBLEA NACIONAL	12959	Por la cual se adiciona la Ley 78 de 23 de junio de 1941. (Por la cual se reglamentan las urbanizaciones en la Republica de Panamá).
LEY 66 de 1947	10/11/1947	ASAMBLEA NACIONAL	10467	Por la cual se aprueba el Código Sanitario
LEY 78 de 1941	23/06/1941	ASAMBLEA NACIONAL	8551	Por la cual se reglamentan las urbanizaciones en la Republica de Panamá
RESOLUCIONES				
RESOLUCION 36 de 2007	02/02/2007	MINISTERIO DE VIVIENDA	25746	Por la cual se establecen los requisitos para la reserva y proroga de nombres. (para edificios o conjuntos residenciales que serán agregados al régimen de propiedad horizontal)
RESOLUCION AG 80 de 2007	14/02/2007	AUTORIDAD NACIONAL DEL AMBIENTE	25751	Por medio de la cual se aprueba y se somete a la consulta de organismos competentes públicos y privados el anteproyecto de norma de calidad de suelos para diversos usos
RESOLUCION 168 de 2007	02/04/2007	AUTORIDAD NACIONAL DEL AMBIENTE	25784	Reglamenta la cubicación de madera y fija el margen de tolerancia para los volúmenes de tala que se autoricen mediante permisos, concesiones, u otras autorizaciones de aprovechamiento forestal
RESOLUCION 391 de 2007	02/11/2007	MINISTERIO DE VIVIENDA	25940	Por la cual se deroga la Resolución No. 124-94 de 18 de agosto de 1994, que reglamenta el uso del litoral y se dictan otras medidas
RESOLUCION 756 de 2007	07/03/2007	JUNTA TECNICA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA - MOP	25807	Por medio de la cual se aprueba el sistema constructivo MOLADI
RESOLUCION 769 de 2007	06/12/2007	AUTORIDAD NACIONAL DEL AMBIENTE	25958	Por medio de la cual se ordenan medidas de protección y fiscalización para la conservación, manejo, aprovechamiento y transporte de los recursos naturales renovables (recurso forestal)
RESOLUCION 9 de 2006	18/01/2006	MINISTERIO DE VIVIENDA	25489	Por la cual se establece como uso complementario a la norma de alta densidad RM3, MCU3 y C2, el código de zona residencial turístico urbano (RTU) de aplicación en el territorio de la Republica de Panamá

NORMA	FECHA EMISION	ENTIDAD EMISORA	GACETA OFICIAL	ASPECTO NORMADO
RESOLUCION AG 9 de 2006	05/01/2006	AUTORIDAD NACIONAL DEL AMBIENTE	25484	Que modifica la Resolución N° 03-98 por la cual se fijan las tarifas a cobrar por los servicios técnicos que presta la ANAM, para el manejo, uso y aprovechamiento de los recursos hídricos y edáficos, y se dictan otras medidas
RESOLUCION 68 de 2006	05/07/2006	MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS	25588	Por medio de la cual se reglamenta el régimen de sanciones establecidas por el artículo 1, literales m), n), y o), de la Ley 11 de 2006, que reforma la Ley 35 de 1978 y se dictan otras disposiciones (vallas publicitarias en áreas publicas)
RESOLUCION 69 de 2006	05/07/2006	MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS	25588	Por medio de la cual se reglamenta el régimen de servidumbres publicas y sanciones por infracciones al artículo 4° de la Ley 11 de 27 de abril de 2006 que reforma la Ley 35 de 1978 y se dictan otras decisiones (vallas publicitarias en áreas publicas)
RESOLUCION 80 de 2006	03/02/2006	AUTORIDAD NACIONAL DEL AMBIENTE	25490	Por medio de la cual se aprueba y se somete a consulta a organismos competentes públicos y privados el anteproyecto de normas de calidad de aguas marinas y costeras y el anteproyecto normas de emisiones vehiculares
RESOLUCION 81 de 2006	03/02/2006	AUTORIDAD NACIONAL DEL AMBIENTE	25491	Por medio de la cual se aprueba y se somete a consulta a organismos competentes públicos y privados el anteproyecto de normas de calidad de aguas marinas y del anteproyecto de normas de calidad de los recursos marinos y costeros
RESOLUCION 118 de 2006	20/03/2006	DIRECCION GENERAL DE NORMAS Y TECNOLOGIA INDUSTRIAL - MICI	25524	Aprueba la norma técnica DGNTI-COPANIT 15-2006, agregados para concretos especificaciones
RESOLUCION 127 de 2006	03/03/2006	AUTORIDAD NACIONAL DEL AMBIENTE	25511	Por la cual se define y establece de manera transitoria, el caudal ecológico o ambiental, para los usuarios de los recursos hídricos del país
RESOLUCION 163 de 2006	23/03/2006	AUTORIDAD NACIONAL DEL AMBIENTE	25522	Por la cual se adoptan nuevas tarifas, para el servicio de inspección técnica, requerida para iniciar los tramites, de la solicitud de concesión de uso de agua, presentadas por diferentes tipos de usuarios
RESOLUCION 183 de 2006	12/04/2006	AUTORIDAD NACIONAL DEL AMBIENTE	25532	Por medio de la cual se aprueba y se somete a consulta a organismos competentes públicos y privados el anteproyecto de normas de calidad de aire ambiente
RESOLUCION 184 de 2006	12/04/2006	AUTORIDAD NACIONAL DEL AMBIENTE	25532	Por medio de la cual se aprueba y se somete a consulta a organismos competentes públicos y privados el anteproyecto de normas de emisión de fuentes fijas
RESOLUCION 185 de 2006	12/04/2006	AUTORIDAD NACIONAL DEL AMBIENTE	25532	Por medio de la cual se aprueba y se somete a consulta a organismos competentes públicos y privados el anteproyecto de normas para el control de olores molestos
RESOLUCION 186 de 2006	12/04/2006	AUTORIDAD NACIONAL DEL AMBIENTE	25533	Por medio de la cual se aprueba y se somete a consulta a organismos competentes públicos y privados el anteproyecto de normas de calidad de aire en interiores
RESOLUCION 316 de 2006	10/07/2006	MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIAS	25618	Aprobar la norma técnica DGNTI COPANIT 229-2006 materiales de construcción y edificación, bloques huecos de arcillas para paredes que no soportan cargas, especificaciones
RESOLUCION 355 de 2006	22/11/2006	MINISTERIO DE VIVIENDA	25724	Se prohíbe terminantemente edificar, en áreas colindantes con ríos y quebradas y con cualquier curso abierto de aguas naturales, en especial aquellas declaradas previamente inhabitables
RESOLUCION 368 de 2006	18/12/2006	MINISTERIO DE VIVIENDA	25832	Por la cual se crean los códigos de zona y normas de desarrollo urbano para el área del canal, según lo establecido en la Resolución 160-2002; y deroga la Resolución 237-2005 de 16 de agosto de 2005
RESOLUCION AG 522 de 2006	21/09/2006	AUTORIDAD NACIONAL DEL AMBIENTE	25653	Por medio de la cual se modifica la Resolución AG- 0127-2006 mediante la cual se define y establece de manera transitoria el caudal ecológico o ambiental para los usuarios de los recursos hídricos del país
RESOLUCION 526 de 2006	21/09/2006	AUTORIDAD NACIONAL DEL AMBIENTE	25770	Por la cual se aprueba el manual de procedimiento para la elaboración y evaluación de auditorías ambientales y programas de adecuación y manejo ambiental, (PAMA's)
RESOLUCION 711 de 2006	22/03/2006	JUNTA TECNICA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA - MOP	25552	Por medio de la cual se aclara el uso obligatorio del NEC, documento base del reglamento para las instalaciones eléctricas (RIE) de la Republica de Panamá

NORMA	FECHA EMISION	ENTIDAD EMISORA	GACETA OFICIAL	ASPECTO NORMADO
RESOLUCION 363 de 2005	08/07/2005	AUTORIDAD NACIONAL DEL AMBIENTE	25347	Por la cual se establecen medidas de protección del patrimonio histórico nacional ante actividades generadoras de impacto ambiental
RESOLUCION 494 de 2005	13/09/2005	AUTORIDAD NACIONAL DEL AMBIENTE	25392-A	Por la cual se modifica la Resolución AG-0145-2004 "por la cual se establece los requisitos para solicitar concesiones transitorias o permanentes para derecho de uso de aguas y se dictan otras disposiciones
RESOLUCION 669 de 2005	27/04/2005	JUNTA TECNICA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA - MOP	25301	Por medio de la cual se obliga a todos los consejos municipales del país, a expedir permisos de construcción, únicamente a nombre de profesionales idóneos o empresas constructora registrada en la Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura
RESOLUCION 677 de 2005	03/08/2005	MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS	25378	Por la cual se reglamenta la instalación de pararrayos para la protección de los edificios y otras estructuras contra las descargas atmosféricas
RESOLUCION 668 de 2005	27/04/2005	JUNTA TECNICA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA - MOP	25300	Por medio de la cual se formaliza un formulario para la solicitud de inscripción de empresas ante la Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura
RESOLUCION 695 de 2005	14/12/2005	JUNTA TECNICA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA - MOP	25506	Por la cual se modifica la capacidad mínima del medio de desconexión del servicio del reglamento para las instalaciones eléctricas (RIE) de la Republica de Panamá
RESOLUCION 39 de 2004	17/03/2004	MINISTRO DE VIVIENDA	25019	Por la cual se reglamenta la Ley 79 de 23 de diciembre de 2003, que hace adiciones al anexo i de la Ley 21 de 2/7/1997, que aprueba el plan regional para el desarrollo de la región interoceánica y el plan general de uso, conservación del área del canal
RESOLUCION 82 de 2004	31/05/2004	MINISTERIO DE VIVIENDA	25067	Por la cual se eliminan los anchos de servidumbre vial de 10.00 y de 10.80 metros para calles sin salida y se fija 12.00 metros como ancho mínimo en la aprobación de urbanizaciones
RESOLUCION 145 de 2004	07/05/2004	AUTORIDAD NACIONAL DEL AMBIENTE	25053	Que establece los requisitos para solicitar concesiones transitorias o permanentes para derecho de uso de aguas y se dictan otras disposiciones
RESOLUCION 169 de 2004	14/10/2004	MINISTERIO DE VIVIENDA	25158-A	Por la cual se aprueban los códigos de bonificación residenciales para la Ciudad de Panamá en sus diferentes modalidades
RESOLUCION 192 de 2004	05/05/2004	DIRECCION GENERAL DE NORMAS Y TECNOLOGIA INDUSTRIAL - MICI	25059	Modifica el artículo tercero y adiciona nuevos artículos a la Resolución N° 352 de 26 de julio de 2000 (sobre laboratorios autorizados para caracterización de aguas)
RESOLUCION 193 de 2004	05/05/2004	DIRECCION GENERAL DE NORMAS Y TECNOLOGIA INDUSTRIAL - MICI	25059	Modifica el artículo tercero y adiciona nuevos artículos a la Resolución N° 351 de 26 de julio de 2000 (sobre laboratorios autorizados para caracterización de aguas)
RESOLUCION 194 de 2004	05/05/2004	DIRECCION GENERAL DE NORMAS Y TECNOLOGIA INDUSTRIAL - MICI	25059	Modifica el artículo tercero y adiciona nuevos artículos a la Resolución N° 350 de 26 de julio de 2000 (sobre laboratorios autorizados para caracterización de aguas)
RESOLUCION 200 de 2004	07/06/2004	AUTORIDAD NACIONAL DEL AMBIENTE	25085	Establece los criterios y parámetros técnicos básicos, para la elaboración de planes de manejo forestal, destinados a sustentar aprovechamientos forestales no intensivos
RESOLUCION 250 de 2004	14/12/2004	AUTORIDAD DEL TRANSITO Y TRANSPORTE TERRESTRE - MGJ	25222	Reglamenta la inscripción obligatoria de todo equipo pesado, agrícola, construcción o de cualquier actividad en la Sección Nacional de Registro Vehículos Motorizados de la Autoridad de Transito y Transporte Terrestre
RESOLUCION 626 de 2004	09/06/2004	JUNTA TECNICA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA - MOP	25085	Por la cual se requiere una vista de la evaluación en los planos eléctricos, de los edificios y otras estructuras colindantes con las líneas eléctricas
RESOLUCION 639 de 2004	29/09/2004	JUNTA TECNICA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA - MOP	25181	Por medio de la cual se adopta el Reglamento para el Diseño Estructural en la Republica de Panamá 2004 (REP-04).
RESOLUCION 645 de 2004	11/11/2004	MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS	25212	Por medio de la cual se aprueba el sistema de paneles COMPIONE PSM 60 y PSM 80 de m ² para ser utilizado en construcción de viviendas
RESOLUCION 720 de 2004	09/12/2004	AUTORIDAD NACIONAL DEL AMBIENTE	25215	Por medio de la cual se establece el cobro y la tarifa de los servicios que presta la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM), durante el proceso de revisión de los informes de las auditorias ambientales y evaluación de los Programas de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA's)

NORMA	FECHA EMISION	ENTIDAD EMISORA	GACETA OFICIAL	ASPECTO NORMADO
RESOLUCION 8 de 2003	11/03/2003	MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS	24766	Que aprueba la segunda revisión oficial del Manual de Requisitos de Revisión de Planos
RESOLUCION 28 de 2003	21/02/2003	MINISTRO DE VIVIENDA	24757	Por el cual se aprueba el reglamento para calles privadas en las urbanizaciones y lotificaciones ubicadas en el territorio nacional
RESOLUCION 72 de 2003	21/11/2003	CUERPO DE BOMBEROS DE PANAMA	24949	Por medio de la cual se introducen modificaciones en el artículo 3 de la Resolución 46 "normas para la instalación de sistemas de protección para casos de incendio" de 3 de febrero de 1975
RESOLUCION 184 de 2003	20/11/2003	MINISTERIO DE VIVIENDA	24942	Por la cual se establecen nuevas regulaciones a nivel nacional, para el calculo del numero de habitantes en edificios de apartamentos y establecimientos de hospedaje publico y se deroga una Resolución 166 de 1986
RESOLUCION 204 de 2003	30/09/2003	MINISTERIO DE VIVIENDA	24984	Por la cual se aprueba el documento grafico de zonificación para la Ciudad de Panamá, actualizado hasta junio de 2003
RESOLUCION 235 de 2003	12/06/2003	AUTORIDAD NACIONAL DEL AMBIENTE	24833	Por la cual se establece la tarifa para el pago en concepto de indemnización ecológica, para la expedición de los permisos de tala rasa y eliminación de sotobosques o formaciones de gramíneas, que se requiere para la ejecución de obras de desarrollo
RESOLUCION 332 de 2003	07/07/2003	MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIAS	24853	Por la cual se aprueba el reglamento técnico DGNTI-COPANIT 78:1. 2003 metrología. Medidores de agua a temperatura ambiente. Parte 1: especificaciones técnicas y metrológicas
RESOLUCION 397 de 2003	17/09/2003	AUTORIDAD NACIONAL DEL AMBIENTE	24899	Por la cual se delega la responsabilidad, autoridad y competencia para que se otorgue o niegue, los permisos de tala para obras o proyectos de desarrollo y actividades humanas
RESOLUCION 466 de 2003	20/10/2003	AUTORIDAD NACIONAL DEL AMBIENTE	24995	Por la cual se aprueban los formatos de solicitud y autorización de los permisos especiales de aprovechamiento forestal de carácter domestico o de subsistencia y para la emisión de guías de movilización de madera
RESOLUCION 599 de 2003	06/08/2003	MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS	24909	Por la cual se adiciona el reglamento para las instalaciones eléctricas (RIE) de la Republica de Panamá, los voltajes nominales estándares
RESOLUCION 607 de 2003	06/08/2003	MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS	24899	Por la cual se establece la obligatoriedad de indicar en los planos y especificaciones un texto concerniente al profesional residente
RESOLUCION 26 de 2002	30/01/2002	AUTORIDAD NACIONAL DEL AMBIENTE	24490	Por la cual establece los cronogramas de cumplimiento para la caracterización y adecuación a los reglamentos técnicos para descargas de aguas residuales
RESOLUCION 160 de 2002	22/07/2002	MINISTERIO DE VIVIENDA	24622	Por la cual se crean los códigos de zona y normas de desarrollo urbano para el área del canal
RESOLUCION 466 de 2002	25/07/2002	AUTORIDAD NACIONAL DEL AMBIENTE	24652	Por la cual se establecen los requisitos para las solicitudes de permisos o concesiones para descargas de aguas usadas o residuales
RESOLUCION 124 de 2001	20/03/2001	MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIAS	24303	Aprobar el reglamento técnico DGNTI-COPANIT 43-2001 higiene y seguridad industrial
RESOLUCION 134 de 2001	09/07/2001	MINISTERIO DE VIVIENDA	24344	Mediante el cual se hacen modificaciones a la Resolución N° 139-2000, por la cual se aprueban normas especiales para mantener el carácter de ciudad jardín en la región interoceánica
RESOLUCION 155 de 2001	31/07/2001	MINISTERIO DE VIVIENDA	24392	Por la cual se establecen nuevas normas de diseño relativas a estacionamientos para vehículos en la Republica de Panamá
RESOLUCION 180 de 2001	19/01/2001	MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS	24236	Por la cual se deroga y expide el reglamento para la instalación de anuncios publicitarios en corredores, autopista central y obras por concesión
RESOLUCION 194 de 2001	18/10/2001	MINISTERIO DE VIVIENDA	24421	Por el cual se adoptan algunas medidas relacionadas con la aplicación de las normas especiales para mantener el carácter de ciudad jardín en la región interoceánica, contenidas en la Resolución No 139-2000 de 8 de agosto de 2000
RESOLUCION 275 de 2001	20/07/2001	MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIAS	24373	Aprobar el reglamento técnico DGNTI- COPANIT 48-2001 bloques huecos de concreto de uso estructural y no estructural, especificaciones
RESOLUCION 370 de 2001	16/11/2001	AUTORIDAD NACIONAL DEL AMBIENTE	24469	Por medio de la cual se faculta a los administradores regionales de la autoridad nacional del ambiente sancionar con suspensión temporal de las actividades de los promotores de proyectos y/u obras

NORMA	FECHA EMISION	ENTIDAD EMISORA	GACETA OFICIAL	ASPECTO NORMADO
RESOLUCION 8 de 2003	11/03/2003	MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS	24766	Que aprueba la segunda revisión oficial del Manual de Requisitos de Revisión de Planos
RESOLUCION 28 de 2003	21/02/2003	MINISTRO DE VIVIENDA	24757	Por el cual se aprueba el reglamento para calles privadas en las urbanizaciones y lotificaciones ubicadas en el territorio nacional
RESOLUCION 72 de 2003	21/11/2003	CUERPO DE BOMBEROS DE PANAMA	24949	Por medio de la cual se introducen modificaciones en el artículo 3 de la Resolución 46 "normas para la instalación de sistemas de protección para casos de incendio" de 3 de febrero de 1975
RESOLUCION 184 de 2003	20/11/2003	MINISTERIO DE VIVIENDA	24942	Por la cual se establecen nuevas regulaciones a nivel nacional, para el calculo del numero de habitantes en edificios de apartamentos y establecimientos de hospedaje publico y se deroga una Resolución 166 de 1986
RESOLUCION 204 de 2003	30/09/2003	MINISTERIO DE VIVIENDA	24984	Por la cual se aprueba el documento grafico de zonificación para la Ciudad de Panamá, actualizado hasta junio de 2003
RESOLUCION 235 de 2003	12/06/2003	AUTORIDAD NACIONAL DEL AMBIENTE	24833	Por la cual se establece la tarifa para el pago en concepto de indemnización ecológica, para la expedición de los permisos de tala rasa y eliminación de sotobosques o formaciones de gramíneas, que se requiere para la ejecución de obras de desarrollo
RESOLUCION 332 de 2003	07/07/2003	MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIAS	24853	Por la cual se aprueba el reglamento técnico DGNTI-COPANIT 78:1. 2003 metrología. Medidores de agua a temperatura ambiente. Parte 1: especificaciones técnicas y metrológicas
RESOLUCION 397 de 2003	17/09/2003	AUTORIDAD NACIONAL DEL AMBIENTE	24899	Por la cual se delega la responsabilidad, autoridad y competencia para que se otorgue o niegue, los permisos de tala para obras o proyectos de desarrollo y actividades humanas
RESOLUCION 466 de 2003	20/10/2003	AUTORIDAD NACIONAL DEL AMBIENTE	24995	Por la cual se aprueban los formatos de solicitud y autorización de los permisos especiales de aprovechamiento forestal de carácter domestico o de subsistencia y para la emisión de guías de movilización de madera
RESOLUCION 599 de 2003	06/08/2003	MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS	24909	Por la cual se adiciona el reglamento para las instalaciones eléctricas (RIE) de la Republica de Panamá, los voltajes nominales estándares
RESOLUCION 607 de 2003	06/08/2003	MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS	24899	Por la cual se establece la obligatoriedad de indicar en los planos y especificaciones un texto concerniente al profesional residente
RESOLUCION 26 de 2002	30/01/2002	AUTORIDAD NACIONAL DEL AMBIENTE	24490	Por la cual establece los cronogramas de cumplimiento para la caracterización y adecuación a los reglamentos técnicos para descargas de aguas residuales
RESOLUCION 160 de 2002	22/07/2002	MINISTERIO DE VIVIENDA	24622	Por la cual se crean los códigos de zona y normas de desarrollo urbano para el área del canal
RESOLUCION 466 de 2002	25/07/2002	AUTORIDAD NACIONAL DEL AMBIENTE	24652	Por la cual se establecen los requisitos para las solicitudes de permisos o concesiones para descargas de aguas usadas o residuales
RESOLUCION 124 de 2001	20/03/2001	MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIAS	24303	Aprobar el reglamento técnico DGNTI-COPANIT 43-2001 higiene y seguridad industrial
RESOLUCION 134 de 2001	09/07/2001	MINISTERIO DE VIVIENDA	24344	Mediante el cual se hacen modificaciones a la Resolución N° 139-2000, por la cual se aprueban normas especiales para mantener el carácter de ciudad jardín en la región interoceánica
RESOLUCION 155 de 2001	31/07/2001	MINISTERIO DE VIVIENDA	24392	Por la cual se establecen nuevas normas de diseño relativas a estacionamientos para vehículos en la Republica de Panamá
RESOLUCION 180 de 2001	19/01/2001	MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS	24236	Por la cual se deroga y expide el reglamento para la instalación de anuncios publicitarios en corredores, autopista central y obras por concesión
RESOLUCION 194 de 2001	18/10/2001	MINISTERIO DE VIVIENDA	24421	Por el cual se adoptan algunas medidas relacionadas con la aplicación de las normas especiales para mantener el carácter de ciudad jardín en la región interoceánica, contenidas en la Resolución No 139-2000 de 8 de agosto de 2000
RESOLUCION 275 de 2001	20/07/2001	MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIAS	24373	Aprobar el reglamento técnico DGNTI- COPANIT 48-2001 bloques huecos de concreto de uso estructural y no estructural, especificaciones
RESOLUCION 370 de 2001	16/11/2001	AUTORIDAD NACIONAL DEL AMBIENTE	24469	Por medio de la cual se faculta a los administradores regionales de la autoridad nacional del ambiente sancionar con suspensión temporal de las actividades de los promotores de proyectos y/u obras

NORMA	FECHA EMISION	ENTIDAD EMISORA	GACETA OFICIAL	ASPECTO NORMADO
RESOLUCION 37 de 1997	20/05/1997	MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS	23297	Mediante la cual se establecen normas para la instalación de anuncios publicitarios en las áreas de servidumbre vial a nivel nacional
RESOLUCION 343 de 1997	03/09/1997	JUNTA TECNICA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA - MOP	23397	Por la cual se reforma, en parte, la Resolución N° 248 del 15 de junio de 1988 mediante la cual se reglamenta la instalación de plantas eléctricas de emergencia
RESOLUCION 336 de 1996	15/01/1996	JUNTA TECNICA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA - MOP	22960	Por medio de la cual se reglamenta el diseño y supervisión de instalaciones de sistemas eléctricos y electrónicos en edificaciones y deja sin efecto la Resolución No. 327 de 10 de junio de 1994
RESOLUCION 7 de 1994	13/01/1994	MINISTERIO DE VIVIENDA	22472	Por la cual se aprueba en todas sus partes las normas de diseño relativas al régimen de propiedad horizontal
RESOLUCION 46 de 1994	16/03/1994	MINISTERIO DE VIVIENDA	22574	Por la cual se establece el procedimiento para tramitar solicitudes de incorporación al régimen de propiedad horizontal
RESOLUCION 149 de 1993	29/06/1993	MINISTERIO DE VIVIENDA	22328	Por el cual se modifica el artículo 41 de la Resolución N° 78-90 del 21 de diciembre de 1990, mediante la cual se aprueba el reglamento nacional de urbanizaciones y parcelaciones
RESOLUCION 213 de 1993	29/10/1993	DIRECCION GENERAL DE DESARROLLO URBANO - MIVI	22417	Por la cual se crea el comité técnico de zonificaciones de la Ciudad de Panamá y se establece una reglamentación para la tramitación de cambios de códigos de bonificación
RESOLUCION 317 de 1993	22/01/1993	JUNTA TECNICA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA - MOP	22228	Por medio de la cual se deroga la Resolución N° 220 del 14 de enero de 1987, y se adopta el nuevo reglamento de seguridad para ascensores y montacargas
RESOLUCION 319 de 1993	04/03/1993	JUNTA TECNICA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA - MOP	22263	Se establecen los niveles mínimos de iluminación, que deben ser utilizados en los diseños de edificaciones presentados para su revisión y registro, por las entidades publicas correspondientes de la Republica de Panamá
RESOLUCION 41 de 1992	18/05/1992	DIRECCION GENERAL DE DESARROLLO URBANO - MIVI	22046	Por la cual se modifica la Resolución N° 1 del 23 de enero de 1973, mediante la cual se establece un sistema de bonificación para edificios residenciales de alta densidad de población
RESOLUCION 157 de 1992	07/12/1992	MINISTERIO DE VIVIENDA	22190	Se revisan y modifican algunos aspectos de las normas de desarrollo urbano, aprobados mediante Resolución N° 56 - 90 de 26 de octubre de 1990 y se incluyen otras consideraciones a las excepciones sobre el uso residencial
RESOLUCION 310 de 1992	10/09/1992	JUNTA TECNICA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA - MOP	22136	Por la cual se reglamenta la presentación de los diseños de plomería sanitaria y pluvial para su revisión y registro por las entidades publicas correspondientes, de la Republica de Panamá
RESOLUCION 313 de 1992	28/10/1992	JUNTA TECNICA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA - MOP	22165	Por la cual se reglamenta la presentación de los diseños eléctricos, para supervisión y registro por las entidades publicas correspondientes de la Republica de Panamá
RESOLUCION 22 de 1991	27/11/1991	MINISTERIO DE VIVIENDA	22005	Por la cual se aprueba el manual operativo del reglamento nacional de urbanizaciones y parcelaciones
RESOLUCION 32 de 1991	17/07/1991	MINISTERIO DE VIVIENDA	21835	Por la cual se aprueba el documento denominado normas mínimas para urbanizaciones y viviendas
RESOLUCION 63 de 1991	08/07/1991	MINISTERIO DE VIVIENDA	21876	Por la cual se determinan los criterios que definirán las áreas o sectores donde se pueden aplicar las normas mínimas de urbanización y vivienda, aprobadas mediante Resolución N° 32-90 de 14 de julio de 1990
RESOLUCION 94 de 1991	14/10/1991	MINISTRO DE VIVIENDA	21898	Por la cual se modifican, se desarrollan y se derogan ciertos artículos del reglamento nacional de urbanizaciones y parcelaciones
RESOLUCION 295 de 1991	05/11/1991	JUNTA TECNICA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA - MOP	21977	Por medio de la cual se adopta el reglamento para la instalación de la red telefónica interna en edificios públicos y privados en el territorio nacional y se nombra un comité consultivo para el estudio y actualización del mismo
RESOLUCION 78 de 1990	21/12/1990	MINISTERIO DE VIVIENDA	21746	Por la cual se adopta el reglamento nacional de urbanización y parcelaciones y sus anexos
RESOLUCION 85 de 1990	28/12/1990	MINISTERIO DE VIVIENDA	21704	Por la cual se reglamentan los predios ubicados en las esquinas de las intersecciones o cruces de calles
RESOLUCION 90 de 1990	17/07/1990	MINISTERIO DE VIVIENDA	21603	Aprueba el documento normas mínimas de urbanización y vivienda

NORMA	FECHA EMISION	ENTIDAD EMISORA	GACETA OFICIAL	ASPECTO NORMADO
RESOLUCION 268 de 1990	21/02/1990	JUNTA TECNICA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA - MOP	21500	Se reglamenta la inscripción de empresas para dedicarse a las actividades de ingeniería y arquitectura
RESOLUCION 269 de 1990	07/03/1990	MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS	21693	Por medio de la cual se adopta el reglamento para las instalaciones eléctricas (Tomo III) en la Republica de Panamá
RESOLUCION 277 de 1990	26/10/1990	MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS	21750	Por medio de la cual se adopta el reglamento de los sistemas de detección y alarmas de incendios, en la Republica de Panamá
RESOLUCION 248 de 1988	15/06/1988	JUNTA TECNICA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA - MOP	21107	Por el cual se reglamenta la instalación de plantas eléctricas de emergencia
RESOLUCION 249 de 1988	15/06/1988	JUNTA TECNICA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA - MOP	21178	Por medio de la cual se adopta el reglamento para instalaciones eléctricas (Tomo II) en la Republica de Panamá
RESOLUCION 229 de 1987	09/07/1987	JUNTA TECNICA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA - MOP	20908	Por medio del cual se adopta el reglamento para instalaciones eléctricas en la Republica de Panamá y se nombra un comité consultivo permanente para el estudio y actualización del mismo
RESOLUCION 189 de 1983	16/05/1983	JUNTA TECNICA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA - MOP	19825	Por la cual se reglamentan las instalaciones de acondicionamiento de aire, ventilación y refrigeración
RESOLUCION 70 de 1971	21/04/1971	MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS	16865	Por la cual se dispone que las empresas que se dedican a realizar cualquier actividad de la ingeniería o de la arquitectura o en algunas de sus ramas deben obtener previamente su registro ante la Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura
RESUELTOS				
RESUELTO 1 de 2005	26/08/2005	DIRECCION DE CATASTRO Y BIENES PATRIMONIALES - MEF	25408	Por el cual se aprueba la tabla base para el calculo del porcentaje de demolición según Resolución No. 210 de 6 de abril de 2005
RESUELTO 300 de 1998	03/09/1998	MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIAS	23638	Por medio del cual se aprueba la norma técnica panameña DGNTI-COPANIT 5-98R. Ingeniería civil y arquitectura. Cemento Portland. Clasificación y especificaciones

3. IMPACTOS AMBIENTALES DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN

El sector de la construcción es una actividad económica que genera un alto impacto ambiental, debido al elevado consumo de recursos naturales y energía, y a la generación de residuos y emisiones contaminantes, tanto en la etapa de construcción como en su vida útil. Por lo tanto, el criterio de sostenibilidad es también clave en este sector, de tal forma que permita garantizar la protección del ambiente y el desarrollo económico presente y futuro del país, buscando que las edificaciones sean entornos habitables y saludables para los ciudadanos que las usan, en armonía con su entorno. Para cumplir con lo anterior, es necesario analizar todo el ciclo de vida del edificio, desde su diseño arquitectónico y la obtención de las materias primas, hasta su posterior demolición en forma de residuos.

La construcción de edificios, así como la edificación de infraestructuras de obra civil, es una de las actividades humanas que consume más materiales, si se considera no sólo la actividad estricta de construir, sino la que lleva asociada la consecución y elaboración de los materiales de construcción. La obra pública es la que más materiales consume. A su lado, la edificación de viviendas aparece como un consumidor menor.

Por cada metro cuadrado de edificio construido, se gastan aproximadamente 2.7 toneladas de materiales. Se ha estimado que casi un tercio de las entradas en el proceso de construcción están compuestas por materiales de diferentes tipos: productos naturales poco elaborados (piedra natural, arena, grava, asfalto), minerales no metálicos (cal, cemento, vidrio), minerales metálicos, madera o productos químicos (resinas, pinturas, plásticos), por citar sólo los principales. Algunos de estos materiales son tóxicos o peligrosos, tanto para la salud humana como para el ambiente.

La tendencia en el consumo de materiales no ha experimentado una mejora significativa. Este consumo se mantiene constante. Pero no todos los materiales de construcción tienen los mismos impactos ambientales. En el balance ambiental de los materiales se debe considerar diversos aspectos: el costo ambiental de extraer o fabricar el material, el transporte hasta la obra y su potencial de reutilización y reciclaje una vez convertido en residuo. Por ejemplo, la producción de un kilo de aluminio requiere 160,00 MJ, mientras la de un kilo de hormigón requiere 1,0 MJ (Véase Figura 3.1). Pero aparte del costo energético durante su elaboración se ha de considerar el costo ambiental del transporte de estos materiales y su mayor o menor facilidad de reutilización o reciclaje. También es muy importante detectar si el material contiene elementos tóxicos o peligrosos que puedan aparecer durante la construcción de la edificación o durante su tiempo de operación y mantenimiento.

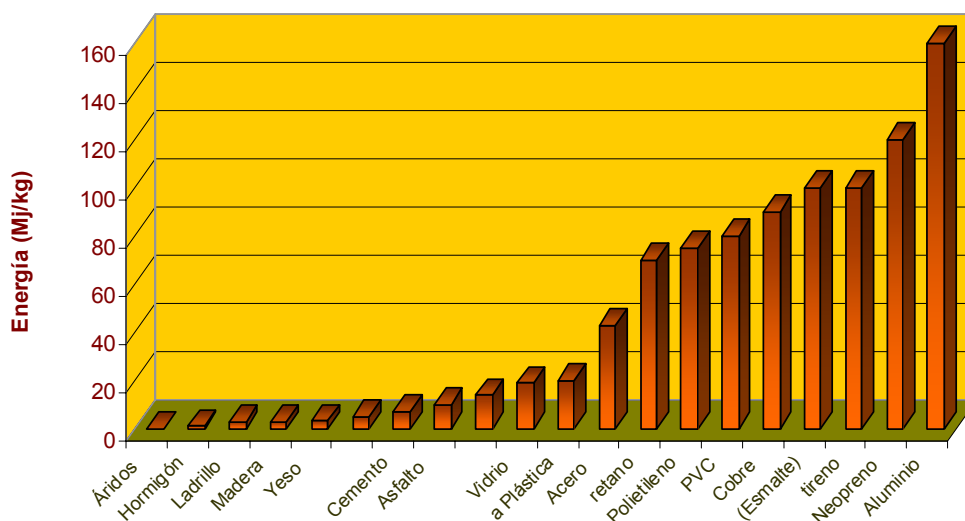


Figura 3.1 Energía Requerida para Fabricar Diversos Materiales de Construcción²³

La actividad de construcción estricta no es muy intensiva en consumo energético, no consume mucha energía en comparación con otras actividades humanas. Pero indirectamente la construcción y utilización de edificaciones e infraestructuras constituye una de las actividades humanas más intensivas en consumo energético. Son dos de los momentos del ciclo de vida de las edificaciones los que consumen la mayor parte de la energía. Por una parte, se consume mucha energía en la consecución y procesamiento de los materiales de construcción. Por otra, se consume mucha energía en la operación de las edificaciones, tanto en las tareas de climatización (frío o calor) como en su funcionamiento interno y sus equipamientos. El gasto energético asociado a una edificación se calcula de la siguiente manera: una cuarta parte se gasta en la consecución de los materiales de construcción y en el trabajo constructivo propiamente dicho. Las otras tres cuartas partes corresponden al consumo que realiza el ciudadano en el uso de la edificación, durante toda la vida útil.

En cuanto al agua y a su consumo, es mayor en la etapa de operación y mantenimiento que el experimentado durante la propia construcción. Y lo mismo se puede decir en lo relacionado a la generación de aguas residuales, de residuos sólidos, de emisiones atmosféricas y de ruido.

Algunos indicadores generales del sector construcción en Europa son:

- La construcción urbana representa en torno al 60% de las extracciones de materia prima de la litosfera.
- Casi el 50% de las emisiones de CO₂ que se emiten a la atmósfera tiene relación directa con la construcción y uso de edificaciones, con la consecuente incidencia sobre el cambio climático.
- La construcción llega a generar alrededor de una tonelada de residuos por habitante y año que, a pesar de tener un gran potencial de reciclabilidad (cerca del 85%), va a parar a los vertederos o rellenos.
- El consumo de agua asociado a la construcción representa el 12% del consumo total de agua. Sin embargo, en zonas altamente urbanizadas, el consumo de agua asociado a las edificaciones llega a valores superiores al 60% del consumo total de agua.

²³ Fuente: Informe MIES. Una Aproximación al Impacto Ambiental de la Escuela de Arquitectura del Vallés. Argentina.

- Por otro lado, la ocupación urbana del suelo es cada vez mayor en las ciudades y en sus entornos. Actualmente existe una tendencia a equiparar el modelo urbano a los modelos anglosajones, cuyas ciudades crecen en forma de gota de aceite, ocupando grandes cantidades de suelo.

3.1 ETAPA DE PLANIFICACIÓN Y DISEÑO

Como se ha mencionado anteriormente, la etapa de Planificación y Diseño no genera impactos ambientales directamente, pero tiene repercusiones en las etapas posteriores, ocasionadas principalmente por:

- * Incompatibilidad con el uso del suelo o localización en zonas no aptas o de alto riesgo (planeamiento urbano)
- * Inadecuada ubicación y acoplamiento con el entorno (movilidad urbana y disponibilidad de servicios públicos)
- * Inadecuada configuración arquitectónica de la edificación (distribución de espacios, criterios de orientación, posición, separación, forma, volumen, control de las condiciones climáticas, aprovechamiento de la energía solar y de la iluminación y ventilación natural)
- * Inadecuada configuración constructiva de la edificación (estudios técnicos y ambientales, selección de materiales de construcción y permisos y licencias)

En el Cuadro 3.1 se mencionan las principales consecuencias que se generan en las etapas de construcción, operación y demolición, por deficiencias en el desarrollo de los estudios y diseños.

Cuadro 3.1 Impactos Indirectos de la Etapa de Diseño de las Obras de Edificación

CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN	DEMOLICIÓN
▪ Rechazo del proyecto por parte de las autoridades competentes ▪ Rechazo del proyecto por parte de la comunidad ▪ Ajustes y/o modificaciones frecuentes de diseños y especificaciones técnicas ▪ Alto consumo de materias primas y energía ▪ Alto nivel de desperdicios de materias primas ▪ Elevada contaminación por vertimientos, residuos y emisiones ▪ Riesgos y accidentes de trabajo ▪ Afectación de infraestructura colindante ▪ Afectación de obras públicas (vías y redes de servicios públicos)	▪ Ambientes interiores insalubres ▪ Áreas inadecuadas ▪ No hay condiciones de confort ▪ Elevado consumo de energía no renovable ▪ Sistemas combinados de instalaciones sanitarias y pluviales ▪ Redes viales y de servicios públicos sobrecargadas ▪ Afectación de los usuarios por ruidos, olores y emisiones generadas en las áreas circundantes ▪ Afectación de infraestructura por inundaciones o deslizamientos ▪ Afectación de la estabilidad de la edificación por modificaciones al diseño original	▪ Materiales no reciclables ▪ Altos niveles de generación de residuos

Cuadro 3.2 Impactos Ambientales Generados Durante la Etapa de Construcción de Una Obra de Edificación²⁴

ACTIVIDAD	TIPO DE CONTAMINANTE	DESCRIPCIÓN
PREPARACION DEL TERRENO	DEMOLICION	Residuos Peligrosos
		Material de aislamiento contaminado
		Tejas de fibrocemento contaminadas
		Equipos eléctricos con PCB o PCT
		Lámparas de mercurio, fluorescentes, otras
		Aceites usados, filtros de aceite, trapos impregnados de grasa
		Baterías de camiones y maquinaria
		Tierras contaminadas por derrames de hidrocarburos
		Envases contaminados con hidrocarburos o disolventes
		Residuos No Peligrosos
		Escombros del derribo
		Tierra y rocas
		Desechos plásticos, papel, cartones, madera y metales
		Ruido y Vibraciones
		Ruido de la maquinaria y equipos
		Ruido de los camiones
		Ruido por demolición manual
		Vibraciones por movimiento de camiones y maquinaria
		Vertimientos
		Derrames de hidrocarburos y disolventes usados durante el mantenimiento de equipos y maquinaria
		Derrames de combustibles durante el abastecimiento a la maquinaria
		Escorrentía contaminada con sedimentos y/o hidrocarburos
	LIMPIEZA	Emisiones
		Polvo de camiones y maquinaria durante el derribo, carga y transporte
		Gases de combustión de camiones y maquinaria
		Residuos Peligrosos
		Aceites usados, filtros de aceite, trapos impregnados de grasa
		Baterías de camiones y maquinaria
		Tierras contaminadas por derrames de hidrocarburos
		Envases contaminados con hidrocarburos o disolventes

²⁴ Fuente: Información obtenida en el Diagnóstico de Desempeño Ambiental de las obras visitadas y en los Estudios de Impacto Ambiental de las mismas obras, existentes en la Biblioteca de la ANAM.

ACTIVIDAD		TIPO DE CONTAMINANTE	DESCRIPCIÓN
		Residuos No Peligrosos	Tierra y rocas
			Escombros
			Material vegetal
			Restos de basura o desechos domésticos
		Ruido y Vibraciones	Ruido de la maquinaria
			Ruido de los camiones
			Vibraciones por movimiento de camiones y maquinaria
		Vertimientos	Derrames de hidrocarburos y disolventes usados durante el mantenimiento de equipos y maquinaria
			Derrames de combustibles durante el abastecimiento a la maquinaria
			Escorrentía contaminada con sedimentos y/o hidrocarburos
		Emisiones	Polvo por el movimiento de camiones y maquinaria
			Gases de combustión de camiones y maquinaria
		Impactos al Entorno	Impactos sobre la flora y la fauna
			Impacto visual y paisajístico
CERRAMIENTO E INSTALACIONES PRELIMINARES	Residuos Peligrosos	Restos de pintura y trapos y brochas impregnadas de pintura y disolvente	
		Tierras contaminadas por derrames de pintura o disolventes	
		Envases y materiales contaminados con pinturas y disolventes	
	Residuos No Peligrosos	Recortes de madera, vidrio y metal	
		Desechos plásticos, papel y cartones	
	Ruido y Vibraciones	Ruido por el ensamble de materiales	
	Vertimientos	Derrames de pintura y disolventes	
		Escorrentía contaminada con desechos, pintura y/o disolventes	
RETIRO DE LA COBERTURA VEGETAL Y MOVIMIENTO DE TIERRA	Residuos Peligrosos	Aceites usados, filtros de aceite, trapos impregnados de grasa	
		Baterías de camiones y maquinaria	
		Tierras contaminadas por derrames de hidrocarburos	
		Envases contaminados con hidrocarburos o disolventes	
	Residuos No Peligrosos	Tierra y rocas	
		Escombros	

ACTIVIDAD	TIPO DE CONTAMINANTE	DESCRIPCIÓN
		Material vegetal
		Restos de basura o desechos domésticos
	Ruido y Vibraciones	Ruido de la maquinaria
		Ruido de los camiones
		Vibraciones por movimiento de camiones y maquinaria
	Vertimientos	Derrames de hidrocarburos y disolventes usados durante el mantenimiento de equipos y maquinaria
		Derrames de combustibles durante el abastecimiento a la maquinaria
		Escorrentía contaminada con sedimentos y/o hidrocarburos
	Emisiones	Polvo por el movimiento de camiones y maquinaria
		Gases de combustión de camiones y maquinaria
	Impactos al Entorno	Impactos sobre la flora y la fauna
		Impacto visual y paisajístico
CIMENTACION Y ESTRUCTURAS DE SOPORTE	Residuos Peligrosos	Aceites usados, filtros de aceite, trapos impregnados de grasa
		Restos de aditivos (acelerante de secado de concreto)
		Tierras contaminadas por derrames de hidrocarburos
		Envases contaminados con hidrocarburos o aditivos
	Residuos No Peligrosos	Restos de mortero y concreto
		Recortes de varillas de acero y alambre
		Recortes de madera, metal y elementos de fijación
		Desechos de plástico, papel y cartón
		Restos de tierra, arena, grava y cemento
	Ruido y Vibraciones	Ruido de la maquinaria y equipos
		Ruido de los camiones que transportan el material
		Ruido y vibraciones por el hincado de pilotes
		Ruido en la construcción y retiro de encofrado
		Vibraciones por movimiento de camiones y maquinaria
	Vertimientos	Derrames de hidrocarburos y disolventes usados durante el mantenimiento de equipos y maquinaria
		Derrames de combustibles durante el abastecimiento a la maquinaria

ACTIVIDAD	TIPO DE CONTAMINANTE	DESCRIPCIÓN
		Agua de lavado de equipos y herramientas
		Escorrentía contaminada con sedimentos y/o hidrocarburos
	Emisiones	Polvo por el movimiento de camiones y maquinaria
	Impactos al Entorno	Gases de combustión de camiones y maquinaria
		Impactos sobre el entorno por la presencia de camiones, maquinaria y equipos
		Impacto visual y paisajístico
LOSAS DE PISO, ESCALERAS Y TUBERIAS PRINCIPALES	Residuos Peligrosos	Aceites usados, filtros de aceite, trapos impregnados de grasa
		Restos de aditivos (acelerante de secado de concreto), pegamentos y resinas
		Tierras contaminadas por derrames de hidrocarburos
		Envases contaminados con hidrocarburos, aditivos, pegamentos o resinas
	Residuos No Peligrosos	Restos de mortero y concreto
		Recortes de varillas de acero y alambre
		Recortes de madera, tubería de PVC, metal y elementos de fijación
		Desechos de plástico, papel y cartón
		Restos de arena, grava y cemento
	Ruido y Vibraciones	Ruido de la maquinaria y equipos
		Ruido de los camiones que transportan el material
		Ruido en la construcción y retiro de encofrado
		Vibraciones por movimiento de camiones y maquinaria
	Vertimientos	Derrames de hidrocarburos y disolventes usados durante el mantenimiento de equipos y maquinaria
		Derrames de combustibles durante el abastecimiento a la maquinaria
		Agua de lavado de equipos y herramientas
		Escorrentía contaminada con sedimentos y/o hidrocarburos
	Emisiones	Polvo por el movimiento de camiones y maquinaria
		Gases de combustión de camiones y maquinaria
		Olores de aditivos, pegamentos y resinas
	Impactos al Entorno	Impactos sobre el entorno por la presencia de vehículos, maquinaria y equipos
		Impacto visual y paisajístico

ACTIVIDAD	TIPO DE CONTAMINANTE	DESCRIPCIÓN
CUBIERTA	Residuos Peligrosos	Aceites usados, filtros de aceite, trapos impregnados de grasa
		Restos de hidrocarburos (impermeabilizantes)
		Envases contaminados con hidrocarburos
	Residuos No Peligrosos	Restos de mortero y concreto
		Recortes de varillas de acero y alambre
		Recortes de madera, tejas, metal y elementos de fijación
		Desechos de plástico, papel y cartón
		Restos de arena, grava y cemento
	Ruido y Vibraciones	Ruido de la maquinaria y equipos
		Ruido de los camiones que transportan el material
		Ruido en la construcción y retiro de encofrado (si la cubierta es una losa en concreto)
		Vibraciones por movimiento de camiones y maquinaria
	Vertimientos	Derrames de hidrocarburos y disolventes usados durante el mantenimiento de equipos y maquinaria
		Derrames de combustibles durante el abastecimiento a la maquinaria
		Agua de lavado de equipos y herramientas
		Escorrentía contaminada con sedimentos y/o hidrocarburos
	Emisiones	Polvo por el movimiento de camiones y maquinaria
		Gases de combustión de camiones y maquinaria
	Impactos al Entorno	Impactos sobre el entorno por la presencia de vehículos, maquinaria y equipos
		Impacto visual y paisajístico
MUROS INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y ELECTRICAS REPELLOS Y ENCHAPES	Residuos Peligrosos	Restos de aditivos, pegamentos y resinas
		Envases contaminados con hidrocarburos, aditivos, pegamentos o resinas
	Residuos No Peligrosos	Restos de mortero, concreto, ladrillos, bloques, azulejos, yeso y baldosas
		Recortes de madera, gypsum, tubería de PVC, metal y elementos de fijación
		Desechos de plástico, papel y cartón
		Restos de arena, grava y cemento
	Ruido y Vibraciones	Ruido de equipos
		Ruido de los camiones que transportan el material

ACTIVIDAD	TIPO DE CONTAMINANTE	DESCRIPCIÓN
	Vertimientos	Vibraciones por movimiento de camiones
		Derrames de hidrocarburos y disolventes usados durante el mantenimiento de equipos
		Agua de lavado de equipos y herramientas
	Emisiones	Polvo por el movimiento de camiones
		Gases de combustión de camiones
		Olores de aditivos pegamentos y resinas
	Impactos al Entorno	Impactos sobre el entorno por la presencia de camiones
		Impacto visual y paisajístico
CARPINTERIA METALICA Y DE MADERA	Residuos Peligrosos	Restos de aditivos, pegamentos y resinas
		Envases contaminados con aditivos, pegamentos o resinas
	Residuos No Peligrosos	Restos de mortero, concreto, ladrillos, bloques, azulejos, yeso y baldosas
		Recortes de madera, gypsum, metal y elementos de fijación
		Desechos de plástico, papel y cartón
	Ruido y Vibraciones	Ruido de equipos
		Ruido de los camiones que transportan el material
		Vibraciones por movimiento de camiones
	Vertimientos	Derrames de hidrocarburos y disolventes usados durante el mantenimiento de equipos
		Agua de lavado de herramientas
	Emisiones	Polvo por el movimiento de camiones
		Gases de combustión de camiones
		Olores de disolventes, pegamentos y resinas
	Impactos al Entorno	Impactos sobre el entorno por la presencia de camiones y equipos
		Impacto visual y paisajístico
PINTURA Y ACABADOS	Residuos Peligrosos	Restos de pintura, disolventes, pegamentos y resinas
		Envases y materiales contaminados con pintura, disolventes, pegamentos o resinas
	Residuos No Peligrosos	Restos de mortero, concreto, ladrillos, bloques, azulejos, yeso y baldosas
		Recortes de madera, gypsum, láminas de mineral, metal y elementos de fijación
		Desechos de plástico, papel y cartón

ACTIVIDAD	TIPO DE CONTAMINANTE	DESCRIPCIÓN
	Ruido y Vibraciones	Ruido de equipos
	Vertimientos	Agua de lavado de herramientas
	Emisiones	Polvo de pintura y olores de disolventes, pegamentos y resinas
	Impactos al Entorno	Impacto visual y paisajístico
EQUIPAMIENTO Y LIMPIEZA	Residuos Peligrosos	Envases contaminados con pinturas, disolventes, pegamentos o resinas
	Residuos No Peligrosos	Restos de mortero, concreto, ladrillos, bloques, azulejos, yeso y baldosas
		Recortes de madera, gypsum, lámina mineral y metal
		Desechos de plástico, papel y cartón
	Ruido y Vibraciones	Ruido de equipos
		Ruido de los camiones que transportan el material
		Vibraciones por movimiento de camiones
	Vertimientos	Agua de lavado de herramientas e instalaciones
	Emisiones	Polvo por el cargue y movimiento de camiones
		Gases de combustión de camiones
	Impactos al Entorno	Impactos sobre el entorno por la presencia de camiones

4. ASPECTOS GENERALES SOBRE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA (P+L)

4.1 CONCEPTO DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA (P+L)

“Es la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integral a los procesos, a los productos y a los servicios para reducir los riesgos relevantes a los seres humanos y al medio ambiente.”²⁵

En los PROCESOS PRODUCTIVOS, la Producción Más Limpia conduce al ahorro de materias primas, agua y/o energía; a la eliminación de materias primas tóxicas y peligrosas; y a la reducción, en la fuente, de la cantidad y toxicidad de todas las emisiones y los desechos, durante el proceso de producción.

En los PRODUCTOS, la Producción Más Limpia busca reducir los impactos negativos de los productos sobre el ambiente, la salud y la seguridad, durante todo su ciclo de vida, desde la extracción de las materias primas, pasando por la transformación y uso, hasta la disposición final del producto.

En los SERVICIOS, la Producción Más Limpia implica incorporar el quehacer ambiental en el diseño y la prestación de servicios.

La Producción Más Limpia es en esencia una estrategia preventiva encaminada a la reducción, total o parcial, de las emisiones contaminantes, la optimización de los procesos y a la reutilización, reciclaje y valorización de los residuos o subproductos. Es así como su implementación dentro de un proceso productivo se refleja en un menor impacto ambiental, menor cantidad de emisiones, eliminación de los desperdicios de materias primas, ahorro y uso eficiente de agua y energía, mayor calidad en los productos y menores costos de producción, que dan como resultado una mayor competitividad. Por lo tanto, cuando se trata de manejar los impactos ambientales relacionados con un proceso, la Producción Más Limpia es la alternativa más conveniente, por encima de los tratamientos de final de tubo.

En este sentido, debe entenderse que la Producción Más Limpia no es simplemente un sistema de gestión ambiental, sino una estrategia integral, económica y ambiental, que busca elevar la competitividad y el desempeño económico de un proceso a través del mejoramiento ambiental; dado su carácter como elemento armonizador de la relación existente entre el sector productivo y el medio ambiente.

²⁵ Definición adoptada por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente - PNUMA

Las herramientas empleadas para el logro de una Producción Más Limpia se ilustran en orden jerárquico en la Figura 4.1.

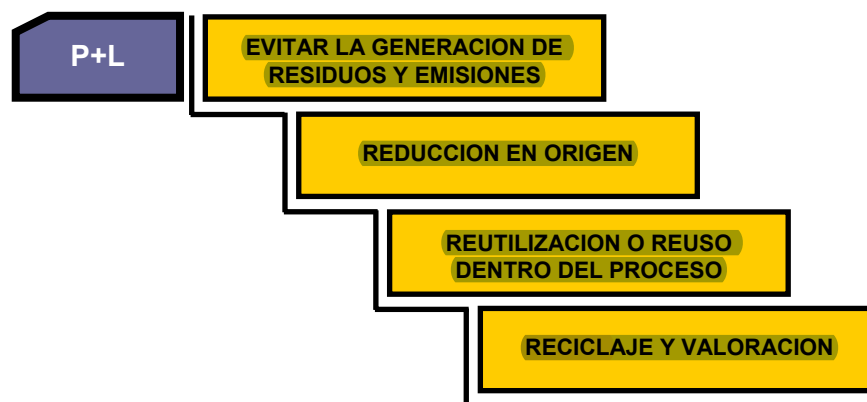


Figura 4.1. Herramientas de Producción Más Limpia

4.1.1 EVITAR LA GENERACIÓN DE RESIDUOS Y EMISIONES

La mayor cantidad de residuos en la construcción, están asociados con los materiales de construcción, procedimientos constructivos y especificaciones técnicas de la obra; mientras que las emisiones están relacionadas con los procedimientos constructivos y la maquinaria y equipos.

Para evitar la generación de residuos y emisiones se pueden considerar las siguientes alternativas:

- * Utilización de materiales prefabricados
- * Utilización de materiales terminados en planta que no requieran acabados en obra, especialmente pulimento o limpieza con sustancias químicas.
- * Estandarización de las dimensiones de ciertos materiales de construcción, tales como enchapes, baldosa y azulejo
- * Ajuste de los diseños de la obra a las dimensiones de los materiales de construcción para evitar recortes y desperdicios
- * Utilización adecuada de maquinaria y equipos

4.1.2 REDUCCIÓN EN ORIGEN

Consiste esencialmente en la prevención de la contaminación, a través de la minimización de impactos y residuos originados en los procesos. Esta alternativa puede lograrse mediante la adopción de medidas simples, de baja inversión, o mediante la adquisición de nuevas tecnologías, productos prefabricados y/o bienes de capital.

El mejoramiento de las prácticas de trabajo, el mantenimiento apropiado de maquinaria y equipos, la correcta distribución de los procesos en el sitio de la obra, aportan beneficios significativos en los costos finales del proyecto y en el ahorro y uso eficiente de los materiales de construcción e insumos. Estas prácticas por lo general son de bajo costo de implementación.

La optimización de los procesos reduce el consumo de materiales de construcción e insumos,

la generación de residuos y los impactos que se puedan causar al entorno de la obra; es una alternativa de un costo medio de implementación.

La adopción de nuevas tecnologías, como lo son los productos prefabricados, pueden reducir el consumo de materiales de construcción, la generación de residuos y los impactos que se puedan causar al entorno de la obra. Este tipo de medidas requieren que sean consideradas desde la etapa de planificación y diseño del proyecto.

4.1.3 REUTILIZACIÓN O REUSO DENTRO DEL PROCESO

Los materiales de construcción e insumos que ingresan a un proceso productivo, en muchas ocasiones no son totalmente consumidos o mantienen su calidad de tal modo que descartarlos es un verdadero desperdicio, éstos pueden ser reutilizados en otra etapa dentro del mismo proceso constructivo o en otro proyecto, bien sea dentro de la misma Empresa o en otra; por ejemplo, la madera utilizada en el encofrado para la cimentación, puede ser reutilizada en la construcción de vigas y columnas, después de haber sido sometida a una limpieza simple que garantice que no generará problemas de afinado de la superficie; también puede ser reutilizada en la construcción de infraestructura provisional o de soporte.

Los empaques, cajas, recipientes, canecas y envases pueden ser reutilizados para el almacenamiento de materiales, siempre y cuando no hayan contenido sustancias tóxicas.

Recientemente se está generalizando el uso de contenedores desechados o carrocería de trenes y buses debidamente adecuados, para reutilizarlos como instalaciones provisionales de oficina y almacén dentro de la obra.

4.1.4 RECICLAJE Y VALORIZACIÓN

Los residuos pueden ser en la mayoría de los casos subproductos mal aprovechados en los procesos productivos o de servicios. Muchos residuos son susceptibles de ser valorizados mediante procesos simples en algunos casos, complejos en otros, que aumentan el valor del subproducto inicialmente obtenido del proceso principal, a la vez que se reflejan en ingresos para la empresa. Las opciones relacionadas con el manejo de residuos están encaminadas a agotar las soluciones basadas en prácticas de Producción Más Limpia, antes de intentar el manejo de flujos de residuos como desechos al final del proceso de producción (Véase Figura 4.2). La finalidad de este enfoque es realizar el tratamiento y la disposición final, solamente de aquellos residuos considerados como desechos y que no pueden ser reutilizados y/o reciclados.

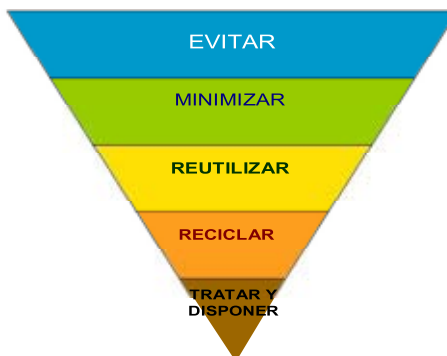


Figura 4.2 Enfoque sobre el Manejo de Residuos

Los materiales inertes o no putrescibles (papel, cartón, vidrio, madera, cemento, concreto, plástico y metal) pueden ser reutilizados o reciclados dentro de la misma empresa o vendidos a centros de acopio encargados de recibirlos y adecuarlos para su reincorporación a las cadenas productivas; esto genera beneficios económicos que están relacionados estrechamente con el mejoramiento del desempeño ambiental de la empresa. En el sector construcción, se tienen recortes de madera, hierro y plástico (PVC), que pueden ser reciclados.

4.2 OPCIONES DE INTERVENCION APLICABLES AL SECTOR CONSTRUCCION

Existen varias formas de alcanzar la Producción Más Limpia, algunas son tan sencillas que su solo conocimiento puede generar una acción inmediata hacia dicho enfoque. En las Figuras 4.3, 4.4 y 4.5 se presentan las opciones de intervención de aplicación general en obras de edificación, unas asociadas al tema de mejores prácticas, otras a la optimización de procesos, y las últimas relacionadas con los cambios tecnológicos, respectivamente.

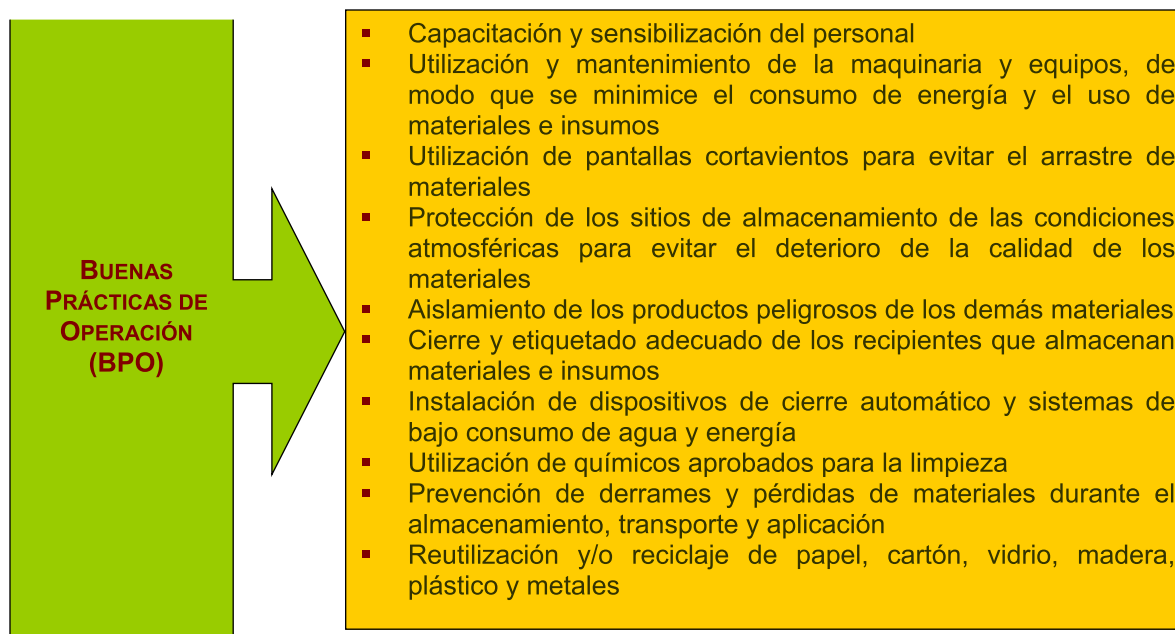


Figura 4.3 Opciones de Intervención Relacionadas con Buenas Prácticas de Operación (BPO)

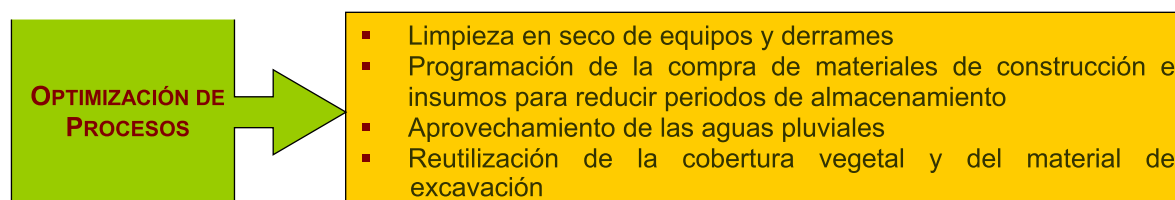


Figura 4.4 Opciones de Intervención Relacionadas con la Optimización de Procesos

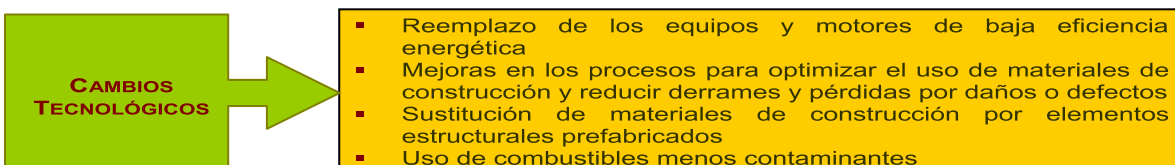


Figura 4.5 Opciones de Intervención Relacionadas con los Cambios Tecnológicos

Sin embargo, cada empresa deberá adelantar un diagnóstico de desempeño ambiental en cada proyecto de edificación, con el fin de establecer y priorizar las acciones que deberá emprender, dependiendo de la etapa de construcción en la que se encuentre. Para la realización del diagnóstico se sugiere adoptar la metodología que se presenta en el numeral 4.4.

Por otra parte, en el marco del programa “Refuerzo a la Gobernabilidad, Participación de la Sociedad Civil, Alianzas Publico Privadas para la Gestión de las Sustancias Químicas y sus Desechos en la República de Panamá”, que adelanta la Universidad de Panamá, Facultad de Medicina, a través del Centro de Información de Investigación de Medicamentos y Tóxicos (CIIMET), en apoyo de la aplicación del Enfoque Estratégico para la Gestión de los Productos Químicos a Nivel Internacional (SAICM), se viene desarrollando el proyecto denominado “Riesgos Químicos en el Sector Construcción”, el cual permitirá establecer las condiciones actuales frente al tema del uso y manejo de las sustancias químicas en este sector, y las posibles alternativas de sustitución de productos químicos, así como las acciones que deberán adelantar las empresas constructoras para garantizar la adecuada gestión de las sustancias químicas, a lo largo de todo el ciclo de vida²⁶. Los resultados de este proyecto estarán disponibles a finales del mes de septiembre del año 2008.

4.3 BENEFICIOS DE LA PRODUCCION MAS LIMPIA EN EL SECTOR CONSTRUCCION

Las soluciones de Producción Más Limpia están encaminadas a generar ahorros en materiales de construcción y/o insumos, en el pago de multas por contaminación y en los costos de construcción, representados por el consumo de materiales, mano de obra y tiempo de ejecución de la obra, razón por la cual toda inversión en Producción Más Limpia generalmente tiene un retorno; de hecho cualquier medida que se adopte a la luz de esta estrategia, debe estar económicamente justificada; para lo cual, siempre debe hacerse un análisis de la viabilidad técnica, ambiental y económica. (Véase Numeral 4.4).

La adopción de una estrategia de Producción Más Limpia puede servir como punto de partida hacia un sistema de aseguramiento de la calidad, a través de las Buenas Prácticas de Operación. Igualmente en las empresas ya certificadas, la Producción Más Limpia complementa los procedimientos y prácticas adoptadas.

Una Empresa con Producción Más Limpia puede mejorar el posicionamiento de sus productos o servicios contribuyendo a su promoción con rótulos que los identifican como productos “verdes”, “amigables con el medio ambiente”, o mediante los llamados sellos verdes o ecológicos.

Los principales beneficios de la Producción Más Limpia (P+L) en el sector construcción, están representados en:

- Disminución de los costos de construcción representados en el consumo de materiales y utilización de mano de obra
- Ingresos económicos por la valorización de los residuos de construcción
- Reducción de los costos de mantenimiento y limpieza de maquinaria y equipos
- Reducción de los costos derivados de los problemas de salud ocupacional y seguridad industrial durante la obras
- Ahorro en el pago de servicios de agua y energía y en la compra de insumos

²⁶ Información suministrada por la Dra. María Inés Esquivel, Coordinadora de Proyectos del CIIMET.

- Mayor oportunidad de mejoramiento empresarial y logros de objetivos de calidad total empresarial que integren la responsabilidad por el medio ambiente con la seguridad industrial y la salud ocupacional
- Mayor participación empresarial en la gestión ambiental
- Mejoramiento de las relaciones con la comunidad y de la imagen pública de la empresa

4.4 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACION DE UN PROGRAMA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA (P+L) EN EL SECTOR CONSTRUCCION

Para determinar las estrategias de Producción Más Limpia aplicables a las empresas del sector construcción, es necesario realizar un diagnóstico que permita identificar oportunidades para mejorar el desempeño ambiental y productivo, a partir de la detección de usos ineficientes de los materiales de construcción e insumos, generación de residuos y emisiones, el grado de impactos que estos factores tienen sobre el ambiente y la salud de los trabajadores, y los costos asociados al proceso constructivo. Esto se logra a través de un equipo de trabajo, en el que participe personal de la empresa que conozca claramente el proceso constructivo y las especificaciones técnicas de la obra de edificación.

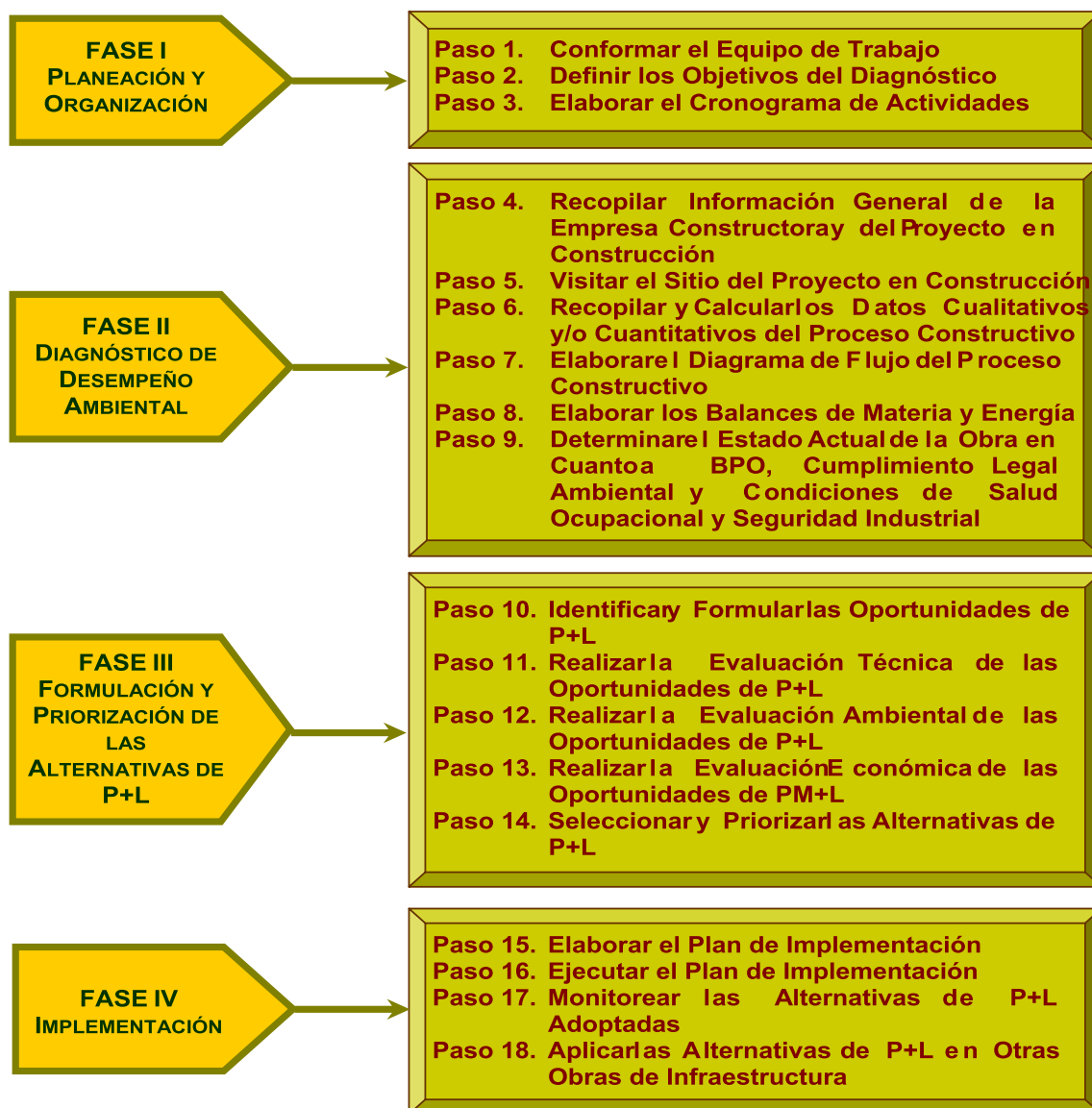


Figura 4.6. Fases y Pasos para la Implementación de Estrategias de Producción Más Limpia en el Sector Construcción (P+L)

A partir del diagnóstico, se diseñan estrategias de corto, mediano y largo plazo, empezando por aquellas que no son costosas y generan resultados inmediatos, los cuales animan a la empresa a continuar con la implementación de las herramientas de Producción Más Limpia (P+L).

La metodología para la implementación de un programa de Producción Más Limpia (P+L) que se presenta, es una adaptación de la establecida por el Programa “Gestión Ambiental Más Productiva - GA+P”, ejecutado en Colombia por CINSET-ACOPÍ con recursos del BID-FOMIN. La metodología está dividida en cuatro etapas como se muestra en la Figura 4.6, cada una con sus respectivos pasos.

4.4.1 FASE I: PLANEACIÓN Y ORGANIZACIÓN

El Programa de Producción Más Limpia (P+L) debe iniciar con una etapa de planeación donde se conforme el equipo de trabajo y se establezcan las actividades, los tiempos y los recursos requeridos. De la adecuada orientación, preparación y organización del trabajo depende su posterior éxito, no sólo durante el diagnóstico, identificación y priorización de las medidas que se puedan adoptar, sino también durante la implementación de las estrategias de Producción Más Limpia (P+L).

● PASO 1 - CONFORMAR EL EQUIPO DE TRABAJO

El programa de producción Más Limpia debe ser realizado, preferiblemente, por un consultor con experiencia en aspectos relacionados con la Producción Más Limpia, acompañado por profesionales en el área de la construcción, delegados por el Director del Proyecto y/o Gerente de la empresa constructora; quien además deberá informar a los empleados y subcontratistas, sobre las actividades que se desarrollarán, de tal forma que se logre la participación activa de cada uno, según su vinculación dentro del proceso constructivo.

● PASO 2 - DEFINIR LOS OBJETIVOS DEL DIAGNÓSTICO

Teniendo en cuenta que existe interés por parte de la empresa constructora de implementar un programa de Producción Más limpia, basado en la expectativa de mejorar la productividad, reducir los costos de construcción y mitigar los impactos ambientales del proceso constructivo, es importante precisar los objetivos que se pretenden alcanzar con el diagnóstico de desempeño ambiental, de tal forma que al finalizar el trabajo se tengan indicadores claros y precisos, que permitan evaluar el cumplimiento de las metas trazadas. El Instrumento de Trabajo IT-01, presentado en el Anexo B, es un cuestionario que ayuda a orientar el alcance del diagnóstico. Sin embargo, vale la pena considerar que con el diagnóstico de desempeño ambiental se espera obtener los siguientes resultados:

- * Conocimiento del funcionamiento general y componentes del proceso constructivo
- * Áreas críticas a considerar por razones ambientales, de salud ocupacional y seguridad industrial
- * Consumo de materiales de construcción e insumos

- * Cuantificación y/o caracterización de los residuos y emisiones asociadas con el proceso constructivo
- * Medidas existentes para prevenir o controlar la contaminación ambiental
- * Medidas relacionadas con la salud ocupacional y seguridad industrial
- * Recursos disponibles en materia tecnológica, financiera y de capacitación, entre otros.

● PASO 3 - ELABORAR EL CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Teniendo en cuenta el programa de trabajo del proceso constructivo y las diferentes acciones que se deben adelantar para la recopilación y análisis de la información, sobre la cual se fundamentarán las medidas de P+L, es necesario programar las actividades para la realización del diagnóstico de desempeño ambiental, elaborando un cronograma que contenga la siguiente información:

- * Actividades a realizar para obtener el diagnóstico de desempeño ambiental
- * Duración estimada para cada actividad y su correspondencia con el programa de trabajo del proyecto de construcción
- * Recursos necesario para llevar a cabo las actividades relacionadas con el diagnóstico de desempeño ambiental
- * Resultados esperados para cada actividad del diagnóstico

4.4.2 FASE II: DIAGNÓSTICO DE DESEMPEÑO AMBIENTAL

Permite identificar en cada etapa del proceso constructivo, el consumo de recursos y energía; la utilización de equipos y maquinaria; generación de residuos líquidos, sólidos y emisiones atmosféricas; flujo de entrada de materiales de construcción e insumos; prácticas de salud ocupacional y seguridad industrial y cumplimiento de las normas ambientales.

● PASO 4 - RECOPILAR INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA CONSTRUCTORA Y DEL PROYECTO EN CONSTRUCCIÓN

La información requerida para el diagnóstico, es adquirida a través de entrevistas con el Gerente, Jefes de Proyectos, Ingenieros de la Obra, Inspectores de Campo, con los operarios, y con la revisión de los documentos que disponga la empresa, correspondientes al proyecto; estos son: especificaciones técnicas de la obra; programa de trabajo y organigrama de la obra; Estudio de Impacto Ambiental, Informes de Auditorías Ambientales y Programas de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA's); permisos y concesiones; recibos de agua y energía; registros de compra de materiales de construcción e insumos; consumo de materiales de construcción e insumos; y subcontratos, entre otros.

Para consolidar la información general de la empresa, del proyecto en construcción y del personal asignado al proyecto, se tienen los siguientes Instrumentos de Trabajo (Véase Anexo B):

- * Instrumento de Trabajo IT-02. Información General de la Empresa Constructora

Permite registrar la siguiente información: Nombre de la empresa y razón social; tipo de actividad industrial que desarrolla la empresa y CIIU; RUC/D.V.; domicilio legal y dirección donde se

ubica la empresa; teléfono y fax; municipio y corregimiento; correo electrónico y página web; fecha de fundación; nombre del representante legal y/o gerente general; nombre del responsable de la gestión ambiental; ventas totales por año; número total de empleados; número de empleados profesionales, empleados tecnólogos, obreros calificados y Obreros no calificados; y jornada de trabajo.

* Instrumento de Trabajo IT-03. Información General del Proyecto en Construcción

Permite registrar la siguiente información: Nombre y tipo de proyecto; plazo de ejecución; Localización; nombre del director del proyecto o ingeniero residente; teléfono, fax y/o correo electrónico; nombre del responsable de la salud ocupacional y seguridad industrial; teléfono, fax y/o correo electrónico; especificaciones técnicas generales del proyecto; área total del predio, área de construcción, área de campamento temporal, área de tránsito, área de almacenamiento de materias primas e insumos y área de almacenamiento de residuos.

* Instrumento de Trabajo IT-04. Recurso Laboral Asignado a la Obra para Cada Etapa del Proceso Constructivo

Recoge información sobre la cantidad de personal Directivo, Profesional, Tecnólogo, Auxiliar y Obrero que está asignado a cada etapa del proceso constructivo.

● **PASO 5 - VISITAR EL SITIO DEL PROYECTO EN CONSTRUCCIÓN**

La observación de los procesos y/o actividades que se adelantan en la obra es la fuente de información primaria para la realización del diagnóstico. El equipo de trabajo encargado de preparar el diagnóstico debe adelantar una visita integral, donde recorra todas las partes de la obra y haga seguimiento de todos los procedimientos, desde los constructivos, hasta los relacionados con el mantenimiento de equipos y maquinaria (si es el caso) y el manejo de los residuos. Es conveniente realizar un registro fotográfico durante la visita que permita verificar aspectos al momento de los análisis. A continuación se incluye una lista de chequeo sobre los aspectos que se deben tener en cuenta durante la visita a la obra, considerando cada etapa del proceso constructivo (si es el caso).

- * Materiales de construcción e insumos que están entrando y las características físicas y/o químicas observadas.
- * Tipo de combustible o fuente energética empleada en la maquinaria y equipos y su consumo.
- * Tiempo de duración de la operación y frecuencia de operación de la maquinaria y equipos.
- * Cantidad de agua que se utiliza
- * Otras variables del proceso constructivo que se implementan en cada etapa y su cuantificación.
- * Fuente de abastecimiento de agua empleada
- * Generación de residuos sólidos (cantidad y tipo de residuo).
- * Manejo, disposición final y/o aprovechamiento de los residuos sólidos generados.
- * Generación de aguas residuales (tipo, cantidad y fuente receptora).
- * Generación de emisiones atmosféricas o molestias por ruido
- * Maquinaria y/o equipo que genera molestias por ruido.
- * Determinar si existen tratamientos de final de tubo para las emisiones líquidas, atmosféricas

ricas y sólidas y qué se está haciendo con los lodos allí generados.

- * Determinar si se hace mantenimiento a los equipos/maquinaria empleados en la operación, el tipo de mantenimiento y la frecuencia.
- * Determinar si se presentan fugas de agua en tuberías y equipos.
- * Observar los aspectos de orden y mantenimiento de la planta.
- * Establecer la presencia de olores.
- * Determinar los riesgos laborales asociados a cada puesto de trabajo.
- * Otros aspectos a consideración por parte del equipo de trabajo

Es conveniente contar con un plano de localización o croquis del área física de la obra en el momento de la construcción, donde se puedan localizar los puntos de descarga; el espacio disponible para realizar labores; el almacén y depósito de materiales de construcción, insumos y residuos; así como demarcar y señalizar:

- * Salidas y puertas de acceso y de emergencia
- * Tipos de escaleras, rampas y plataformas.
- * Instalaciones provisionales (oficina, almacén, baños y comedor, entre otras)
- * Equipos de manipulación de materiales de construcción: grúas, transportadores, montacargas y ascensores.
- * Existencia de señales informativas, de prevención o de prohibición

● PASO 6 – RECOPIRAR Y CALCULAR LOS DATOS CUALITATIVOS Y/O CUANTITATIVOS DEL PROCESO CONSTRUCTIVO

Es una de las tareas más importantes de la visita y fundamental para el éxito del diagnóstico de desempeño ambiental. De la calidad de la información recopilada en este paso, depende la selección adecuada de las posibles medidas de Producción Más Limpia (P+L) que se deben implementar. Por lo tanto, es preciso que el equipo de trabajo se asegure de recolectar la información con el alcance requerido, de acuerdo a la disponibilidad de la misma.

A continuación se describe la información a recopilar y los instrumentos de trabajo disponibles para el registro de los datos (Véase Anexo B):

- * Instrumento de Trabajo IT-05. Materiales de Construcción e Insumos por Cada Etapa del Proceso Constructivo

Permite identificar el uso de materiales de construcción e insumos, en cada etapa del proceso constructivo; tanto peligrosos como no peligrosos o que requieren un manejo especial (almacenamiento) por cuestiones ambientales o de seguridad.

La información que se debe registrar es la siguiente:

- o Etapa del proceso constructivo: en esta columna se anota la etapa correspondiente: preparación del terreno; cerramiento; instalaciones preliminares; trazado y replanteo; retiro de la cobertura vegetal; movimiento de tierra; cimentación; estructura de soporte; losas de piso; escaleras y tuberías principales; cubierta; muros; instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas; repellos y enchapes; carpintería metálica y de madera; pintura; acabados internos y externos; equipamiento y limpieza; retiro y disposición de residuos.

- Material o insumo: se deben listar todos los materiales de construcción e insumos utilizadas en cada etapa, tales como: concreto, acero, cemento, arena, bloque, accesorios eléctricos, accesorios hidráulicos, membrana plástica, desencofrante, pintura, cerámica, azulejos, gypsum, puertas, accesorios baño, accesorios cocina, carriola, canales, teja y otros insumos.
- Unidad: Incluir las unidades como se maneja en la obra: si es peso, volumen o cantidad.
- Consumo por mes o etapa: teniendo en cuenta la unidad se escribe su consumo por mes o consumo total en cada etapa, para generar indicadores de consumo de materia prima por cantidad de obra.
- Costo unitario: corresponde al costo de compra en Balboas por unidad de material de construcción o insumo.
- Especificaciones: se incluyen las características especiales (tóxico, peligroso, manejo especial) o en algunos casos pueden ser concentraciones, presentación y las condiciones relacionadas con el transporte o empaque.
- Proveedor: corresponde al nombre del proveedor del material de construcción o insumo.

Con esta información se pueden establecer alternativas relacionadas con la sustitución de materias primas, eficiencia en el consumo, la prevención o minimización de la contaminación, la implantación de buenas prácticas de operación o ingeniería en su manejo y la conservación de los recursos naturales.

* **Instrumento de Trabajo IT-06. Almacenamiento de Materiales de Construcción e Insumos en la Obra**

Adicional a la información recogida en el Instrumento de Trabajo anterior, en éste se identifican los sitios de almacenamiento de materiales de construcción e insumos en la obra, destacándose los aspectos relacionados con las características del sitio (ubicación y tipo), cantidad de producto almacenado y la existencia de normativa específica al respecto con la determinación de su respectivo cumplimiento. Los insumos a considerar son: aditivos, productos de impermeabilización, masillas, pinturas, adhesivos, desinfectantes, detergentes y removedores, entre otros.

* **Instrumento de Trabajo IT-07. Maquinaria y Equipo Disponible en el Obra para Cada Etapa del Proceso Constructivo**

Ayuda a consolidar la información relacionada con la maquinaria y equipo disponible en la obra para cada etapa del proceso constructivo, especificando lo siguiente:

- Maquinaria o equipo y cantidad: nombre genérico de la máquina o equipo y la cantidad de cada uno existente en la obra.
- Capacidad: máxima capacidad de carga o de trabajo de cada máquina o equipo.

- Potencia: expresada en caballos de potencia (HP).
- Tipo de carga: Monofásico, bifásico, trifásico.
- Consumo: para el consumo en kWh se calcula a partir de la siguiente formula:

Consumo mensual (kWh/mes) = Potencia del equipo (HP) * 0.746 * horas o período de trabajo de la máquina en el día

Para el caso del combustible, se registra la cantidad utilizada por tiempo (día).

- Horas de trabajo por día: se registra el promedio de la cantidad de horas al día que opera la máquina o equipo.
- Dentro de las observaciones se suministra información relevante del equipo como: especificaciones técnicas, marca, año de fabricación, factor de potencia, tipo de tecnología, estado actual, entre otros.

* **Instrumento de Trabajo IT-08. Mantenimiento de Maquinaria y Equipo en la Obra**

Complementando la información registrada en el Instrumento de Trabajo anterior, en éste se incluye la información relacionada con las actividades de mantenimiento de cada maquina o equipo en el sitio de la obra, frecuencia de mantenimiento (en tiempo o número de horas de operación) y los tipos de residuos generados durante el mantenimiento, tanto preventivo como correctivo, tales como: aceites usados, filtros de aceite, aire o combustible, partes de la maquinaria o equipo, entre otros.

* **Instrumento de Trabajo IT-09. Consumo de Agua en la Obra por Cada Etapa del Proceso Constructivo**

Permite registrar los requerimientos de agua en la empresa y la fuente de abastecimiento para determinar la necesidad de permisos, concesiones y otros requisitos legales aplicables al servicio o al recurso.

Para calcular el consumo de agua es necesario obtener la siguiente información:

- Etapa del proceso constructivo: en esta columna se anota la etapa correspondiente: preparación del terreno; cerramiento; instalaciones preliminares; trazado y replanteo; retiro de la cobertura vegetal; movimiento de tierra; cimentación; estructura de soporte; losas de piso; escaleras y tuberías principales; cubierta; muros; instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas; repellos y enchapes; carpintería metálica y de madera; pintura; acabados internos y externos; equipamiento y limpieza; retiro y disposición de residuos.
- Uso o actividad donde se consume: en lo posible se debe determinar la actividad en la que se usará el agua con el fin de determinar si es consumida como parte del producto final o si generará un vertimiento posterior.
- Consumo por unidad de tiempo o etapa: se refiere al dato sobre la cantidad de agua usada; sin embargo, en muchos casos no está disponible, razón por la cual se debe recurrir a

balances, consumos aproximados, formulas, e incluso a medir el caudal con balde y cronómetro; todo basado en el recibo de consumo de la empresa de acueducto (IDAAN).

- Costo unitario: Corresponde a la tarifa en Balboas establecida en el recibo del servicio de acueducto o a la factura de carroタンque (cuando se compra a terceros).
- Costo mensual o total: se calcula multiplicando el consumo mes por el costo unitario; o el consumo en cada etapa por el costo unitario.
- Fuente de abastecimiento: se selecciona entre las siguientes opciones: servicio de acueducto público, reservorio, agua lluvia, pozo profundo, aljibe, carroタンque y/o fuente superficial.

A partir de esta información se pueden formular medidas de mejoramiento y uso eficiente de agua para disminuir consumos representados en menos gastos generales de la obra.

* Instrumento de Trabajo IT-10. Consumo de Combustibles en la Obra por Cada Etapa del Proceso Constructivo

El conocimiento detallado de las respectivas cifras de consumo de combustibles, es la base para la evaluación de la situación energética del proyecto en construcción y el desarrollo de medidas dirigidas a la reducción del consumo de los mismos.

El uso de los combustibles, además de tener implicaciones ambientales, también tiene connotaciones económicas, ya que el consumo excesivo se traduce en mayores costos de las obras y prestaciones de servicios. Por lo tanto, un uso moderado y eficiente del combustible redundará, no solo en beneficio del medio ambiente sino también en la rentabilidad del negocio.

La información que se debe registrar es:

- Etapa del proceso constructivo: en esta columna se anota la etapa correspondiente: preparación del terreno; cerramiento; instalaciones preliminares; trazado y replanteo; retiro de la cobertura vegetal; movimiento de tierra; cimentación; estructura de soporte; losas de piso; escaleras y tuberías principales; cubierta; muros; instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas; repellos y enchapes; carpintería metálica y de madera; pintura; acabados internos y externos; equipamiento y limpieza; retiro y disposición de residuos.
- Maquinaria o equipo: corresponde al nombre genérico de la máquina o equipo (retroexcavadora, pala, martillo compresor, rola, sistema de bombeo del concreto, montacargas, cargador, manitou, bob cat, entre otros).
- Combustible: indicar el tipo de combustible: gas, gasolina, diesel y/o biodiesel.
- Características del combustible: se refiere a las condiciones que debe cumplir el combustible para que el equipo funcione adecuadamente (contenido de sustancias químicas).

Consumo por periodo de tiempo: se registra la cantidad utilizada de combustible por tiempo (día).

- Consumo por etapa: se refiere al consumo diario de combustible multiplicado por el número de días que dura la etapa.
- Costo unitario: corresponde al costo de compra en Balboas por galón de combustible.

La utilización y almacenamiento de combustibles está sujeta a normas específicas; además, permite identificar el tipo de contaminantes atmosféricos que pueden presentarse en su generación. A partir de lo anterior es posible formular medidas de mejoramiento aplicables a equipos y máquinas, encaminadas al uso eficiente de la energía para disminuir consumos representados en ahorros de costos de obra y gastos generales del proyecto.

* Instrumento de Trabajo IT-11. Consumo de Energía Eléctrica en la Obra por Cada Etapa del Proceso Constructivo

Al igual que en los combustibles, el consumo de energía también tiene implicaciones ambientales y económicas, que afectan los costos de las obras y la rentabilidad del proyecto.

Por lo tanto, es necesario registrar la siguiente información para determinar las posibles acciones encaminadas a reducir el consumo y utilizar eficientemente la energía:

- Etapa del proceso constructivo: en esta columna se anota la etapa correspondiente: preparación del terreno; cerramiento; instalaciones preliminares; trazado y replanteo; retiro de la cobertura vegetal; movimiento de tierra; cimentación; estructura de soporte; losas de piso; escaleras y tuberías principales; cubierta; muros; instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas; repellos y enchapes; carpintería metálica y de madera; pintura; acabados internos y externos; equipamiento y limpieza; retiro y disposición de residuos.
- Potencia o carga: corresponde a la cantidad de kilowatios requeridos en cada etapa, considerando los diferentes usos: iluminación, ventilación, operación de equipos y maquinaria, entre otras.
- Voltaje: indicar el voltaje disponible y requerido para lograr la operación óptima de los equipos y maquinaria.
- Cantidad activa: se refiere al consumo de potencia activa útil en kWh y se calcula a partir de la siguiente formula:

Consumo mensual (kWh/mes) = Potencia activa del equipo (HP) * 0.746 * horas o período de trabajo de la máquina en el día

- Cantidad reactiva: se refiere al consumo de potencia reactiva o no útil en kVAh, cuando existen bobinas o condensadores en los circuitos eléctricos. Se mide en voltamperios reactivos (VAR).
- Costo total mes: se obtiene directamente del recibo del servicio de energía, considerando el tiempo de duración de la etapa de proceso constructivo.

* Instrumento de Trabajo IT-12. Generación de Residuos Sólidos Peligrosos y No Peligrosos en la Obra por Cada Etapa del Proceso Constructivo

Permite identificar la situación ambiental de la obra con relación a la generación de residuos y los riesgos que puedan presentar en virtud del manejo que haga la empresa.

Se debe registrar la siguiente información:

- Etapa del proceso constructivo: se debe especificar la etapa correspondiente: preparación del terreno; cerramiento; instalaciones preliminares; trazado y replanteo; retiro de la cobertura vegetal; movimiento de tierra; cimentación; estructura de soporte; losas de piso; escaleras y tuberías principales; cubierta; muros; instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas; repellos y enchapes; carpintería metálica y de madera; pintura; acabados internos y externos; equipamiento y limpieza; retiro y disposición de residuos.
- Nombre del residuo: genérico o como lo manejan en la obra.
- Origen: actividad donde se genera el residuo. Por ejemplo: mantenimiento de equipos, alimentación del personal, actividades administrativas, demolición, etc.
- Cantidad por periodo de tiempo: si se tiene cuantificado o colocar un valor aproximado según el volumen manejado.
- Composición: si tiene características especiales, si se conoce la concentración, si va mezclado, o si corresponde a residuos ordinarios (papel, cartón, madera, metal, vidrio, plástico, etc.)
- Disposición final: indicar el manejo final: relleno sanitario, botadero, campo abierto, reciclaje interno, reciclaje externo, venta a terceros, reuso, etc.
- Costo de disposición: si se conoce el valor pagado por disponer los residuos sólidos.

* **Instrumento de Trabajo IT-13. Generación de Aguas Residuales en la Obra por Cada Etapa del Proceso Constructivo**

Permite identificar la situación ambiental de la obra con relación a la producción de aguas residuales, sus características, sistemas de pretratamiento y tratamiento existentes, así como la fuente receptora de disposición final.

La información a registrar es:

- Etapa del proceso constructivo: se debe especificar la etapa correspondiente: preparación del terreno; cerramiento; instalaciones preliminares; trazado y replanteo; retiro de la cobertura vegetal; movimiento de tierra; cimentación; estructura de soporte; losas de piso; escaleras y tuberías principales; cubierta; muros; instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas; repellos y enchapes; carpintería metálica y de madera; pintura; acabados internos y externos; equipamiento y limpieza; retiro y disposición de residuos.
- Origen del agua residual: se refiere si es un vertimiento doméstico, industrial o de aguas lluvias cuando se contamina.

- Tipo de Descarga: se debe indicar si es continua o discontinua.
- Cantidad: corresponde al caudal en litros por segundo o metros cúbicos por hora. En caso de no tener un valor real, se trabaja aproximado (de acuerdo al uso del agua)
- Parámetros y concentración: consiste en la determinación de la concentración de cada uno de los parámetros definidos por la normativa ambiental. Para su determinación es necesario realizar una caracterización cualitativa y cuantitativa de cada una de las descargas presentes en la obra.

A continuación se listan los laboratorios ambientales autorizados por el Consejo Nacional de Acreditación para la realización de las respectivas caracterizaciones²⁷.

- Instituto Especializados de Análisis de la Universidad de Panamá
 - Laboratorio de Calidad de Agua y Aire de la Universidad de Panamá
 - Laboratorio de Microbiología de Agua de la Universidad de Panamá
 - Laboratorio de Agua y Servicios Fisicoquímicos de la Universidad Autónoma de Chiriquí
 - Centro Experimental de Ingeniería de la Universidad Tecnológica de Panamá
 - Laboratorio de Sanitaria de la Universidad tecnológica de Panamá
 - Instituto de investigaciones Científicas Avanzada y Servicios de Alta tecnología (INDICASAT)
 - Laboratorio Clínico Protec S.A.
 - Water Environment Technology S.A.
 - Laboratorio de Análisis Industriales S.A.
 - Expert Lab Inc.
 - Centro de Investigaciones Químicas S.A.
 - International Analytical Group Panamá
- Norma legal: corresponde al valor máximo permisible establecido por la normativa ambiental para cada uno de los parámetros aplicables a las aguas residuales generadas por el sector construcción²⁸

²⁷ Fuente: Resolución 193 de 2004 y Resolución 194 de 2004 del Ministerio de Comercio e Industrias.

²⁸ Los parámetros fueron obtenidos de la Resolución AG-0026 de 2002 de la ANAM y los valores máximos permisibles de los Reglamentos Técnicos DGNTI-COPANIT 35-2000 y DGNTI-COPANIT 39-2000.

En el Cuadro 4.1 se presentan los parámetros y el valor máximo permisible según la normativa ambiental vigente .

PARÁMETRO	UNIDAD	DESCARGA DIRECTA A SISTEMAS DE RECOLECCIÓN DE AGUAS RESIDUALES	DESCARGA DIRECTAS A CUERPOS Y MASAS DE AGUA SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS
Aceites y Grasas (AyG) m	g/l	150	20
Coliformes Totales (CT)	NMP/100 ml	---	1,000
Conductividad	? m/cm	2,000	---
DBO ₅ m	g/l	---	35
DQO m	g/l	700	100
pH	Unidad 5	.5 – 9.0 5	.5 – 9.0
Relación DQO/DBO ₅	---	1.25 – 2.50	---
Sólidos Disueltos (SD) m	g/l	1,000	500
Sólidos Sedimentables (SS)	mg/l	20	15
Sólidos Suspendidos (SS)	mg/l	300	35
Sólidos Totales (ST)	mg/l	1,500	---
Temperatura	°C	? 3 °C de a T.N.	? 3° C de a T.N.
Turbiedad (NTU) -	-- -	-- 3	0

Cuadro 4.1. Parámetros y Valores Máximos Permisibles de las Aguas Residuales Generadas por el Sector Construcción

T.N. Temperatura Normal del sitio

- Carga: cuando se cuenta con el dato de la concentración, se puede calcular la carga; multiplicando la concentración por el caudal de la descarga.

$$\text{Carga (kg/día)} = C * Q * 3600 \text{ s/hr} * \text{\#Horas descarga/día} * 100 \text{ l/m}^3 * 1\text{kg}/106 \text{ mg}$$

Donde,

C: Concentración (mg/l)

Q: Caudal (m³/s)

- Tipo de Tratamiento: se consigna si el agua residual tiene algún tipo de tratamiento antes de ser vertido: Pretratamiento, tratamiento primario, secundario y sus operaciones específicas.
- Fuente receptora: corresponde al sitio o sitios donde son vertidas las aguas residuales: alcantarillado, fuente superficial, infiltración, campo abierto o recirculación.

Instrumento de Trabajo IT-14. Generación de Emisiones Atmosféricas en la Obra por Cada Etapa del Proceso Constructivo

Permite identificar la situación ambiental de la obra con relación a sus emisiones atmosféricas, fuentes de emisión, características y sistemas de control si existen. En este punto se necesita disponer de los estudios isocinéticos o de calidad de aire para diligenciarlo de una forma

más real. Sin embargo, en caso de no contar con estos estudios, se puede realizar un análisis aproximado por balance de materia o factores de emisión, de acuerdo al tipo de combustible usado y a las condiciones de operación del equipo o maquinaria.

Se debe registrar lo siguiente:

- Etapa del proceso constructivo: en esta columna se anota la etapa correspondiente: preparación del terreno; cerramiento; instalaciones preliminares; trazado y replanteo; retiro de la cobertura vegetal; movimiento de tierra; cimentación; estructura de soporte; losas de piso; escaleras y tuberías principales; cubierta; muros; instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas; repellos y enchapes; carpintería metálica y de madera; pintura; acabados internos y externos; equipamiento y limpieza; retiro y disposición de residuos.
- Maquinaria o equipo: corresponde al nombre genérico de la máquina o equipo (retroexcavadora, pala, martillo compresor, rola, sistema de bombeo del concreto, montacarga, cargador y plataforma telescópica, entre otros).
- Horas de trabajo por día: se registra el promedio de la cantidad de horas al día que opera la máquina o equipo.
- Parámetros y concentración: consiste en la determinación de la concentración de cada uno de los parámetros definidos por la normativa ambiental. Para su determinación es necesario realizar una caracterización cualitativa y cuantitativa de cada una de las emisiones presentes en la obra. Sin embargo, actualmente no se cuenta con norma de emisiones en el país.
- Concentración máxima permitida: Corresponde a los valores máximos establecidos en la normativa ambiental, los cuales no están determinados en el país.
- Carga o flujo másico: Corresponde a la carga contaminante en el flujo de gases, se expresa en kg contaminante / unidad de tiempo:
- Sistema de control: se debe especificar si cada una de las emisiones cuentan con sistemas de control, tales como: filtros de manga, ciclones, cámaras de sedimentación, etc.
- Frecuencia de monitoreo: se debe indicar la frecuencia de monitoreo de las emisiones atmosféricas y su correspondencia con lo establecidos en la normativa ambiental, si es el caso.

Instrumento de Trabajo IT-15. Generación de Ruido y Vibraciones en la Obra por Cada Etapa del Proceso Constructivo

Permite identificar la situación ambiental de la obra con relación a la generación de ruido y vibraciones, fuentes de emisión y características. En este punto se necesita disponer de las mediciones de ruido y vibraciones ambientales para diligenciarlo de una forma más real, dado que este es uno de los principales impactos ambientales del sector.

Para la medición de ruido ambiental, se recomienda adoptar la metodología establecida en la norma ISO 1996 partes 2 y 3 y adendas, mientras se emiten las normas de calidad ambiental

para ruido de la República de Panamá. La norma ISO 1996, establece, entre otros, los siguientes criterios técnicos para la realización de las mediciones de ruido ambiental:

- El equipo a utilizar debe ser un sonómetro Tipo II integrador - promediador
- Se debe usar como ponderación de frecuencia A
- Usar como parámetros de medida: el nivel equivalente sonoro con ponderación A, LAeq y el ruido residual como el nivel percentil L90
- El micrófono debe estar orientado de tal manera que tenga la mayor uniformidad en la sensibilidad al sonido incidente, es decir orientándolo hacia la fuente predominante de ruido en cada punto
- Las mediciones se deben efectuar: lejos de fachadas, lejos de obstáculos, a favor del viento, en condiciones de humedad relativa por debajo del 90% y con una velocidad del viento inferior a 5 m/s, con el micrófono entre 1.2 y 1.5 m sobre el nivel del suelo y manteniendo el sonómetro alejado al menos 3.5 m de cualquier cuerpo reflectante
- Se deben acoger las recomendaciones del fabricante del sonómetro respecto a las condiciones climáticas de operación, para lo cual será necesario medir, entre otras, la humedad relativa y velocidad del viento, así como no medir durante eventos de lluvia.
- El equipo de medición debe contar con certificado de calibración vigente y debe ajustarse antes de cada medición a través del calibrador de campo.
- Se puede adoptar como tiempo mínimo de medida 15 minutos por hora, para cual se pueden hacer hasta tres mediciones de 5 minutos por cada hora, cubriendo todo el intervalo de tiempo que dure funcionando la fuente emisora en estudio.
- El número de sitios de medición deben ser suficientes para cubrir el área de incidencia de la fuente sonora en estudio.

Para la medición de vibraciones ambientales, se recomienda adoptar la metodología establecida en la norma ISO 2631- 1, mientras se emiten las normas de calidad ambiental para vibraciones de la República de Panamá. La norma ISO 2631-1, establece, entre otros, los siguientes criterios técnicos para la realización de las mediciones de vibraciones ambientales:

- El equipo a utilizar debe ser un acelerómetro con sensor de vibraciones para tres componentes ortogonales con período natural de 1 segundo
- Usar como parámetro de medida: la aceleración Raíz Media Cuadrática (RMS) en el rango de frecuencias entre 1 y 80 Hz, determinado en 1/3 octava. Se empleará un valor promedio o valor máximo dentro del período de observación dependiendo del tipo de vibración (continua o intermitente)
- En cada sitio seleccionado, se toma la información para el análisis en tres direcciones ortogonales debidamente orientadas
- El tiempo de medición debe cubrir todo el intervalo de tiempo que dure funcionando la fuente emisora en estudio.
- El número de sitios de medición deben ser suficientes para cubrir el área de incidencia de la fuente en estudio.

Una vez este disponible la información, se debe registrar en el instrumento de trabajo lo siguiente:

- Etapa del proceso constructivo: en esta columna se anota la etapa correspondiente: preparación del terreno; cerramiento; instalaciones preliminares; trazado y replanteo; retiro de la cobertura vegetal; movimiento de tierra; cimentación; estructura de soporte; losas de

piso; escaleras y tuberías principales; cubierta; muros; instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas; repellos y enchapes; carpintería metálica y de madera; pintura; acabados internos y externos; equipamiento y limpieza; retiro y disposición de residuos.

- Maquinaria o equipo: corresponde al nombre genérico de la máquina o equipo (retroexcavadora, pala, martillo compresor, rola, sistema de bombeo del concreto, montacarga, cargador y plataforma telescópica, entre otros).
- Tiempo de operación diurno: se registra el promedio de la cantidad de horas que opera la máquina o equipo entre las 6:00 a.m. a las 9:59 p.m.
- Tiempo de operación nocturno: se registra el promedio de la cantidad de horas que opera la máquina o equipo entre las 10:00 p.m. a las 6:59 a.m.
- Niveles de ruido o vibración: se registra el nivel de ruido medido en cada punto de la obra o del área de influencia.
- Condiciones: se describen las actividades que se realizan o condiciones de operación del equipo o maquinaria que genera el ruido y/o la vibración, tales como: vaciado de concreto, hincado de pilotes, detonación de explosivos, trabajos con martillos neumáticos, funcionamiento de estructuras temporales, entre otras.
- Comparación con la norma: se debe diferenciar si la norma es de tipo ocupacional (al interior de la obra con afectación a los trabajadores) o de tipo ambiental (afectación a la comunidad o áreas aledañas). La comparación en este instrumento de trabajo debe referirse a la norma de tipo ambiental.
- Para las emisiones de ruido de tipo ambiental la norma considera que el nivel sonoro máximo no debe ser mayor a los especificados en el Cuadro 4.2:

Cuadro 4.2. Nivel Sonoro Máximo de Ruido en Áreas Residenciales e Industriales²⁹

HORARIO	NIVEL SONORO MÁXIMO db EN ESCALA A
De 6:00 a.m. a 9:59 p.m.	60
De 10:00 p.m. a 5:59 a.m.	50

Determinándose que la medición del ruido deberá hacerse desde el área externa de las residencias o habitaciones de los afectados.

La misma norma establece que para aquellas áreas donde el ruido de fondo o ambiental supere los niveles establecidos en el Cuadro 4.2, la actividad permanente o fuente en estudio no podrá superar el nivel del ruido de fondo o ambiental presente en la zona. Para áreas industriales y comerciales, sin perjuicio de las residenciales, se permitirá un aumento de 3 db en escala A y para áreas públicas un incremento de 5 db en escala A..

Por otra parte la norma establece que para el caso de medios o fuentes de ruido, tales como: vehículos de combustión interna, equipos y maquinaria de cualquier índole, no podrán exceder los 64 db en escala A de nivel sonoro máximo. En caso contrario deberán adoptarse las medi-

²⁹ Fuente: Decreto Ejecutivo 1 de 2004 del Ministerio de Salud

das de ingeniería necesarias para corregir dicha situación.

Adicionalmente, para la Ciudad de Panamá, el Consejo Municipal a través del Acuerdo 57 del 23 de mayo de 2006, establece que las actividades que se ejecuten en las construcciones civiles y que produzcan ruidos que afecten la tranquilidad, salud, reposo de los miembros de la comunidad o le cause perjuicio material o psicológico, como podrían ser la de vaciado de concreto, vaciado de hormigón, hincado de pilotes, detonación de explosivos, trabajos con martillos neumáticos, retromartillo, funcionamiento de estructuras temporales, maquinaria pesada y toda actividad vinculada a la industria de la construcción que genere ambiente sonoro severo, no podrán excederse de las 7:00 p.m. y los días sábados, domingos y días feriados no podrán iniciar previo a las 8:00 a.m.

- Actualmente no existe norma que regule los niveles máximos de vibraciones de tipo ambiental, por lo que será necesario referirse a normas internacionales, según el caso.

● PASO 7 - ELABORAR UN DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO CONSTRUCTIVO

La forma más efectiva de transmitir la información de un proceso es por medio del uso de diagramas de flujo. La información visual presenta la realidad de la empresa de una forma clara y con la menor posibilidad de malas interpretaciones. Los diagramas de flujo se constituyen entonces en un mapa del proceso sobre el cual es posible observar las entradas y salidas de cada una de las etapas del proceso constructivo, con el fin de tomar decisiones de mejoramiento e identificar oportunidades de Producción Más Limpia (P+L); además, es una herramienta muy útil para la capacitación y sensibilización del personal que participa en cada proyecto de construcción.

Para elaborar el diagrama de flujo se recomienda tener cuenta los siguientes aspectos:

- * Emplear el mínimo de símbolos, de tal forma que sea comprensible
- * En lo posible, se debe emplear una sola hoja con el fin de facilitar su manejo
- * El tamaño de los símbolos debe ser uniforme
- * El texto que va dentro de los símbolos debe ser legible y uniforme
- * La presentación debe ser clara y explícita, no debe dar lugar a confusiones
- * Emplear flechas para conectar entre sí cada una de las operaciones unitarias o etapas del proceso de construcción
- * No se debe olvidar incluir los procesos intermitentes y/o auxiliares
- * Finalmente, se deben señalar siempre las entradas y las salidas de una o varias operaciones unitarias o etapas del proceso de construcción

Existen varias formas para representar un diagrama de flujo, una de las más sencillas es el uso de bloques que muestran paso a paso la secuencia de actividades principales que conforman el proceso productivo. En este caso, el flujograma se puede desarrollar de arriba hacia abajo o en sentido horizontal o una combinación de ambos; también se pueden emplear dibujos para ilustrar los diferentes elementos del proceso.

El Diagrama de Bloques del Proceso (DBP), es quizás el esquema que mejor y con mayor claridad representa los procesos constructivos que se adelantan en una obra. En él, cada bloque representa una función u operación unitaria y puede abarcar en la realidad varios elementos (materiales, equipos, tareas); los flujos de materiales son representados a su vez mediante flechas indicando la dirección del flujo. En el Capítulo 2, se presenta el flujograma del proceso constructivo de una edificación.

Es importante que dentro del Diagrama de Bloques del Proceso (DBP) se incluyan las salidas residuales o de subproductos, al tiempo que se indica su manejo y destino final.

● PASO 8 - ELABORAR LOS BALANCES DE MATERIA Y ENERGÍA

En todo proceso constructivo se debe cumplir el principio de que toda la materia y la energía que ingresa, debe ser igual a la materia y a la energía que sale de éste, aunque cambie su naturaleza; por ejemplo, en una reacción química la materia prima se transforma en un producto de conformación distinta.

Los materiales y la energía que ingresan a un proceso no se incorporan por completo al producto elaborado, por el contrario se generan unas corrientes residuales, ya sea como subproductos o retales en el caso de los materiales de construcción, o como calor, en el caso de la energía. El balance de materia y energía es entonces un mecanismo para cuantificar los flujos de entrada y salida de un proceso, para determinar las pérdidas asociadas al mismo y para evaluar su eficiencia.

Los balances de materiales y energía se plantean de acuerdo con las siguientes ecuaciones:

$$M \text{ Entrada} + M \text{ Generada} = M \text{ Consumida} + M \text{ Almacenada}$$

$$E \text{ Entrada} + E \text{ Generada} = E \text{ Consumida} + E \text{ Almacenada}$$

Donde:

M: materiales

E: energía

Para la elaboración de los balances de materia y energía se deben seguir los siguientes pasos:

- * Delimitar el proceso unitario que se va a estudiar en el balance.
- * Seleccionar el alcance del análisis, puede hacerse un balance sobre todos los materiales de construcción, sobre un material en especial (por ejemplo uno de importancia ambiental o económica, como el concreto), un servicio, o sobre una determinada fuente de energía.
- * Establecer una base de cálculo, que puede ser un periodo de tiempo o la unidad comercial del material de construcción o del insumo.
- * Hacer una lista de todas las corrientes de entrada, de salida o intermedias que hacen parte del proceso, de acuerdo con el diagrama de flujo.
- * Con la información recolectada durante la visita de campo, asignar los valores conocidos de los flujos y composiciones a las corrientes de la lista elaborada en el paso anterior.
- * Estimar los flujos y composiciones de las corrientes que sean desconocidas empleando las ecuaciones de balance. En caso de mediar una reacción química, el balance estará restringido por su estequiometría.
- * Identificar las corrientes residuales y estimar las pérdidas del proceso para determinar luego los puntos críticos del mismo.
- * Cuando no hay consistencia en la solución de las ecuaciones de balance de materia y

energía es por que se presenta alguna de las siguientes causas:

- Existen pérdidas (despilfarros) generadas en el proceso
- Algunos insumos reaccionan químicamente dentro del proceso (evaporación) o son generados dentro de los productos
- Algunos materiales de construcción o insumos son absorbidos por las superficies de la unidad del proceso causando acumulación
- Las mediciones son incorrectas debido a factores humanos o errores en los equipos
- Falta información o ésta es imprecisa y se obtiene a partir de estimaciones teóricas

El balance de materia y energía está limitado por la disposición de información. La rigurosidad en el procedimiento dependerá entonces del proceso unitario y de la disponibilidad de datos. A partir de la información obtenida en los balances es posible calcular los indicadores de desempeño del proceso constructivo. El Instrumento de Trabajo IT-16, presentado en el Anexo B, permite consolidar la información requerida para la elaboración de los balances de materia y energía.

● **PASO 9 - DETERMINAR EL ESTADO ACTUAL DE LA OBRA EN CUANTO A BPO, CUMPLIMIENTO LEGAL AMBIENTAL Y CONDICIONES DE SALUD OCUPACIONAL Y SEGURIDAD INDUSTRIAL**

Con la ayuda de listas de chequeo, se evalúa el estado actual de la empresa y de la obra en construcción, en los siguientes aspectos:

Instrumento de Trabajo IT-17. Lista de Chequeo para Evaluar las Buenas Prácticas de Operación en la Obra

Las buenas prácticas de operación se constituyen en factores potenciales de contaminación. Por lo tanto, se hace necesario determinar en qué estado se encuentra la obra respecto a este tema, en particular en lo relacionado con el proceso constructivo.

Los cuatro factores que generalmente componen un proceso de construcción son: materiales e insumos, maquinaria y equipos, mano de obra y métodos de trabajo. El control del proceso constructivo consiste en llevar a cabo una adecuada gestión de estos cuatro elementos, en el sentido de utilizarlos eficiente y eficazmente para construir y ofrecer a los clientes los productos con la calidad solicitada, y en los plazos acordados.

Este paso del diagnóstico permitirá tener una visión general sobre cada una de las siguientes áreas:

- Control de las operaciones de construcción
- Programas de mantenimiento de maquinaria y equipos
- Manejo de materiales de construcción e insumos y corrientes de desecho
- Control de la calidad de los materiales de construcción y de las obras
- Control de los costos de construcción
- Sistema de gestión ambiental

Instrumento de Trabajo IT-18. Lista de Chequeo para Evaluar el Cumplimiento Legal Ambiental en la Obra

Uno de los objetivos primordiales del programa de Producción Más Limpia es lograr el cumplimiento de la normativa ambiental aplicable a las empresas del sector construcción. Por lo tanto, es importante establecer las condiciones en que se adelanta la obra respecto a las obligaciones establecidas en la normativa nacional vigente, en cuanto a la ubicación, afectación de los diferentes compartimientos del ambiente (agua, aire y suelo) y a la eficiencia energética.

* **Instrumento de Trabajo IT-19. Evaluación de las Condiciones de Salud Ocupacional en la Obra**

Con el fin de predeterminar los posibles sitios de ocurrencia de siniestros y establecer las posibles medidas a implementar, se debe adelantar una identificación preliminar de los diferentes factores de riesgo que pueden generar emergencias en la obra.

Se pueden utilizar metodologías reconocidas tanto para análisis de riesgos a la salud y al ambiente; sin embargo en el país la Caja de Seguro Social, es la institución competente en materia de Higiene y Seguridad Laboral respecto a la Prevención de Riesgos, y basa su metodología en la establecida por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo de España (INSHT), tal como lo contempla el Manual de Funcionamiento del Programa de Salud Ocupacional. A continuación se presentan los aspectos que tienen que ver con la evaluación de las condiciones de Salud Ocupacional y Seguridad Industrial:

○ **Evaluación General de Riesgos**

Las evaluaciones de riesgos se pueden agrupar en cuatro bloques:

- Evaluación de riesgos impuestos por la legislación específica: legislación industrial (Seguridad Industrial y de Prevención y Protección de Incendios) y prevención de riesgos laborales (Seguridad e Higiene en el Trabajo: ruido, vibración, etc)
- Evaluación de riesgos que no cuentan con legislación específica pero que están regulados en normas internacionales, europeas o en guías de Organismos Oficiales u otras entidades de reconocido prestigio.
- Evaluación de riesgos que precisa métodos especializados de análisis (por ejemplo el HAZOP, para riesgos operacionales)
- Evaluación general de riesgos

Cualquier riesgo que no se encuentre contemplado en los primeros tres tipos de las evaluaciones anteriores, se puede evaluar mediante un método de evaluación general.

○ **Etapas del Método de Evaluación General de Riesgos**

Un proceso de evaluación general de riesgos se compone de las siguientes etapas:

- Clasificación de las Actividades de Trabajo

Un paso preliminar a la evaluación de riesgos es preparar una lista de actividades de trabajo, agrupándolas en forma racional y manejable. Una posible forma de clasificar las actividades de trabajo es la siguiente:

- Áreas externas de la obra
- * Etapas en el proceso constructivo o en el suministro de un servicio
- * Trabajos planificados y de mantenimiento.
- * Tareas definidas, por ejemplo: operadores de equipo

Para cada actividad de trabajo puede ser preciso obtener información, entre otros, sobre los siguientes aspectos:

- * Tareas a realizar. Su duración y frecuencia.
- * Lugares donde se realiza el trabajo.
- * Quien realiza el trabajo, tanto permanente como ocasional.
- * Otras personas que puedan ser afectadas por las actividades de trabajo (por ejemplo: visitantes, subcontratistas, público).
- * Formación que han recibido los trabajadores sobre la ejecución de sus tareas.
- * Procedimientos escritos de trabajo, y/o permisos de trabajo.
- * Instalaciones, maquinaria y equipos utilizados.
- * Herramientas manuales utilizadas.
- * Instrucciones de fabricantes y suministradores para el funcionamiento y mantenimiento de maquinaria y equipos.
- * Tamaño, forma, carácter de la superficie y peso de los materiales de construcción a manejar.
- * Distancia y altura a las que han de moverse de forma manual los materiales.
- * Energías utilizadas (por ejemplo: aire comprimido).
- * Materiales e insumos utilizados y generados en el trabajo.
- * Estado físico de los materiales e insumos utilizados (humos, gases, vapores, líquidos, polvo, sólidos).
- * Contenido y recomendaciones del etiquetado de los materiales e insumos utilizados.
- * Requisitos de la legislación vigente sobre la forma de hacer el trabajo, instalaciones, maquinaria y materiales utilizados.
- * Medidas de control existentes.
- * Datos reactivos de actuación en prevención de riesgos laborales: incidentes, accidentes, enfermedades laborales derivadas de la actividad que se desarrolla, de los equipos y de los materiales utilizados.
- * Datos de evaluaciones de riesgos existentes, relativos a la actividad desarrollada.
- * Organización del trabajo.

• **Análisis de Riesgos**

- * Identificación de peligros

Para llevar a cabo la identificación de peligros hay que preguntarse tres cosas:

- Existe una fuente de daño?
- Quién (o qué) puede ser dañado?

- Cómo puede ocurrir el daño?

Con el fin de ayudar en el proceso de identificación de peligros, es útil categorizarlos en distintas formas, por ejemplo, por temas: mecánicos, eléctricos, radiaciones, materiales, incendios, explosiones, etc.

Complementariamente se puede desarrollar una lista de preguntas, tales como: durante las actividades de trabajo, existen los siguientes peligros?

- Golpes y cortes
- Caídas al mismo nivel
- Caídas de personas a distinto nivel
- Caídas de herramientas, materiales, etc., desde altura
- Espacio inadecuado
- Peligros asociados con manejo manual de cargas
- Peligros en la obra y en las máquinas asociados con el montaje, la consignación, la operación, el mantenimiento, la modificación, la reparación y el desmontaje
- Peligros de los vehículos, tanto en el transporte interno como el transporte por carretera
- Incendios y explosiones
- Sustancias que pueden inhalarse
- Sustancias o agentes que pueden dañar los ojos
- Sustancias que pueden causar daño por el contacto o la absorción por la piel
- Sustancias que pueden causar daños al ser ingeridas
- Energías peligrosas (por ejemplo: electricidad, radiaciones, ruido y vibraciones).
- Trastornos músculo-esqueléticos derivados de movimientos repetitivos
- Ambiente térmico inadecuado
- Condiciones de iluminación inadecuadas
- Barandillas inadecuadas en escaleras o corredores

La lista anterior no es exhaustiva. Se pueden adicionar otros aspectos que se detecten en la visita a la obra.

* Estimación del riesgo

Para cada peligro detectado debe estimarse el riesgo, determinando la potencial severidad del daño (consecuencias) y la probabilidad de que ocurra el hecho.

* Severidad del daño

Para determinar la potencial severidad del daño, debe considerarse:

- Partes del cuerpo que se verán afectadas
- Naturaleza del daño, graduándolo desde ligeramente dañino a extremadamente dañino.

Ejemplos de ligeramente dañino:

- Daños superficiales: cortes y magulladuras pequeñas, irritación de los ojos por polvo.
- Molestias e irritación, por ejemplo: dolor de cabeza, discomfort.

Ejemplos de dañino:

- Laceraciones, quemaduras, conmociones, torceduras importantes, fracturas menores.
- Sordera, dermatitis, asma, trastornos músculo-esqueléticos, enfermedades que conducen a una incapacidad menor.

Ejemplos de extremadamente dañino:

- Amputaciones, fracturas mayores, intoxicaciones, lesiones múltiples, lesiones fatales.
- Cáncer y otras enfermedades crónicas que acorten severamente la vida.

Probabilidad de que ocurra el daño.

La probabilidad de que ocurra el daño se puede graduar, desde baja hasta alta, con el siguiente criterio:

- Probabilidad alta: El daño ocurrirá siempre o casi siempre
- Probabilidad media: El daño ocurrirá en algunas ocasiones
- Probabilidad baja: El daño ocurrirá raras veces

A la hora de establecer la probabilidad de daño, se debe considerar si las medidas de control ya implantadas son adecuadas. Los requisitos legales y los códigos de buena práctica para medidas específicas de control, también juegan un papel importante. Además de la información sobre las actividades de trabajo, se debe considerar lo siguiente:

- Trabajadores especialmente sensibles a determinados riesgos (características personales o estado biológico).
- Frecuencia de exposición al peligro.
- Fallos en el servicio. Por ejemplo: electricidad y agua.
- Fallos en los componentes de los equipos, herramientas y máquinas, así como en los dispositivos de protección.
- Exposición a los elementos.
- Protección suministrada y tiempo de utilización de estos equipos.
- Actos inseguros de las personas (errores no intencionados y violaciones intencionadas de los procedimientos)

En el Cuadro 4.3 da un método simple para estimar los niveles de riesgo de acuerdo a su probabilidad estimada y a sus consecuencias esperadas.

Cuadro 4.3 Niveles de Riesgo de Acuerdo a la Probabilidad y Consecuencias

		Consecuencias		
		Ligeramente Dañino LD	Dañino D	Extremadamente Dañino ED
Probabilidad	Baja B	Riesgo trivial T	Riesgo tolerable TO	Riesgo moderado MO
	Media M	Riesgo tolerable TO	Riesgo moderado MO	Riesgo importante I
	Alta A	Riesgo moderado MO	Riesgo importante I	Riesgo intolerable IN

- **Valoración de Riesgos**

Los niveles de riesgos indicados en el Cuadro 4.3, forman la base para decidir si se requiere mejorar los controles existentes o implantar unos nuevos, así como la temporización de las acciones. En el Cuadro 4.4 se muestra un criterio sugerido como punto de partida para la toma de decisión. Se debe tener en cuenta que los esfuerzos precisos para el control de los riesgos y la urgencia con la que deben adoptarse las medidas de control, deben ser proporcionales al riesgo.

Cuadro 4.4. Acciones que Deberán Adoptarse en la Obra de Acuerdo a los Niveles de Riesgo

RIESGO	ACCIÓN Y TEMPORIZACIÓN
Trivial (T)	No se requiere acción específica
Tolerable (TO)	No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.
Moderado (MO)	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un período determinado. Cuando el riesgo moderado esta asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.
Importante (I)	No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.
Importante (I)	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.

- **Normas Relacionadas con Ruido y Vibraciones en Ambientes Laborales**
- Para las emisiones de Ruido Tipo Ocupacional la legislación nacional considera que el nivel sonoro máximo admisible de ruidos de carácter continuo para las personas dentro de los lugares de trabajo en jornada de ocho (8) horas, no debe ser mayor a lo establecido en el Cuadro 4.5³⁰:

Cuadro 4.5. Nivel Sonoro Máximo de Ruido en Ambientes Laborales

TIPO DE TRABAJO	NIVEL SONORO MÁXIMO db EN ESCALA A
Con actividad mental constante e intensa	50
De oficina y actividades similares	60
Otros trabajos	85

En el caso de que se supere el nivel de 85 db en escala A en la jornada de ocho (8) horas, se deben establecer medidas de ingeniería que reduzcan los ruidos a los niveles establecidos o implementar programas de conservación auditiva.

Se deberán realizar audiometrías periódicas, cada seis meses a los trabajadores, entregando los resultados a los trabajadores y al Ministerio de Salud.

30 Fuente: Decreto Ejecutivo 306 de 2002 del Ministerio de Salud.

Además la Resolución 506 del 6 de octubre de 1999, mediante la cual se aprueba el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 44-2000, Higiene y seguridad Industrial. “Condiciones de Higiene y Seguridad en los Ambientes de Trabajo donde se Genere Ruido”, establece lo siguiente:

No se permitirá en ningún periodo de tiempo las exposiciones continuas a ruidos que excedan los 130 db en escala A sin equipo de protección personal.

Para una jornada de trabajo de 8 horas los niveles de exposición permisibles serán los establecidos en el Cuadro 4.6 .

Cuadro 4.6. Nivel de Exposición Permisible en Una Jornada de Trabajo de 8 Horas

DURACIÓN DE LA EXPOSICIÓN MÁXIMA (EN UNA JORNADA DE TRABAJO DE 8 HORAS)	NIVEL DE RUIDO PERMI- SIBLE db EN ESCALA A
8 Horas	85
7 Horas	86
6 Horas	87
5 Horas	88
4 Horas	90
3 Horas	92
2 Horas	95
1 Horas	100
45 Minutos	102
30 Minutos	105
15 Minutos	110
7 Minutos	115

- * Para la medición de ruido ocupacional se utilizará un dosímetro
- * Los parámetros a medir son: nivel promedio de presión sonora L_p , Nivel de Presión sonora equivalente L_{eq} en escala A y el tiempo de exposición.

En el caso de que se supere la magnitud de los niveles de ruido se deberá establecer un programa de conservación de la audición, con las siguientes medidas:

- * Modificar o sustituir la maquinaria, equipo o herramienta que este alterando el medio ambiente de trabajo con ruido capaz de causar daño a la salud de los trabajadores por otro que no lo cause.
- * Modificar el procedimiento de trabajo
- * Modificar los componentes de frecuencia con mayor posibilidad de daño para la salud de los trabajadores
- * Atenuar la magnitud del ruido utilizando técnicas y materiales específicos que no produzcan nuevos riesgos a los trabajadores, procurando aislar las fuentes emisoras y/o disminuir su propagación

Desarrollar un programa de utilización del equipo de protección personal auditivo

Manejar los tiempos de exposición de los diferentes trabajadores por jornada de trabajo mediante la rotación de los mismos, con el fin de no exceder los niveles máximos permisibles.

- Para las emisiones Vibraciones de Tipo Ocupacional la legislación nacional considera los niveles admisibles descritos en los Cuadros 4.7 a 4.10 :

**Cuadro 4.7. Niveles Admisibles para las Vibraciones
Generales en la Dirección del Eje Z**

FRECUENCIA MEDIA DE LA BANDA TERCIARIA (Hz)	ACELERACIÓN (M/S ²) TIEMPO DE EXPOSICIÓN DIARIA							
	8 hrs.	4 hrs.	2 hrs.	1 hrs.	30 min.	15 min.	7.5 min.	< 5 min.
1.00	0.630	0.880	1.260	1.780	2.520	3.560	5.040	6.180
1.25	0.560	0.790	1.130	1.590	2.250	3.180	4.500	5.520
1.60	0.500	0.700	1.000	1.410	2.000	2.820	4.000	4.900
2.00	0.450	0.620	0.890	1.250	1.770	2.510	3.550	4.350
2.50	0.400	0.550	0.790	1.110	1.580	2.220	3.150	3.860
3.15	0.355	0.490	0.700	1.950	1.400	1.980	2.800	3.430
4.00	0.315	0.440	0.630	0.890	1.260	1.780	2.520	3.090
5.00	0.315	0.440	0.630	0.890	1.260	1.780	2.520	3.090
6.30	0.315	0.440	0.630	0.890	1.260	1.780	2.520	3.090
8.00	0.315	0.440	0.630	0.890	1.260	1.780	2.520	3.050
10.00	0.400	0.570	0.800	1.130	1.600	2.260	3.200	3.920
12.50	0.500	0.710	1.000	1.410	2.000	2.830	4.000	4.900
16.00	0.630	0.890	1.260	1.780	2.520	3.560	5.040	6.170
20.00	0.800	1.330	1.600	2.260	3.200	4.520	6.390	7.830
25.00	1.000	1.410	2.000	2.830	4.000	5.650	7.990	9.790
31.50	1.250	1.770	2.500	3.530	5.000	7.060	9.990	12.24
40.00	1.600	2.260	3.200	4.520	6.400	9.040	12.79	15.67
50.00	2.000	2.830	4.000	5.650	8.000	11.31	15.99	19.59
63.00	2.500	3.540	5.000	7.070	10.00	14.14	19.99	24.49
80.00	3.150	4.450	6.300	8.910	12.59	17.81	25.18	30.85

**Cuadro 4.8. Niveles Admisibles para las Vibraciones
Generales en las Direcciones de los Ejes X y Y**

FRECUENCIA MEDIA DE LA BANDA TERCIARIA (Hz)	ACELERACIÓN (M/S ²) TIEMPO DE EXPOSICIÓN DIARIA							
	8 hrs.	4 hrs.	2 hrs.	1 hrs.	30 min.	15 min.	7.5 min.	< 5 min.
1.00	0.224	0.317	0.448	0.630	0.900	1.270	1.790	2.190
1.25	0.224	0.317	0.448	0.630	0.900	1.270	1.790	2.190
1.60	0.224	0.317	0.448	0.630	0.900	1.270	1.790	2.190
2.00	0.224	0.317	0.448	0.630	0.900	1.270	0.790	2.190
2.50	0.240	0.400	0.560	0.790	1.120	1.580	2.240	2.740
3.15	0.555	0.500	0.710	1.000	1.420	2.010	2.840	3.480
4.00	0.450	0.640	0.900	1.270	1.800	2.540	3.600	4.410
5.00	0.560	0.790	1.120	1.580	2.240	3.170	4.480	5.480
6.30	0.710	1.000	1.420	2.010	2.840	4.010	6.670	6.950
8.00	0.900	1.270	1.800	2.540	3.600	5.090	7.190	8.810
10.00	1.120	1.580	2.240	3.170	4.480	6.330	8.950	10.97
12.50	1.400	1.980	2.000	3.960	5.600	7.910	11.95	13.71
16.00	1.800	2.540	3.600	5.090	7.200	10.17	14.39	17.62
20.00	2.240	3.170	4.480	6.330	8.950	12.66	17.90	21.93
25.00	2.800	3.960	5.560	7.920	11.16	15.83	22.38	27.42
31.50	3.550	5.020	7.100	10.04	14.19	20.07	28.37	34.76

FRECUENCIA MEDIA DE LA BANDA TERCIARIA (Hz)	ACELERACIÓN (m/s ²) TIEMPO DE EXPOSICIÓN DIARIA							
	8 hrs.	4 hrs.	2 hrs.	1 hrs.	30 min.	15 min.	7.5 min.	< 5 min.
40.00	4.500	6.360	9.000	12.72	17.99	25.44	35.97	44.06
50.00	5.600	7.920	11.20	15.83	22.39	31.65	44.76	64.83
63.00	7.100	10.04	14.20	20.07	28.38	40.13	56.75	69.52
80.00	9.000	12.73	17.99	25.44	35.98	50.87	71.93	88.12

Cuadro 4.9. Niveles Admisibles para las Vibraciones Locales en las Diferentes Bandas de Octava

CENTRO DE FRECUENCIA DE LA BANDA (Hz)	VALOR ADMISIBLE DE LA ACELERACIÓN DE LA VIBRACIÓN (m/s ²)
8	1.4
16	1.4
31.5	2.7
63	5.4
125	10.7
250	21.3
500	42.5
1,000	85.0

Cuadro 4.10. Niveles Admisibles para las Vibraciones Locales en las Diferentes Bandas de Tercias de Octava

CENTRO DE FRECUENCIA DE LA BANDA (Hz)	VALOR ADMISIBLE DE LA ACELERACIÓN DE LA VIBRACIÓN (m/s ²)	CENTRO DE FRECUENCIA DE LA BANDA (Hz)	VALOR ADMISIBLE DE LA ACELERACIÓN DE LA VIBRACIÓN (m/s ²)
8.0	0.8	100	5.0
10	0.8	125	6.3
12.5	0.8	160	8.0
16	0.8	200	10.0
20	1.0	250	12.5
25	1.3	315	16.0
31.5	1.6	400	20.0
40	2.0	500	25.0
50	2.5	630	31.5
63	3.2	800	40.0
80	4.0	1,000	50.0

Para la medición de las vibraciones se deberá utilizar un vibrómetro con transductor o acelerómetro, preamplificador, amplificador acoplado a un analizador de frecuencias y un registrador.

Para la medición de las vibraciones se deberá utilizar un vibrómetro con transductor o acelerómetro, preamplificador, amplificador acoplado a un analizador de frecuencias y un registrador.

Los parámetros a medir son: raíz media cuadrática de la aceleración de la vibración, y tiempo de exposición del trabajador.

Para vibraciones de manos y brazos la medición se realizará en tercios de octava u octavas comprendidas entre 1 a 1000 Hz.

En el caso de que se supere la magnitud del nivel de las vibraciones se deberá establecer un programa contra las vibraciones, con las siguientes medidas:

- * Modificar o sustituir la maquinaria, equipo o herramienta que este alterando el medio ambiente de trabajo con vibraciones capaces de causar daño a la salud de los trabajadores por otro que no lo cause.
- * Modificar el procedimiento de trabajo
- * Modificar los componentes de frecuencia con mayor posibilidad de daño para la salud de los trabajadores
- * Atenuar la magnitud en la transmisión de las vibraciones utilizando técnicas y materiales específicos que no produzcan nuevos riesgos a los trabajadores, procurando aislar las fuentes emisoras y/o disminuir su propagación
- * Desarrollar un programa de utilización del equipo de protección personal
- * Manejar los tiempos de exposición de los diferentes trabajadores por jornadas de trabajo mediante rotación de los mismos, con el fin de no exceder los niveles máximos permisibles.
- * Instrumento de Trabajo IT-20. Lista de Chequeo para la Evaluación de las Condiciones de Seguridad Industrial en la Obra

* ***En cuanto a las condiciones de Seguridad Industrial, durante la visita se deberán revisar los siguientes aspectos:***

- ***Condiciones de Trabajo.*** Las condiciones del sitio de trabajo son muy importantes para asegurar que los trabajadores estén protegidos adecuadamente; las condiciones del sitio de trabajo se enmarcan típicamente en las buenas prácticas administrativas. Condiciones como iluminación, ruido, vibraciones, temperatura, entre otras, que pueden ser medidas deben tener en cuenta los resultados de tales mediciones para su evaluación; sin embargo, otras condiciones de trabajo como estado de pisos, paredes, maquinaria, etc., pueden evaluarse cualitativamente.
- ***Plan de Contingencia.*** Tener un plan de evacuación de emergencias por escrito, la prevención de incendios y los planes de protección contra incendios aseguran que todo el personal pueda evacuar la obra con la seguridad necesaria en caso de cualquier contingencia. La empresa debe desarrollar y mantener el plan de contingencia en la obra, dándoselo a conocer a los trabajadores, para que se familiaricen con el mismo.
- ***Prevención de Accidentes y Seguridad.*** Los accidentes son eventos no deseados que originan daños a las personas, a los bienes, a las instalaciones y al ambiente. Por

lo tanto la prevención de accidentes es prioritaria. Toda empresa debe contar con un análisis de riesgos para determinar el nivel de riesgo en la obra. Se deben mantener registros de lesiones para identificar prácticas de trabajo o procedimientos incorrectos.

- **Primeros Auxilios.** La disponibilidad de primeros auxilios en una obra es primordial. Cada empresa debe contar con la infraestructura de atención médica prioritaria en concordancia con el tamaño de la obra y los riesgos asociados a sus actividades constructivas. Por lo menos un empleado debe estar capacitado para responder apropiadamente a las diferentes emergencias médicas.
- **Comunicación de Riesgos.** Cuando se manejan productos químicos o se generan residuos peligrosos en los procesos que se desarrollan en la obra, el personal debe conocer los riesgos a que se haya expuesto. Las sustancias deben estar perfectamente rotuladas, se deben mantener hojas de datos de seguridad de los materiales y el personal debe estar entrenado para su adecuado manejo.

4.4.3 FASE III: FORMULACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA (P+L)

Permite determinar y priorizar las oportunidades de mejoramiento que se reflejarán en la reducción de los costos de construcción y en un mejor desempeño ambiental de la obra y de la empresa constructora. Cada opción de P+L identificada deberá evaluarse desde el punto de vista técnico, ambiental y económico para establecer su aplicabilidad y priorización en términos de la urgencia de su implementación: corto, mediano o largo plazo.

■ PASO 10 - IDENTIFICAR Y FORMULAR LAS OPORTUNIDADES DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

Una vez consolidada la información de la Empresa y de la obra en construcción, es posible identificar aquellas situaciones que ameritan la intervención para el mejoramiento del desempeño ambiental y productivo.

Las fallas e ineficiencias encontradas en el proceso constructivo; el uso de agua y energía; consumo y manejo de materiales de construcción e insumos; consumo de agua y energía; generación de impactos ambientales por vertimientos, residuos y/o emisiones; estado de instalaciones provisionales, maquinaria y equipos; condiciones de trabajo (salud ocupacional y seguridad industrial) e incumplimiento de la normativa ambiental, a la luz de los conceptos de Producción Más Limpia (P+L), son oportunidades para lograr una mejor productividad y desempeño ambiental.

Teniendo en cuenta las opciones de intervención aplicables al sector construcción, descritas en el numeral 4.2 de esta guía y a las condiciones encontradas en la obra durante el diagnóstico, se seleccionan aquellas opciones de P+L, relacionadas con: mejores prácticas, optimización de procesos y/o cambios tecnológicos, que podrían ser implementadas en la obra o en futuras obras por parte de la empresa constructora.

Este paso es un proceso creativo en el que deben aplicarse técnicas como la “lluvia de ideas”, combinando la innovación y el sentido común. Se debe hacer espacial énfasis, en la generación

de residuos y emisiones, formulando medidas que pueden enmarcarse dentro de las siguientes herramientas de P+L:

- * Minimización de la generación
- * Reducción en origen
- * Reutilización o reuso en el proceso constructivo
- * Reciclaje y valorización

Aquellas acciones que no correspondan con estas herramientas, deberán ser consideradas como opciones de fin de proceso (final de tubo), teniéndose que determinar la opción de Producción Más Limpia que se implementaría previamente, si es del caso.

El Instrumento de Trabajo IT-21 permite organizar esta información y formular las posibles oportunidades de P+L.

■ PASO11 – REALIZAR LA EVALUACIÓN TÉCNICA DE LAS OPORTUNIDADES DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA (P+L)

Cada una de las oportunidades de Producción Más Limpia - P+L formuladas, deberán someterse a un análisis que permita establecer la viabilidad técnica de su implementación y sus implicaciones respecto al proceso constructivo; a los materiales de construcción e insumos; a la mano de obra, maquinaria y equipos; y a las especificaciones técnicas de la obra.

En cuanto a la viabilidad técnica deberán evaluarse los siguientes aspectos:

- a) Alteración del proceso constructivo
- b) Cambio de materiales de construcción o insumos
- c) Afectación de la cantidad de mano de obra
- d) Requerimiento de nueva mano de obra especializada
- e) Renovación o adquisición de nueva maquinaria y equipos
- f) Disponibilidad y accesibilidad a la tecnología
- g) Alteración de la calidad y/o especificaciones técnicas de la obra
- h) Tiempo requerido para la implementación de la alternativa de P+L

En el Instrumento de Trabajo IT-22 se registrará el resultado de la evaluación técnica de las oportunidades de P+L. Para la evaluación se utilizará un criterio cualitativo, a partir de la ponderación del grado de importancia respecto al impacto sobre cada uno de los aspectos mencionados anteriormente, así:

* Ponderación	
○ No impactado	0
○ Poco importante	1
○ Importante	5
○ Muy importante	10

■ PASO12 – REALIZAR LA EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LAS OPORTUNIDADES DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA (P+L)

Al igual que en el paso anterior, cada una de las oportunidades de P+L formuladas, deberán

someterse a un análisis de significancia ambiental, respecto a su impacto en el consumo de materiales de construcción, insumos, agua y energía; eficiencia energética; generación de vertimientos, residuos y emisiones; riesgos a la salud y al ambiente; y cumplimiento de la normativa ambiental.

Los aspectos que deberán considerarse en la evaluación ambiental son:

- a) Consumo de materiales de construcción e insumos
- b) Consumo de agua
- c) Consumo de energía
- d) Generación de aguas residuales
- e) Generación de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos
- f) Generación de emisiones atmosféricas
- g) Generación de ruido y vibraciones
- h) Riesgos a la salud
- i) Riesgos al ambiente
- j) Potencial de reuso
- k) Potencia de reciclaje
- l) Cumplimiento de la normativa ambiental

En el Instrumento de Trabajo IT-23 se registrará el resultado de la evaluación ambiental de las oportunidades de P+L. Para la evaluación se utilizará un criterio cualitativo, a partir de la ponderación del grado de importancia respecto al impacto sobre cada uno de los aspectos mencionados anteriormente, así:

* Ponderación	
○ No impactado	0
○ Poco importante	1
○ Importante	5
○ Muy importante	10

■ PASO13 – REALIZAR LA EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS OPORTUNIDADES DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA (P+L)

El análisis económico permite evaluar la efectividad de las inversiones que se realicen para el mejoramiento del desempeño ambiental de la obra o de la Empresa. Dado el carácter económico de la Producción Más Limpia (P+L), las alternativas de mejoramiento a implementar, deben ser viables desde el punto de vista económico; en otras palabras, el análisis económico es uno de los filtros que determina la viabilidad de adelantar las oportunidades de Producción Más Limpia (P+L) propuestas.

Cuando se elabora el análisis económico se hace una comparación entre los costos que representa cada alternativa que se adopte y los beneficios que de ella se deriven. Los costos se pueden clasificar como inversiones y costos de operación.

Las inversiones incluyen los siguientes rubros:

- * Bienes de capital (diseño, compra, instalación)

- * Capital de trabajo
- * Licencias
- * Capacitación
- * Financiación

Los costos de operación por su parte incluyen:

- * Materias primas e insumos
- * Tratamientos de final de tubo
- * Mano de obra
- * Mantenimiento

Los criterios de inversión están basados en tres parámetros: tiempo, dinero y tasa de interés, a partir de los cuales se han establecido las metodologías de tiempo de retorno, valor actual neto (VAN) y tasa interna de retorno (TIR), respectivamente.

Es posible que algunas de las oportunidades generen una reducción en los costos de la obra o de operación de la empresa, razón por la cual es importante establecer el ahorro bruto que generará cada una de las oportunidades de P+L. Esos ahorros pueden estar representados en:

- * Materiales de construcción e insumos
- * Mano de obra
- * Maquinaria y equipos
- * Costos indirectos de la empresa por la reducción en el tiempo de ejecución de la obra
- * Multas y/o evitadas

Las alternativas de P+L a ser implementadas, son recomendadas en base a las oportunidades de P+L calificadas como económicamente factibles. En este sentido, el objetivo de la evaluación económica es determinar la factibilidad económica de las oportunidades de P+L calificadas como técnicamente viables.

Para aplicar los criterios de evaluación económica, se requiere contar con información sistematizada, expresada en términos monetarios, elaborada en base a la información que proviene de las etapas y pasos previos al de la evaluación económica.

Los criterios económicos mencionados pueden construirse en base a la aplicación de los siguientes conceptos financieros:

* **Valor Actual (VA) y Valor Futuro (VF)**

El valor actual (VA) de un monto de capital que se espera recibir en fecha futura, se define como la capacidad de consumo o de inversión que dicho monto de capital permitiría en tiempo presente (el valor actual también se denomina valor presente). El valor futuro (VF) de un monto de capital presente, se define como la capacidad de consumo o de inversión que dicho monto permitiría en un tiempo futuro.

La relación que existe entre el valor actual (VA) y el valor futuro (VF) de un monto de capital, está dada por la siguiente ecuación:

$$VA = VF / (1 + r)^n$$

Donde r es una tasa de descuento que representa la disminución anual de la capacidad de consumo que tiene el dólar; y n es el número de años transcurridos.

* Flujo de Caja (FC)

El flujo de caja (FC) es el ingreso neto ocurrido en un período determinado (normalmente de un año), dado por la diferencia entre el ingreso bruto (Y) y el correspondiente costo (C) incurrido en dicho período, como consecuencia de una inversión inicial (I_0). Esta definición puede ser representada mediante la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} FC(\text{período } 1) &= Y_1 - C_1 \\ FC(\text{período } 2) &= Y_2 - C_2 \\ &\dots\dots\dots \\ FC(\text{período } n) &= Y_n - C_n \end{aligned}$$

Sin embargo, debido a que se desea adaptar el concepto de flujo de caja (FC) solamente a aquel que se deriva de la implementación de las alternativas de P+L, y no al FC total incurrido durante las operaciones de producción de la empresa, se definen los siguientes términos:

- Y_n = Ingreso bruto percibido en el año n asociado solamente a la implementación de una alternativa de P+L
- A_n = Ahorro bruto del año n derivado solamente de la implementación de una alternativa de P+L
- C_n = Costo incurrido el año n asociado solamente al gasto operativo imputado a la alternativa de P+L

Por lo tanto:

$$\begin{aligned} FC_{(\text{año } n)} &= \text{Ingreso neto}_{(\text{año } n)} \\ &= \text{Ingresos netos} + \text{Ahorro bruto}_{(\text{año } n)} - \text{Costo operativo}_{(\text{año } n)} \\ &= Y_n + A_n - C_n \end{aligned}$$

La ecuación será entonces utilizada para calcular flujos anuales de caja, interpretados como el ingreso neto anual que se logrará después de implementar la alternativa de P+L.

El flujo de caja, así definido, puede ser utilizado, por si mismo, como un buen indicador de la rentabilidad de la alternativa de P+L, pero solamente cuando la inversión inicial para implementarla no sea significativa o sea despreciable. En este caso, el costo del capital de inversión, por ser despreciable, no afectaría significativamente el balance de ingresos y egresos efectivos de dinero.

* Período de Retorno (PR)

Corresponde al número de periodos de tiempo PR que se requiere para recuperar la inversión

inicial (I_0), de acuerdo al flujo de caja (FC) durante ese periodo de tiempo.

$$PR_{(n)} = I_0 / FC_{(n)}$$

* Valor Actual Neto (VAN)

Cuando se realiza una inversión de capital, el inversionista espera obtener un retorno de su inversión, de tal manera que, al cabo de un tiempo, se recupere el capital invertido y, posteriormente, éste se incremente en forma indefinida.

Sin embargo, para tomar decisiones, al inversionista le interesa saber cuánto valdría hoy el capital que acumulará al cabo de un cierto tiempo, como resultado de los flujos de caja periódicos que le generará su inversión.

En este sentido, el valor actual neto (VAN) de una inversión inicial (I_0), se define como el valor presente que tendría un capital invertido al cabo de un número de periodos de tiempo (n), por los flujos de caja que se obtendrán en cada período, aplicando a dichos flujos de caja una tasa de descuento (r), que puede tener un valor constante o variable para cada uno de los periodos mencionados.

Esta definición puede ser expresada mediante la siguiente ecuación:

$$VAN_{(n,r)} = - I_0 + \sum_1^n \frac{[FC_{(n)}]}{(1 + TIR)^n}$$

Donde:

- $VAN_{(n,r)}$: es el valor actual neto del capital invertido, al cabo de un número de periodos de tiempo n , aplicando a los flujos de caja de cada período una tasa de descuento r ;
- I_0 : es el capital inicial invertido, el cual lleva signo menos por que se refiere a un egreso;
- $FC_{(n)}$: es el flujo de caja del período n
- r : es la tasa de descuento que permite calcular el valor actual de los flujos de caja $FC_{(n)}$.

Si el flujo de caja $FC_{(n)}$ tiene un mismo valor para cada período n , es decir:

$$FC_{(n)} = FC_{(cte)}$$

Entonces el término $FC_{(cte)}$ puede ser factorizado, y el $VAN_{(n,r)}$ puede ser expresado como sigue:

$$VAN_{(n,r)} = - I_0 + FC_{(cte)} \sum_1^n \frac{1}{(1 + r)^n}$$

* Tasa Interna de Retorno (TIR)

La tasa interna de retorno (TIR), se define como aquella tasa de descuento que, al cabo de un número n de períodos de tiempo predefinido, hace que el $VAN(n, TIR)$ sea igual a cero. Es decir:

$$VAN_{(n,r)} = 0 = - I_0 + \sum_1^n \frac{FC_{(n)}}{(1 + TIR)^n}$$

Al hacer el $VAN(n, TIR)$ igual a cero, y dado que I_0 , $FC(n)$ y n son conocidos, matemáticamente queda definido el valor de la tasa de descuento (TIR). Despejando I_0 , se tiene que:

$$I_0 = \sum_1^n \frac{FC_{(n)}}{(1 + TIR)^n}$$

Esto quiere decir que existe un valor de la tasa de descuento (TIR), tal que, el valor actual (o valor presente) de la suma de los flujos netos de caja $FC(n)$ es igual al monto de la inversión inicial (I_0). Es decir, la suma de los ingresos netos a ser obtenidos a futuro, equivale a recuperar el monto de la inversión inicial en términos de su valor actual.

Cuando la TIR es superior al costo de oportunidad del mercado entonces el proyecto es atractivo desde el punto de vista económico.

* Evaluación de Alternativas en la compra de Equipos

Con frecuencia en la formulación de oportunidades de mejoramiento ambiental es necesario evaluar diferentes opciones de equipos que cumplen una misma función. Los costos de capital, de operación y la vida útil pueden ser distintos para cada alternativa, de modo que la mejor opción debe ser determinada aplicando criterios económicos.

Cuando la vida útil de los equipos alternativos es la misma, el análisis económico se limita a la selección que tenga el mayor valor actual neto. En el caso de existir diferencias en el tiempo de vida de las alternativas, se consideran los reemplazos necesarios de los equipos durante el tiempo de vida del proceso constructivo y sus respectivos costos de operación. Se requiere entonces la aplicación de métodos de evaluación tales como, el costo de operación anual equivalente, COAE.

Según el método del COAE, el costo de capital de cada alternativa es amortizado a lo largo de su tiempo de vida para establecer de este modo su costo anual. Este valor anual es sumado a los costos de operación para obtener el COAE:

$$COAE = I \left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right] = CAO$$

Donde:

- I: inversión de capital
- CAO: son los costos anuales de operación
- i: el costo de oportunidad del mercado (tasa de interés vigente)
- n: tiempo de vida útil de la alternativa

La alternativa de equipo con el menor valor de COAE es la mejor opción, según este criterio.

* Evaluación de Alternativas de Mejoramiento de Procesos

Para la evaluación de las alternativas de mejoramiento de los procesos, se deben valorar los costos operativos y los beneficios o ahorros generados por las mismas.

La selección de alternativas de mejoramiento de procesos se basa en un análisis incremental, donde se comparan los beneficios ofrecidos por cada opción con la alternativa de “no hacer nada”. Para cada una de las otras alternativas se debe conocer el valor de la inversión, los costos de operación y los ahorros o beneficios anuales.

El valor presente neto incremental VPNI para un determinado proyecto se calcula así:

Donde

- I: inversión de capital
- BA: beneficios o ahorros netos anuales
- i: el costo de oportunidad del mercado (tasa de interés vigente)
- n: tiempo de vida útil de la alternativa

Las opciones son potencialmente viables cuando el valor de su VPNI es superior a cero; la mejor opción será entonces aquella que tenga el mayor VPNI. Las alternativas con un VPNI menor que cero son inviables y deben ser descartadas.

El Instrumento de Trabajo IT-24, permite consolidar los resultados del análisis económico de cada una de las oportunidades de P+L.

■ PASO 14 – SELECCIONAR Y PRIORIZAR LAS ALTERNATIVAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA (P+L):

De acuerdo a la evaluación técnica, ambiental y económica de cada una de las alternativas, es necesario clasificarlas y priorizarlas, para programar su implementación.

La viabilidad estará definida, principalmente por los siguientes criterios:

- * Cumplimiento de la normativa ambiental
- * Fácil implementación y menor inversión inicial
- * Menor tiempo de implementación

De acuerdo a la sumatoria de la ponderación de cada alternativa técnica, ambiental y económicamente viable, se establece el orden de prioridad (corte, mediano o largo plazo), información que podrá registrarse en el instrumento de Trabajo IT-25.

4.4.4 FASE IV: IMPLEMENTACIÓN

En esta última fase se busca asegurar que las alternativas seleccionadas sean implementadas y que exista un monitoreo continuo de los indicadores de desempeño ambiental.

■ PASO 15 – ELABORAR EL PLAN DE IMPLEMENTACIÓN

La puesta en funcionamiento de las alternativas de Producción Más Limpia (P+L), se inicia con la elaboración de un plan de implementación donde se establezcan los detalles de las tareas a realizar, los recursos necesarios (capital y mano de obra), los responsables de las tareas y los tiempos para la ejecución; es preciso que esta información se consolide con el programa de control de la obra.

■ PASO 16 - EJECUTAR EL PLAN DE IMPLEMENTACIÓN

Como en todo proyecto de inversión, las alternativas de Producción Más Limpia (P+L), implican modificaciones en los procedimientos, en los procesos y/o en los equipos; cambios que deben ser respaldados con la capacitación y reentrenamiento de todo el personal de la Empresa, de tal forma que se garantice el cumplimiento de los objetivos del programa de Producción Más Limpia.

■ PASO 17. MONITOREAR LAS ALTERNATIVAS DE P+L ADOPTADAS

Cuando las alternativas de Producción Más Limpia (P+L) se han puesto en marcha, se debe hacer un seguimiento de los indicadores de desempeño para determinar su efectividad; el monitoreo de las medidas adoptadas debe ser periódico, de tal forma que se pueda establecer progresivamente los avances y se puedan identificar la fallas para realizar los ajustes que sean necesarios, en caso de que el plan de implementación no se esté cumpliendo.

Como indicadores de desempeño ambiental se pueden adoptar los descritos en el Cuadro 4.11.

Cuadro 4.11. Indicadores de Desempeño Ambiental del Sector Construcción

AGUA	Disponibilidad de Agua	m ³ /s	Disponibilidad de agua obtenida a través de las diferentes fuentes: acueducto público, reservorio, agua lluvia, fuente superficial, fuente subterránea y/o carro tanque	Mediciones volumétricas de caudal y tiempo promedio diario de uso
	Consumo de Agua	m ³ /actividad m ³ /s	Cantidad de agua usada en cada una de las actividades constructivas y/o durante todo el periodo de la obra	Registros a través de manómetros, registros de tiempo y caudal aforado; y/o mediante las facturas del servicio de acueducto

RECURSO / ASPECTO	NOMBRE	UN.	DESCRIPCIÓN	METODOLOGÍA DE CÁLCULO
	Vertimientos Líquidos Industriales	m ³ /actividad m ³ /s	Cantidad de aguas residuales generadas en cada una de las actividades constructivas y/o durante todo el periodo de la obra.	Registros de mediciones de caudal y tiempo
	Vertimientos Líquidos Domésticos	m ³ /s	Cantidad de aguas residuales generadas por el personal presente en la obra	Multiplicando el número de personas por la producción per cápita de aguas residuales
ENERGIA	Consumo de Energía Eléctrica	kWh/actividad kWh	Cantidad de energías eléctrica consumida en los diferentes usos: iluminación, ventilación, y operación de equipo y maquinaria, en cada una de las actividades constructivas y/o durante todo el periodo de la obra.	Registros de consumo reportados en las facturas del servicio de energía eléctrica
	Consumo de Energía por Combustibles	Gal/actividad Gal/día	Cantidad utilizada de combustibles en cada una de las actividades constructivas y/o durante todo el periodo de la obra	Registros diarios de uso de combustibles por cada una de las máquinas
MATERIALES E INSUMOS	Consumo de Materiales e Insumos	m ³ /actividad Kg/actividad m ³ /día Kg/día	Consumo de cada uno de los materiales e insumos en cada una de las actividades constructivas y/o durante todo el periodo de la obra	Registros diarios de consumo de materiales e insumos en cada una de las actividades
RESIDUOS SÓLIDOS	Producción de Residuos Peligrosos	Kg/actividad Kg/día	Cantidad generada de residuos con características de inflamabilidad, corrosividad, reactividad, explosividad y/o toxicidad, en cada actividad constructiva y/o durante todo el periodo de la obra	Número de veces que se llenan los depósitos temporales de residuos peligrosos por el volumen del mismo, durante el desarrollo de una actividad o por un tiempo específico
	Producción de Residuos No Peligrosos	Kg/actividad Kg/día	Cantidad generada de residuos con características inertes o similares a los domésticos en cada actividad constructiva y/o durante todo el periodo de la obra	Número de veces que se llenan los depósitos temporales de residuos peligrosos por el volumen del mismo, durante el desarrollo de una actividad o por un tiempo específico

RECURSO / ASPECTO	NOMBRE	Un.	DESCRIPCIÓN	METODOLOGÍA DE CÁLCULO
AIRE	Emisiones de Gases y Partículas	Kg/actividad Kg/máquina Kg/día	Cantidad de gases y partículas emitidas por diferentes fuentes presentes en cada actividad constructiva y/o durante todo el período de la obra	Mediciones en campo con equipo especializado o estimaciones a partir de factores de emisión
	Emisiones de Ruido	db/actividad db/fuente db/h	Niveles de ruido ambiental en cada actividad constructiva o emitidos por cada fuente generadora o durante todo el período de la obra	Mediciones en campo con sonómetro integrador
	Emisiones de Vibraciones	m/s ²	Niveles de transmisión de vibraciones ambientales en cada actividad constructiva o emitidos por cada fuente generadora o durante todo el período de la obra, para diferentes frecuencias	Mediciones en campo con acelerómetros
SUELO	Intensidad de Uso del Suelo	%	Área del predio afectada por las obras, respecto al área total del predio	Sumatoria del área dispuesta para campamentos, del área construida y del área utilizada para desplazamientos de equipos, maquinaria y personal, dividida por el área total del predio y expresada en porcentaje

■ PASO 19 - APLICAR LAS ALTERNATIVAS DE P+L EN OTRAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA

La Producción Más Limpia se caracteriza por la continuidad en el mejoramiento del desempeño ambiental de la Empresa, que es posible a través de la retroalimentación que ofrece el monitoreo de las alternativas adoptas, que deben ser evaluadas y ajustadas para incrementar los beneficios. Lo anterior, permitirá establecer con mayor certeza la viabilidad y oportunidad de implementar las alternativas de P+L en futuras obras de infraestructura.

5. ALTERNATIVAS DE PRODUCCIÓN MAS LIMPIA (P+L) PARA EL SECTOR CONSTRUCCIÓN

Como se ha mencionado en los capítulos anteriores, muchos de los impactos ambientales generados durante la construcción de las edificaciones, tienen origen en la etapa de Planificación y Diseño. En este sentido, dentro de las alternativas de Producción Más Limpia (P+L) es preciso considerar algunos aspectos que deberán implementarse desde esta primera etapa del proyecto.

Para facilitar la identificación y descripción de las diferentes alternativas de Producción Más Limpia (P+L) aplicables en el sector construcción, se elaboraron fichas técnicas que contienen información sobre los objetivos, impactos a manejar, tipo de medida, aplicabilidad, beneficios y acciones para su implementación. Adicionalmente, en algunos casos se describe el sistema de tratamiento y/o de control de contaminación (final de tubo), requerido para complementar la alternativa de Producción Más Limpia (P+L) y lograr el mejoramiento del desempeño ambiental de la actividad. Así mismo, las fichas se han organizado en cinco (5) grupos temáticos: i) Materia Prima; ii) Agua; iii) Energía; iv) Residuos; y v) Aire.

Las alternativas de producción Más Limpia se agrupan en dos áreas: Mejores Prácticas Ambientales y Mejores Técnicas Disponibles.

Las Mejores Prácticas Ambientales (MPA) corresponden a la aplicación de la combinación más adecuada de medidas y estrategias de control ambiental.

Las Mejores Técnicas Disponibles (MTD) son la fase más eficaz y avanzada de desarrollo de las actividades y de sus modalidades de explotación, que demuestran la capacidad práctica de determinadas técnicas para constituir, en principio, la base de los valores límite de emisión destinados a evitar o, cuando ello no sea posible, reducir en general las emisiones y el impacto en el conjunto del medio ambiente y de la salud de las personas

Así pues, se entenderá por:

- **Mejores:** Las técnicas más eficaces para alcanzar un alto nivel general de protección del medio ambiente en su conjunto y de la salud de las personas.
- **Técnicas:** La tecnología utilizada, junto con la forma en que la obra esté diseñada.
- **Disponibles:** Las técnicas desarrolladas a una escala que permita su aplicación en el contexto del sector construcción, en condiciones económicas y técnicamente viables, tomando en consideración los costos y los beneficios, siempre que se pueda tener acceso a ellas en condiciones razonables.

5.1 MATERIA PRIMA

Es importante que al momento de seleccionar los materiales de construcción, se tengan en cuenta algunas consideraciones ambientales:

Utilizar Materiales Recuperados o Reciclados: Corresponde a aquellos cuya composición contiene un porcentaje de material reciclado, ya sea del mismo producto o de otro origen, pero aprovechado en la fabricación del material.

Utilizar Materiales Ecológicos: Esto es, materiales que no contribuyan a la degradación del medio ambiente, capa de ozono, lluvia ácida, explotación de recursos no renovables, contami-

nación directa o mediante sus empaques, y alto consumo energético para su producción y/o utilización, entre otros. Pueden ser más caros a corto plazo, pero a la larga pueden ser más.

Utilizar Materiales que Generen Poco Residuo: Cuando se prevé la utilización de materiales con dimensiones estandarizadas y el diseño de los elementos constructivos se adapta a los formatos de los materiales, se pueden evitar sobrantes por recortes.

A continuación se presentan las Fichas Técnicas sobre Mejores Prácticas Ambientales (MPA) y Mejores Tecnologías Disponibles (MTD), relacionadas con las materias primas, representadas en los materiales de construcción e insumos.

FICHA TECNICA 1
MEJORES PRACTICAS AMBIENTALES - MATERIAS PRIMAS (MPA-MP)

OBJETIVO		
Adoptar Buenas Prácticas para el almacenamiento y uso adecuado de los materiales de construcción e insumos.		
IMPACTOS A MANEJAR	TIPO DE MEDIDA	APLICACIÓN
- Contaminación del suelo - Contaminación hídrica - Emisiones atmosféricas	Preventiva	Toda la obra
BENEFICIOS		
Ambientales	Minimización de la contaminación ambiental. Uso eficiente de materias primas (materiales de construcción e insumos)	
Económicos	Menores pérdidas relacionadas con los materiales de construcción e insumos	
Laborales	Reducción de los riesgos de accidentes en la obra	
IMPLEMENTACIÓN		
- Llevar un control de inventarios de materiales de construcción e insumos y el uso en cada etapa del proceso constructivo - Llevar un registro de todas las operaciones realizadas a diario indicando los consumos de materiales de construcción e insumos, así como las fugas y derrames - Programar la compra de materiales de construcción e insumos para reducir periodos de almacenamiento y caducidad de los mismos - Adecuar el cierre y etiquetado de los recipientes que almacenan insumos - Proteger los sitios de almacenamiento de las condiciones atmosféricas para evitar el arrastre y deterioro de la calidad de los materiales (Véase Figura 5.1) - Aislar los productos peligrosos de los demás materiales (Véase numeral 5.1.1) - Adecuar sitios de almacenamiento de materiales de construcción dentro del área de la obra sin afectar el espacio público - Sensibilizar y concientizar al personal sobre su responsabilidad en el desempeño global y ambiental de la obra - Capacitar al personal en procedimientos y métodos constructivos		

FICHA TECNICA 2

MEJORES TECNICAS DISPONIBLES – MATERIAS PRIMAS (MTD-MP)

OBJETIVO		
Utilizar alternativas tecnológicas relacionadas con materiales de construcción prefabricados o con características estandarizadas, así como insumos menos tóxicos.		
IMPACTOS A MANEJAR	TIPO DE MEDIDA	APLICACIÓN
▪ Contaminación del suelo ▪ Contaminación hídrica ▪ Contaminación por ruido ▪ Emisiones atmosféricas	Preventiva	Toda la obra
BENEFICIOS		
Ambientales	Minimización de la contaminación ambiental a lo largo del ciclo de vida de los materiales de construcción e insumos	
Económicos	Reducción de los costos de mano de obra y tiempo de ejecución de la obra	
Laborales	Menores riesgos para los trabajadores por el uso de sustancias menos tóxicas	
Empresariales	Mejora de la imagen de la empresa por la minimización de los impactos generados	
IMPLEMENTACIÓN		
◆ Utilizar elementos prefabricados y sistemas de montaje en seco con fijaciones mecánicas ◆ Comprar equipos que sean más respetuosos con el ambiente ◆ Comprar materiales de construcción e insumos en recipientes adecuados y reutilizables ◆ Reemplazar los materiales de construcción e insumos por otros menos tóxicos ◆ Ajustar las áreas a las especificaciones técnicas de los materiales de construcción ◆ Mejorar los procesos constructivos para optimizar el uso de materiales de construcción y reducir derrames y pérdidas ◆ Utilizar el menor número posible de compuestos diferentes para los materiales de construcción o con componentes reciclados ◆ Implementar sistemas de mezclado con dosificación mecánica		

5.1.1 SITIO DE ALMACENAMIENTO DE MATERIALES E INSUMOS

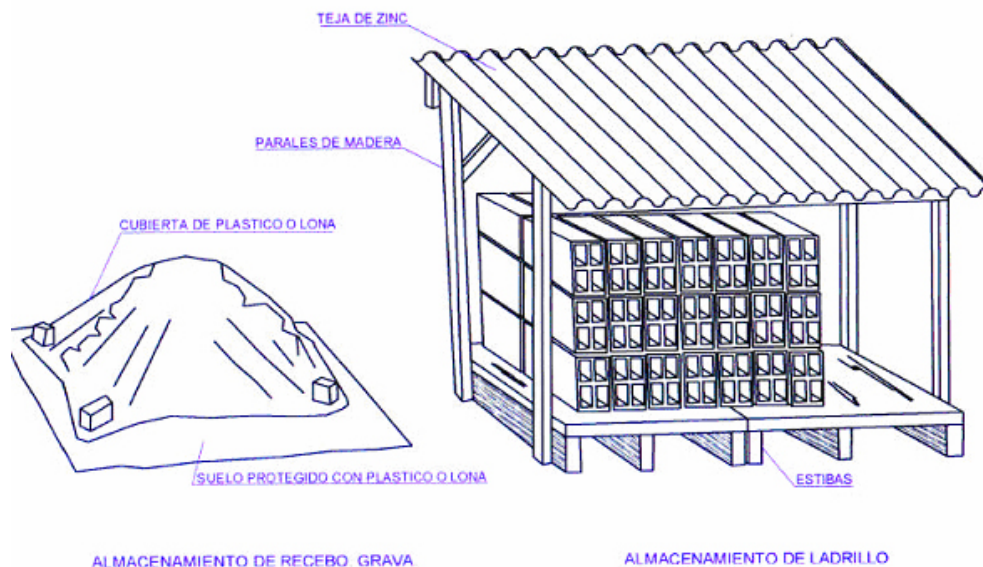


Figura 5.1. Almacenamiento Temporal de Materiales de Construcción

- * Las instalaciones del sitio de almacenamiento de materiales e insumos deben incluir, como parte de la obra, un área especial en la que se almacenarán las sustancias de tipo peligroso. Esta área deberá estar debidamente identificada y en la misma se deben establecer medidas de prevención de la contaminación y de riesgos, entre las que se destacan las siguientes:
 - El piso donde se colocarán las sustancias peligrosas debe separarse del suelo con un material impermeable.
 - Cuando el material impermeable sea plástico grueso, se debe disponer sobre el mismo una capa de arena o aserrín de 5 a 10 cm de espesor que sirva como material absorbente, en caso de producirse un derrame de sustancias contaminantes.
 - En caso de que el material aislante sea concreto, el piso deberá tener un drenaje que permita recolectar las sustancias contaminantes que se derramen, sin que las mismas pasen al drenaje pluvial o se infiltren en el suelo.
 - El recinto en el que se almacenen las sustancias peligrosas debe contar con buena ventilación, de forma tal que se facilite la circulación de aire y la luminosidad natural.
 - Dentro del tramo o recinto debe existir una correcta rotulación de todo el material allí contenido, y el acceso al mismo debe estar restringido al personal autorizado.
 - Se debe disponer de mínimo un extintor contra fuego, debidamente cargado y con mantenimiento apropiado. El personal responsable tiene que contar con entrenamiento en el uso del mismo.

En caso de que los materiales se acumulen en estantes, se almacenarán de manera tal

que los materiales más pesados se instalarán en los estantes inferiores y los menos pesados en los estantes superiores. Los estantes deberán estar debidamente rotulados.

Todo material almacenado en bolsas, recipientes, bultos, o colocado en hileras, se debe estibar, bloquear, entrelazar y tener un límite de altura, para que el material se mantenga estable y seguro, para evitar deslizamientos o caídas

Los sitios para el almacenamiento temporal de hidrocarburos, lubricantes, hidrocarburos recuperados y otras sustancias nocivas, se deben ubicar en un lugar apartado del resto de la obra, con un cerco perimetral que los proteja de impactos o golpes.

5.1.2 TRANSPORTE DE MATERIALES E INSUMOS

Dado que existen algunos riesgos relacionados con el transporte de los materiales de construcción e insumos, desde la empresa comercializadora hasta el sitio de la obra, es necesario considerar las siguientes medidas (Véase Figura 5.2):

- * No exceder el llenado del volquete
- * Limpiar sus bordes, previo al inicio del transporte
- * Poner una lona o manteado bien sujeto sobre la tolva del volquete
- * Desplazarse a una velocidad no mayor de 60 Km/h cuando sea permitido
- * Realizar la actividad durante horario diurno

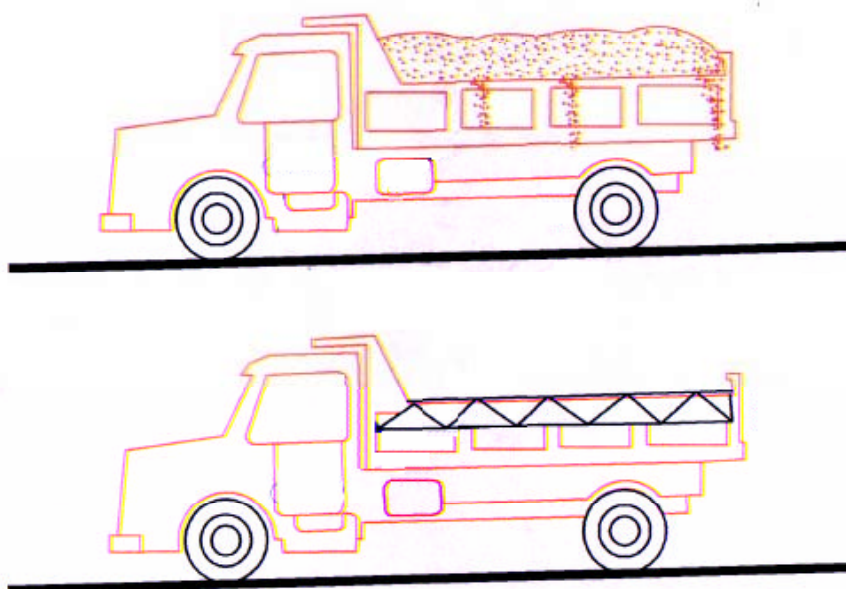


Figura 5.2. Transporte de Materiales de Construcción y Residuos

- * Utilizar únicamente vías públicas autorizadas para la movilización de maquinaria pesada

5.2 AGUA

La gran mayoría de aguas residuales que se producen en el proceso constructivo, están relacionadas con actividades de limpieza y con el escurrimiento de las aguas lluvias.

Por otro lado, se generan aguas residuales domésticas provenientes de los baños disponibles para los trabajadores. Sin embargo, en las primeras etapas del proceso constructivo se utilizan baños portátiles, mediante la modalidad de contrato, donde se incluye el suministro del equipo y el manejo (tratamiento y disposición final) periódico de las aguas residuales que se producen. Al final del proceso constructivo, una vez se tienen construidos baños del proyecto, con sus respectivas instalaciones hidráulicas y sanitarias, se adecuan algunos de éstos para el uso de los trabajadores; cuyas aguas se vierten al alcantarillado público de forma provisional.

En todo el tiempo de ejecución de la obra se deberán tener en cuenta algunas consideraciones ambientales relevantes:

Usar Eficientemente el Recurso Hídrico: A través del control de fugas y pérdidas, así como la minimización en el consumo de agua.

Conservar y Proteger las Fuentes de Abastecimiento: Evitando las descargas de aguas residuales sin tratamiento previo y respetando las áreas inundables de las fuentes superficiales de agua.

Manejar Integralmente las Cuencas Hidrográficas: Sin alterar drásticamente las condiciones de recarga hídrica y aprovechando adecuadamente las aguas pluviales.

A continuación se presentan las Fichas Técnicas sobre Mejores Prácticas Ambientales (MPA) y Mejores Técnicas Disponibles (MTD), relacionadas con el recurso agua.

FICHA TECNICA 3

MEJORES PRACTICAS AMBIENTALES – RECURSO AGUA (MPA-RA)

OBJETIVO		
Adoptar Buenas Prácticas para el manejo racional del recurso agua previendo la afectación en términos de disponibilidad y reduciendo el volumen de aguas residuales.		
IMPACTOS A MANEJAR	TIPO DE MEDIDA	APLICACIÓN
- Contaminación hídrica - Riesgos a la salud	Correctiva y Preventiva	Toda la obra
BENEFICIOS		
Ambientales	Reducción del consumo de agua y de los caudales de aguas residuales Uso eficiente del recurso hídrico	
Económicos	Menores costos del servicio de acueducto e indirectamente menores costos de tratamiento de las aguas residuales	
IMPLEMENTACIÓN		
- Llevar registros de consumo de agua en cada etapa del proceso constructivo - Llevar registros de generación de aguas residuales, en lo posible, para cada etapa del proceso constructivo - Establecer mecanismos de aprovechamiento de las aguas lluvias, evitando que escurran por las áreas descubiertas de vegetación para reducir el arrastre de sedimentos. - Evitar las fugas de agua en las mangueras o sistemas de conducción provisionales - Implantar el barrido o limpieza en seco antes del lavado con agua, en aquellas operaciones que no comprometen la generación de polvos y material particulado - Previamente al barrido humedecer la superficie, para evitar las emisiones de material particulado - Reutilizar las aguas en actividades de remojo, pulido y corte - Estandarizar y programar las actividades de limpieza - Capacitar y sensibilizar al personal sobre el buen uso y manejo del recurso hídrico.		

FICHA TECNICA 4
MEJORES TECNICAS DISPONIBLES – RECURSO AGUA (MTD-RA)

OBJETIVO		
Adoptar alternativas tecnológicas relacionadas con el uso y tratamiento del recurso agua, encaminadas a minimizar el consumo y mejorar las condiciones de manejo de las aguas residuales generadas.		
IMPACTOS A MANEJAR	TIPO DE MEDIDA	APLICACIÓN
- Contaminación del suelo - Contaminación hídrica	Correctiva y Preventiva	Operaciones de Limpieza
BENEFICIOS		
Ambientales	Minimización del consumo de agua y de la contaminación generada por el vertimiento de las aguas residuales. Uso eficiente del recurso hídrico	
Económicos	Menores costos del servicio de acueducto e indirectamente menores costos de tratamiento de las aguas residuales	
Empresariales	Mejora de la imagen de la empresa por la minimización de los impactos generados en el área de influencia de la obra	
IMPLEMENTACIÓN		
- Adaptar sistemas provisionales de almacenamiento de agua lluvia con tapa (tanques prefabricados), que puedan ser reutilizados en futuras obras - Acondicionar sistemas de cierre automático en las mangueras - Destinar un sitio adecuado para el lavado de equipo, camiones y maquinaria, especialmente los que proveen el concreto (Véase numeral 5.2.1) - Implementar sistemas de lavado de llantas a la salida de la obra (Véase numeral 5.2.2) - Implementar sistemas de tratamiento de aguas residuales del proceso constructivo (Véase numeral 5.2.3) - Implementar sistemas de baños portátiles durante la ejecución de la obra con tratamiento a través de un gestor autorizado - Recircular las aguas dentro de las diferentes operaciones de limpieza de la obra (Véase numeral 5.2.4)		

En el sector construcción es necesario complementar algunas medidas de Producción Más Limpia, con procesos de tratamiento o sistemas de control (opciones de fin de proceso), que garanticen un manejo adecuado del recurso hídrico, las cuales corresponden a tecnologías que han demostrado ser viables desde el punto de vista económico, a la vez que beneficiosas, tanto para la empresa constructora, como para la obra en construcción y para el ambiente.

5.2.1 SITIO PARA EL LAVADO DE EQUIPOS Y MAQUINARIA

El sitio para lavado de equipos y maquinaria deberá estar localizado cerca a la salida de los vehículos y maquinaria del área de la obra para evitar el arrastre de materiales hacia la vía pública. El suelo deberá ser duro, preferiblemente en concreto, con pendiente de escurrimiento hacia un canal de recolección, que a su vez estará conectado al sistema de tratamiento de las aguas residuales del proceso constructivo, correspondiente a un sedimentador (Véase Figura 5.3). Las especificaciones de la bomba de presión y del canal de recolección, dependerán de la magnitud del proyecto y del volumen de aguas a manejar.

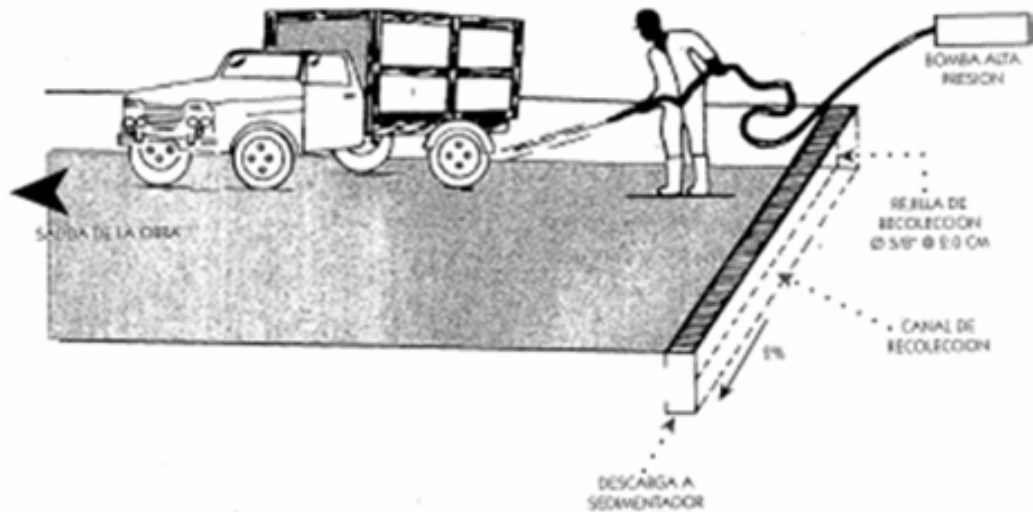


Figura 5.3. Sitio para el Lavado de Equipos y Maquinaria

La zona de lavado de equipos y maquinaria debe estar rodeada por un canal con el fin de recolectar allí toda el agua proveniente del lavado, actuando también como desarenador de sólidos gruesos; de dicho canal se conduce el agua al sedimentador. El canal debe construirse con dimensiones que permitan un adecuado mantenimiento y su acabado interno debe ser en impermeable; en la Figura 5.4 se muestra un diagrama del canal.

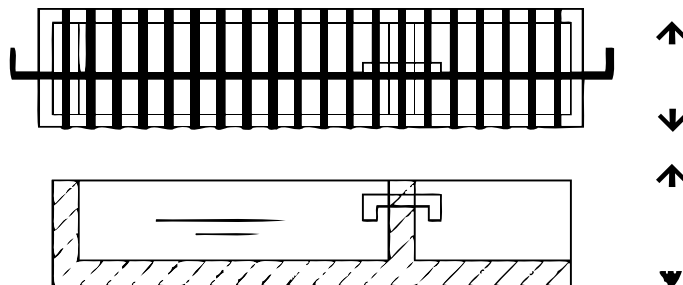


Figura 5.4. Canal Perimetral para la Recolección del Agua Residual del lavado de Equipos y maquinaria

5.2.2 SISTEMA DE LAVADO DE LLANTAS

Para el caso en que el sitio de lavado de equipos y maquinaria está alejado de los límites del área del proyecto (salida) es necesario adecuar un sistema de lavado de llantas, que evite el arrastre de material hacia la vía pública. Para esto se podrá construir un canal con rejilla que drene hacia el sistema de tratamiento de las aguas residuales del proceso constructivo, correspondiente a un sedimentador (véase Figura 5.5).

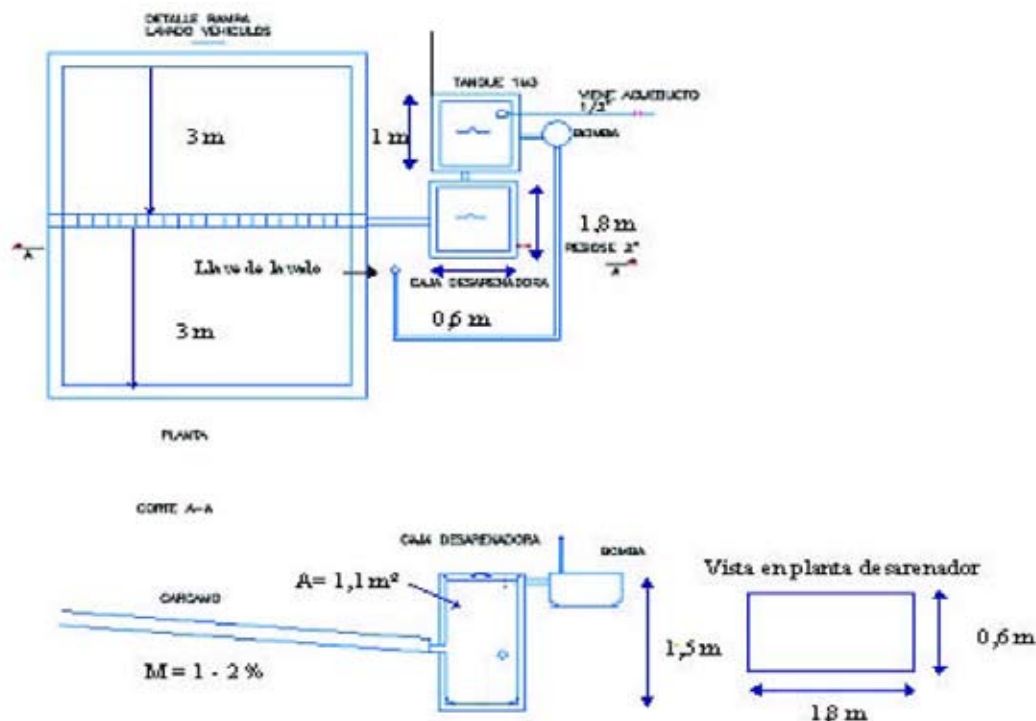


Figura 5.5. Sistema de Lavado de Llantas

5.2.3 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL PROCESO CONSTRUCTIVO

Es importante que las aguas residuales del proceso constructivo estén separadas de las aguas residuales domésticas (baños y/o comedor), lo que permitirá disponer de una estructura simple de tratamiento, correspondiente a un sedimentador. Dentro de los procedimientos de limpieza periódicos, se deberá incluir la remoción de material decantado en el canal y en el sedimentador, con el fin de garantizar la efectividad del tratamiento. Este material podrá disponerse conjuntamente con los residuos de construcción o como relleno dentro de la misma obra (Véase Figura 5.6).

Las arenas, gravas, tierra, etc. son removidas mediante desarenadores, usualmente gravitacionales o trampas de sedimentos o trampa de sólidos. La trampa de sedimentos cumple la función de retener en buena parte los sólidos en suspensión y los sedimentables presentes en el agua de lavado; dentro de su interior se construye una pantalla en concreto o mampostería para efectuar allí la retención. El cálculo del volumen de la trampa de sedimentos se efectúa teniendo en cuenta el caudal a tratar, la velocidad de sedimentación y el tiempo de retención recomendado, según la siguiente fórmula:

$$V = Q \times T$$

Donde:

- V = Volumen total de la trampa de sedimentos.
 Q = Caudal producido.
 T = Tiempo de retención. Se recomienda dos (2) horas.

El caudal de las aguas de escorrentía a su vez se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$Q = C \times I \times A$$

Donde:

- Q = Caudal de agua de escorrentía.
 C = Coeficiente de escorrentía. Depende del tipo de acabado de la superficie de las áreas afectadas.
 I = Intensidad de la lluvia.
 A = Área de las zonas afectadas.

La construcción de la trampa de sedimentos se hace en concreto o mampostería o puede ser prefabricada en polipileno.

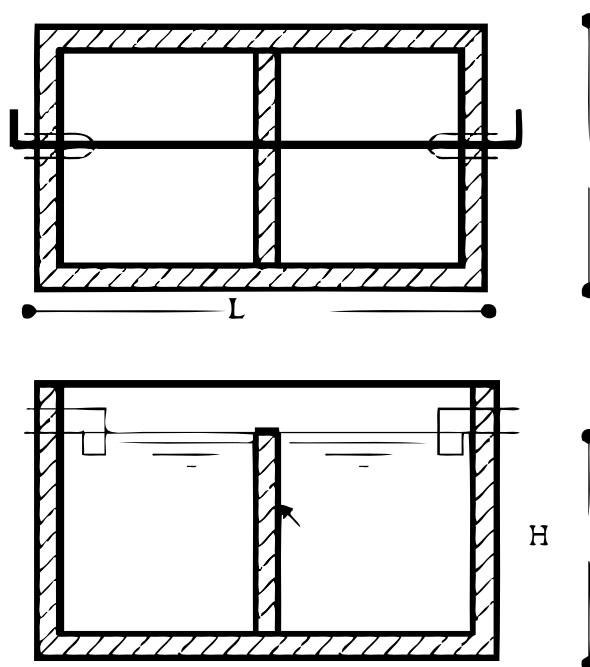


Figura 5.6. Sedimentador para el Tratamiento de las Aguas Residuales del Proceso Constructivo

En el Cuadro 5.1 se presenta una ayuda para establecer el dimensionamiento del sedimentador, de acuerdo al caudal de agua a tratar.

Cuadro 5.1. Dimensionamiento del Sedimentador

Rango de Caudales (L/s)	Volumen Del sedimentador (m3)	Dimensiones estimadas (m)		
		Profundidad (H)	Ancho (A)	Largo (L)
0 – 1 7	.2	1.50	1.65	3.00
1 - 2 1	4.4	1.75	2.15	3.85
2 – 3	21.6	2.00 2	.45	4.40
3 – 4	28.8	2.25	2.65 4	.80
4 – 5	36.0	2.50	2.85 5	.10
* Datos para coeficiente de escorrentía de 0.9 (concreto)				

Para el caso de que exista una alta probabilidad de contaminación de las aguas residuales, con residuos de comida, derrames de hidrocarburos u otras sustancias aceitosas, será necesario adecuar el sistema de tratamiento con una trampa de grasas que permita garantizar la retención de estas sustancias antes del vertido a la red de alcantarillado público (Véase Figura 5.7). Las dimensiones dependerán de la magnitud del proyecto y del volumen de aguas a tratar.

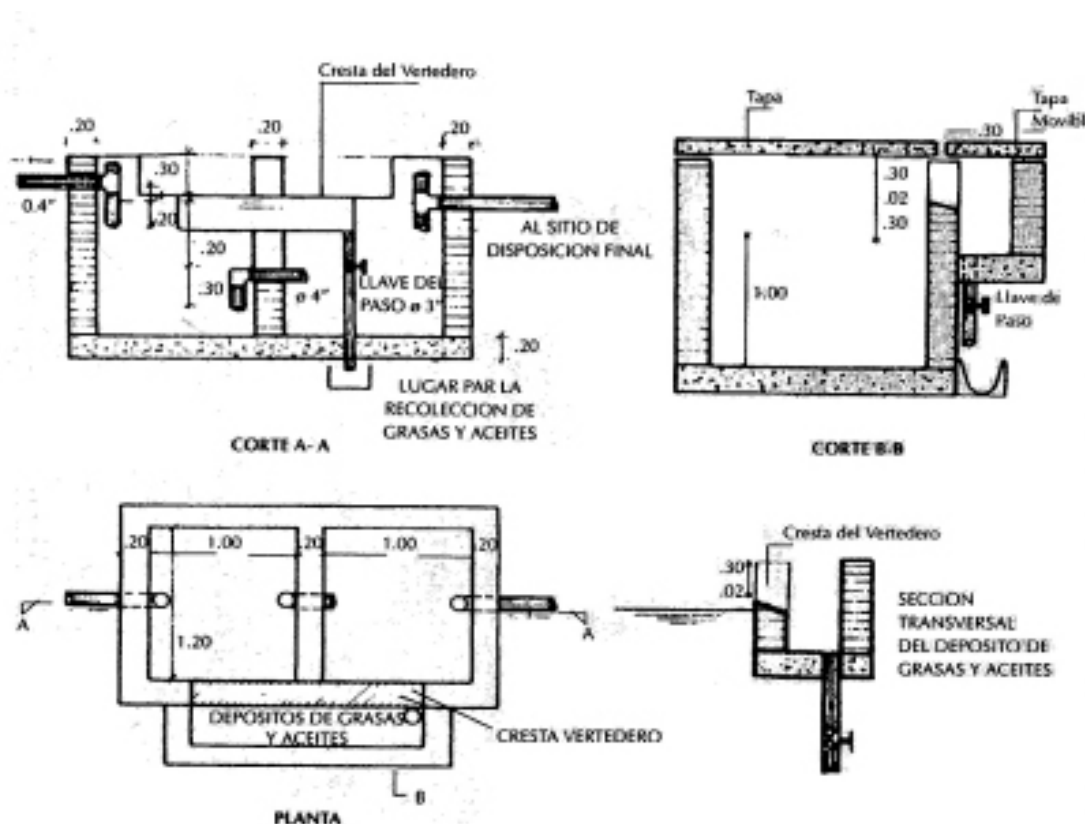


Figura 5.7. Trampa de Grasas como Alternativa de Tratamiento de las Aguas Residuales del Proceso Constructivo

5.2.4 SISTEMA DE RECIRCULACIÓN DE AGUA EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO

Teniendo en cuenta que la gran mayoría de aguas residuales del proceso constructivo corresponde a aquellas que han sido contaminadas con sedimentos, una vez tratadas podrán reutilizarse en las actividades de limpieza, remojo, pulido o corte, en las cuales se desea controlar las emisiones de material particulado (Véase Figura 5.8). Es importante tener en cuenta que las especificaciones del sistema dependerán de la magnitud de la obra y del área disponible para la implementación del mismo.

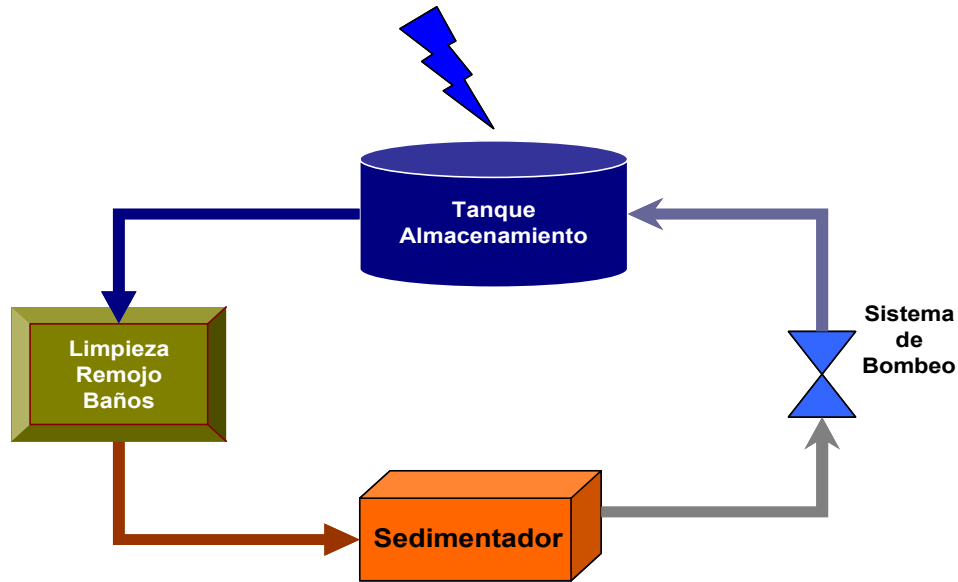


Figura 5.8. Sistema de Recirculación de Agua en el Proceso Constructivo

5.3 ENERGÍA

Dentro de la obra el consumo de energía está representado por el uso de la energía eléctrica para las áreas administrativas (iluminación, alimentación de electrodomésticos y aparatos electrónicos); uso de energía eléctrica en herramientas, equipos y maquinaria; y en el uso de combustibles en equipos y maquinaria. A pesar de que el horario de trabajo es diurno, se presentan circunstancias que obligan a desarrollar labores en horas nocturnas, lo que incrementa el consumo de energía. En el caso del uso de combustibles, se tiene una incidencia directa con la generación de emisiones atmosféricas, aspectos que son tratados en el numeral 5.5.

En todo el tiempo de ejecución de la obra se deberán tener en cuenta algunas consideraciones ambientales relevantes:

Usar Racionalmente la Energía: Modificar hábitos de consumo que favorezcan el ahorro de energía.

Promover el Uso de Energías Limpias: Diversificar las fuentes de energía, considerando fuentes renovables.

Incrementar la Eficiencia y Conservación Energética: Utilizar elementos, equipos y maquinaria que brinden mayor eficiencia energética y bajo consumo, sin desmejorar la calidad del servicio.

FICHA TECNICA 5
MEJORES PRACTICAS AMBIENTALES – RECURSO
ENERGETICO (MPA-RE)

OBJETIVO		
Adoptar Buenas Prácticas para el manejo racional del recurso energético, como estrategia para el ahorro de energía y reducción de las emisiones atmosféricas asociadas al consumo de combustibles.		
IMPACTOS A MANEJAR	TIPO DE MEDIDA	APLICACIÓN
- Contaminación del aire - Uso inadecuado de recursos no renovables	Correctiva y Preventiva	Toda la obra
BENEFICIOS		
Ambientales	Reducción del consumo de recursos naturales no renovables usados como fuente energética Reducción de las emisiones atmosféricas	
Económicos	Menores costos del servicio de energía. Menores costos de tratamiento de emisiones atmosféricas	
Empresariales	Mejora de la imagen de la empresa por la minimización de los impactos generados en el área de influencia de la obra	
IMPLEMENTACIÓN		
- Llevar registros del consumo de energía por cada etapa del proceso constructivo, así como del consumo de los diferentes combustibles - Aprovechar la luz natural - Adaptar los niveles de iluminación acorde a las áreas de trabajo - Implementar programas de mantenimiento preventivo y correctivo de conexiones eléctricas, equipos y maquinaria - Evitar fugas de los sistemas de aire comprimido - Instalar la puesta a tierra de protección - Implementar programas de inspección del sistema eléctrico provisional - Implementar sistemas de aislamiento adecuados de áreas equipadas con aire acondicionado, permaneciendo cerradas - Programar y optimizar el uso de los equipos y maquinaria - Realizar la limpieza periódica de luces y lámparas - Sensibilizar al personal sobre el ahorro de energía, mediante el apagado de luces y/o equipos que no se están usando		

FICHA TECNICA 6
MEJORES TECNICAS DISPONIBLES – RECURSO
ENERGETICO (MTD-RE)

OBJETIVO		
Adoptar alternativas tecnológicas mediante el uso de energías alternativas y/o reconversión a sistemas de mejor eficiencia energética.		
IMPACTOS A MANEJAR	TIPO DE MEDIDA	APLICACIÓN
▪ Uso ineficiente de recursos naturales no renovables ▪ Contaminación del aire	Preventiva y Correctiva	Toda la obra
BENEFICIOS		
Ambientales	Minimizar la contaminación ambiental y reducir el consumo de recursos naturales no renovables	
Económicos	Menores costos del servicio de energía y de operación de equipos	
IMPLEMENTACIÓN		
◆ Reemplazar las lámparas fluorescentes por incandescentes. ◆ Usar balastos electrónicos y reflectores de espejo en los sistemas de iluminación ◆ Instalar fotoceldas para control automático de luces internas y/o externas ◆ Reemplazar equipos de enfriamiento que utilicen refrigerantes que afecten la capa de ozono ◆ Reemplazar equipos por aquellos que funcionan con fuentes energéticas más limpias ◆ Utilizar equipos y maquinaria que presenten una mejor eficiencia energética		

5.4 RESIDUOS

La generación de residuos es uno de los impactos más relevantes del proceso constructivo, ya que se presenta en todas las operaciones unitarias del mismo; desde la preparación del terreno hasta el equipamiento y limpieza. Se producen residuos peligrosos y no peligrosos, los cuales deben ser manejados separadamente y dispuestos de forma adecuada.

En todo el tiempo de ejecución de la obra se deberán tener en cuenta las siguientes consideraciones ambientales, relacionadas con el manejo de los residuos:

Evitar y/o reducir la Generación de Residuos: Adecuando o sustituyendo los materiales de construcción, procedimientos constructivos y/o especificaciones técnicas de la obra.

Reutilizar o Reusar los Residuos: Ya sea dentro de la misma obra o en futuros proyectos.

Reciclar y Valorizar: Como forma de manejo, enfocada en convertir un residuo en un producto útil.

FICHA TECNICA 7
MEJORES PRACTICAS AMBIENTALES – RESIDUOS SÓLIDOS (MPA-RS)

OBJETIVO		
Adoptar Buenas Prácticas para la reducción de la generación de residuos y el manejo adecuado y valorización de los mismos.		
IMPACTOS A MANEJAR	TIPO DE MEDIDA	APLICACIÓN
▪ Contaminación del suelo ▪ Contaminación hídrica ▪ Olores ▪ Riesgos a la salud	Correctiva y Preventiva	Toda la obra
BENEFICIOS		
Ambientales	Reducción del volumen de residuos a disponer. Reducción de la demanda de recursos naturales. Minimización de impactos ambientales	
Económicos	Menores costos relacionados con el manejo de los residuos y generación de ingresos por la venta de residuos reutilizables y/o reciclables	
Empresariales	Mejora de la imagen de la empresa por la minimización de los impactos generados en el área de influencia de la obra	
Laborales	Mejores condiciones del área de trabajo	
IMPLEMENTACIÓN		
Llevar registros de la producción de residuos en cada etapa del proceso productivo y por tipo de residuo. Adoptar controles para reducir o evitar el volumen de material sobrante, así como la generación de desperdicios y material dañado Abrir adecuadamente los embalajes y empaques para reutilizarlos una vez estén desocupados Separar los residuos y acondicionar los sitios de almacenamiento debidamente rotulados (Véase numeral 5.4.1) No quemar o enterrar los residuos Utilizar lo residuos provenientes de la preparación del terreno y excavación en la obra o en otro sitio autorizado (Véase numeral 5.4.2)		

FICHA TECNICA 8
MEJORES TECNICAS DISPONIBLES – RESIDUOS SÓLIDOS (MTD-RS)

OBJETIVO		
Adoptar alternativas tecnológicas tendientes a evitar la generación de los residuos y adelantar el adecuado manejo, tratamiento y disposición final de los producidos.		
IMPACTOS A MANEJAR	TIPO DE MEDIDA	APLICACIÓN
▪ Contaminación del suelo ▪ Contaminación hídrica ▪ Olores ▪ Riesgos a la salud	Correctiva y Preventiva	Toda la obra
BENEFICIOS		
Ambientales	Reducción del volumen de residuos a disponer. Reducción de la demanda de recursos naturales. Minimización de impactos ambientales	
Económicos	Generación de ingresos por la venta de residuos reutilizables y/o reciclables	
Empresariales	Mejora de la imagen de la empresa por la minimización de los impactos generados en el área de influencia de la obra	
IMPLEMENTACIÓN		
Utilizar elementos prefabricados y adoptar el montaje en seco mediante uniones mecánicas Adoptar el criterio de desconstrucción, de tal forma que se puedan reutilizar los materiales una vez desmontados Reusar o reciclar los residuos de papel, cartón, madera, metal y vidrio, entre otros, ya sea transformándolos en la obra o a través de una empresa recicladora Disponer los residuos que no sean reusados o reciclados en rellenos sanitarios o plantas de incineración autorizadas		

5.4.1 SITIOS DE ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS

- * Se adecuará, dentro de la obra, un sitio de almacenamiento de residuos sólidos con su respectiva rotulación, que contará con capacidad adecuada para los volúmenes a manejar (Véase Figura 5.9).
- * En todo el proceso de manejo y disposición de los residuos sólidos, se tomarán las medidas de seguridad para la manipulación de residuos peligrosos, para prevención de la contaminación y para la protección de los trabajadores.
- * La disposición y manejo de volúmenes de residuos metálicos que puedan generar altos Niveles de Presión Sonora (NPS) en su área de influencia, deben realizarse en horas que no intervengan con las horas de descanso de la comunidad aledaña al área de la obra.
- * Con el propósito de evitar la contaminación de suelos y cuerpos de agua, no se dejarán residuos sólidos expuestos a la lluvia, sino bajo techo con protección lateral y aislamiento del piso.
- * El sitio de almacenamiento de los residuos sólidos se ubicará lo más alejado posible de los cursos de agua, si estos existen en las inmediaciones de la obra.
- * Los residuos sólidos, cuya dimensión impida su ubicación dentro del sitio de almacenamiento deberán cortarse a un tamaño adecuado, que permita su manejo en el transporte y disposición. El transporte deberá cumplir con lo señalado en el numeral 5.1.2.
- * Las baterías y demás implementos con materiales o residuos peligrosos, se deberán ubicar en un compartimento sobre piso de concreto, con canales perimetrales y trampa de recolección de vertimientos, de tal manera que se evite al máximo la infiltración de líquidos de las baterías hacia el suelo.

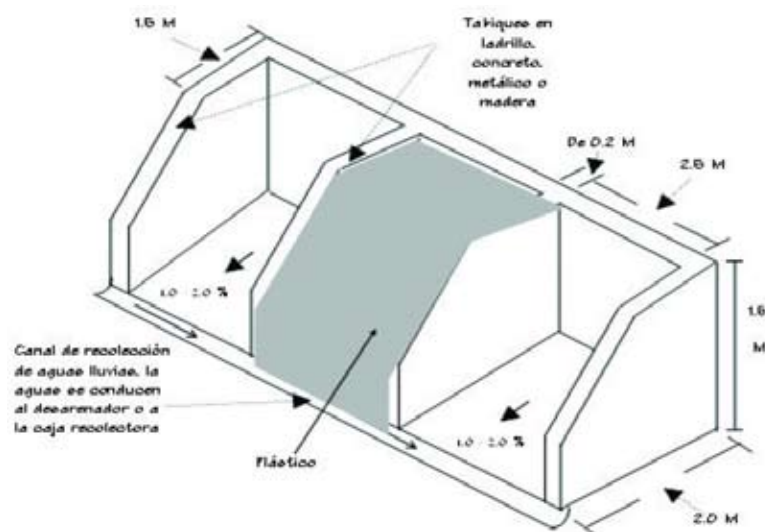


Figura 5.9. Sitio de Almacenamiento Temporal de Residuos Sólidos del Proceso Constructivo

En la Figura 5.10 se presenta un detalle de la forma como se pueden cargar los residuos sólidos de los pisos altos al camión para su transporte.

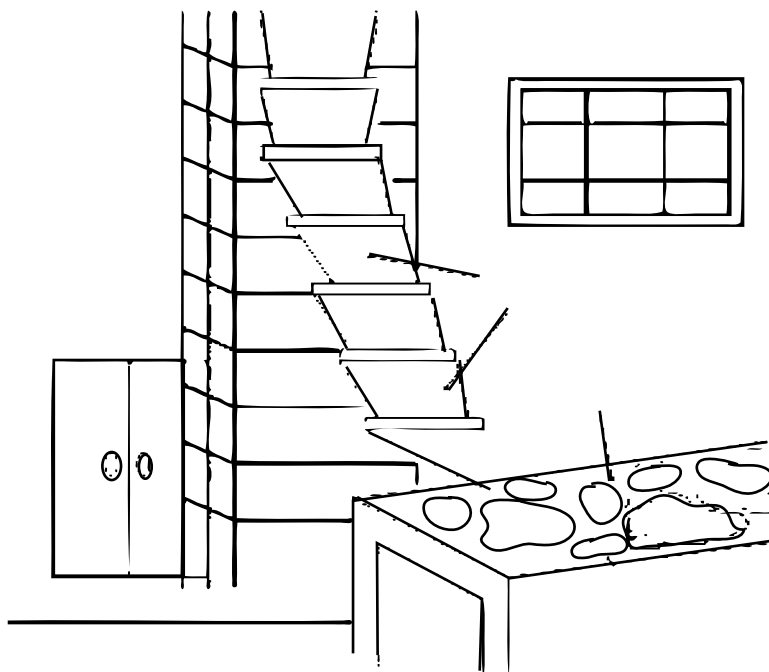


Figura 5.10. Bajante para el Cargue de Residuos Sólidos

5.4.2 MANEJO DEL MATERIAL VEGETAL Y DE EXCAVACIÓN

Para evitar que durante las labores de preparación del terreno y excavación, el material retirado (cobertura vegetal y tierra) se convierta en residuos, es necesario adoptar medidas de manejo que permitan garantizar el reuso de estos materiales; tales como:

- * Colocar el material orgánico en montículos, no mayores de 1.5 m de altura y sin compactarse. Los montículos deben ser cubiertos totalmente con material impermeable (lonas, plásticos u otros métodos adecuados) para evitar su pérdida, cuando el tiempo de almacenamiento sea superior a 2 semanas; de ser mayor a 2 meses, los montículos deben protegerse con vegetación, preferiblemente gramíneas.
- * Para el área destinada al apilamiento temporal debe considerarse lo siguiente:
 - Remoción del suelo vegetal
 - Limpiar el área de todos los materiales y residuos que ahí se encuentren
 - Reducir la inclinación de las pendientes, si es necesario, de manera que éstas se encuentren dentro de un rango de 2 a 5%
 - Apilar temporalmente el suelo orgánico fuera de las áreas de protección de las fuentes hídricas.
 - Colocar en sitios alejados por lo menos 25 m de cualquier otro cuerpo de agua.
- * Utilizar el suelo orgánico removido en labores de revegetación, mejoramiento paisajístico, para estabilización y revegetación de taludes, riberas, cortes y zonas verdes, mejorar el paisaje o para mantener el crecimiento de la vegetación y controlar la erosión.

- * Solo se hará uso del área de terreno estrictamente necesario para el desarrollo de las obras del proyecto.
- * Cuando el material removido durante las excavaciones se coloque al lado de la misma y deba ser utilizado nuevamente para su relleno, deberá ser protegido de la erosión eólica o pluvial, con el fin de prevenir la contaminación.
- * Los materiales provenientes de excavaciones o cortes que puedan reutilizarse, se destinarán para rellenos o nivelaciones o como material de construcción para las obras proyectadas.
- * Los materiales sobrantes procedentes de las excavaciones y que no sean utilizables deberá ser llevados a los sitios de disposición final autorizados
- * No deben descargarse residuos de aceites, contenedores vacíos de hidrocarburos, entre otros, en el suelo, cuerpos de agua o red de alcantarillado. Los hidrocarburos recuperados podrán ser regenerados o reutilizados en otras actividades que no dañen el ambiente, o entregados a un centro de. Además, se debe llevar un registro de las cantidades entregadas y el nombre del que lo recupera.

5.5 AIRE

La actividad de la construcción es una fuente importante de contaminación atmosférica, especialmente de material particulado, ruido y vibraciones. De sus actividades tales como la demolición, el transporte de escombros y áridos, y la mezclas de materiales como cemento y arena se genera muchas de las emisiones que colaboran en la contaminación del aire. En cuanto al ruido y las vibraciones, las fuentes principales de generación están asociadas a las actividades de pilotaje, excavación en roca, movimiento de la maquinaria y transporte de los materiales de construcción.

Para mitigar muchos de las causas que alteran la calidad del aire en el área de influencia directa de la obra, es preciso tener en cuenta las siguientes consideraciones ambientales:

Evitar y/o Minimizar la Generación de Emisiones Atmosféricas, Ruido y Vibraciones: Sustituyendo operaciones o considerando alternativas que permitan eliminar las fuentes de generación de emisiones, ruido y vibraciones durante el proceso constructivo.

Controlar la Emisión de Gases, Partículas, Ruido y Vibraciones: Mediante la implementación de sistemas de control de la contaminación atmosférica, ya sea en la fuente generadora o evitando su transmisión fuera del área de la obra.

Vale la pena mencionar que algunas de las acciones relacionadas con las materias primas y residuos, pueden generar beneficios asociados con el componente aire.

FICHA TECNICA 9
MEJORES PRACTICAS AMBIENTALES – EMISIONES ATMOSFERICAS
(MPA- EA)

OBJETIVO		
Adoptar Buenas Prácticas para la reducción de la generación de emisiones atmosféricas, ruido y vibraciones.		
IMPACTOS A MANEJAR	TIPO DE MEDIDA	APLICACIÓN
▪ Contaminación del aire ▪ Olores, Ruido y Vibraciones ▪ Riesgos a la salud	Correctiva y Preventiva	Toda la obra
BENEFICIOS		
Ambientales	Mejora de la calidad del aire en el área de influencia del proyecto. Reducción de la emisión de Gases Efecto Invernadero	
Económicos	Menores costos relacionados con daños en la maquinaria y equipos, así como en el consumo de combustibles	
Empresariales	Mejora de la imagen de la empresa por la minimización de los impactos generados en el área de influencia de la obra	
Laborales	Mejores condiciones del área de trabajo	
IMPLEMENTACIÓN		
◆ Realizar monitores de ruido que permitan adoptar acciones inmediatas ◆ Conservar las barreras vivas existentes en el área de la obra, mientras no sea necesario removerlas ◆ Humedecer las áreas antes de proceder al barrido, pulido o corte ◆ Ubicar adecuadamente la maquinaria para evitar molestias a la comunidad aledaña ◆ Realizar el mantenimiento preventivo a los equipos y maquinaria ◆ Programar la operación de tal forma que su uso sea el estrictamente necesario ◆ Programar las actividades más ruidosas para las horas pico del día y por lapsos de tiempo cortos ◆ Capacitar a los trabajadores en el uso adecuado de equipos, maquinaria y elementos de seguridad		

FICHA TECNICA 10
MEJORES TECNICAS DISPONIBLES – EMISIONES ATMOSFERICAS
(MTD-EA)

OBJETIVO		
Adoptar alternativas tecnológicas tendientes a evitar y/o reducir la generación de emisiones atmosféricas, ruido y vibraciones, así como controlar aquellas que no puedan evitarse.		
IMPACTOS A MANEJAR	TIPO DE MEDIDA	APLICACIÓN
- Contaminación del aire - Olores, Ruido y Vibraciones - Riesgos a la salud	Correctiva y Preventiva	Toda la obra
BENEFICIOS		
Ambientales	Mejora de la calidad del aire en el área de influencia del proyecto Reducción de la emisión de Gases Efecto Invernadero	
Económicos	Menores costos relacionados con daños en la maquinaria y equipos, así como en el consumo de combustibles	
Empresariales	Mejora de la imagen de la empresa por la minimización de los impactos generados en el área de influencia de la obra	
IMPLEMENTACIÓN		
- Utilizar elementos prefabricados y adoptar el montaje en seco mediante uniones mecánicas - Instalar mallas o pantallas para la retención del material particulado y/o ruido - Reemplazar equipos por otros menos ruidosos que prestan el mismo servicio - Renovar los equipos y maquinaria por modelos recientes - Implementar sistemas de control de la contaminación atmosférica, así como silenciadores - Usar pinturas y tintas con componentes naturales, evitando las basadas en disolventes y sustituyéndolas por otras a base de agua - Aislar los equipos ruidosos con estructuras temporales, sin alterar las recomendaciones del fabricante		

5.6 SUELO

Para este componente no se han diseñado fichas técnicas, dado que gran parte de las acciones implementadas en los otros componentes, tienen algún grado de ingerencia en la conservación del recurso suelo.

Sin embargo, existen dos aspectos que no se han tratado anteriormente que vale la pena mencionar.

5.6.1 ÁREA AFECTADA POR LA OBRA

Aunque la parte del dimensionamiento y ocupación del terreno está limitado por el permiso de construcción y los diseños, es evidente que en muchos casos se pueden adoptar Mejores Prácticas Ambientales para el Recurso Suelo (MPA – RS), relacionadas con:

- * Retirar la cobertura vegetal del área que será afectada por la obra, tratando de mantener las condiciones naturales del resto de terreno que no será afectado.
- * Proteger las fuentes de agua superficiales
- * Minimizar las alteraciones de la capacidad de infiltración y condiciones de drenaje de los suelos
- * Al finalizar la obra proteger el suelo descubierto con cobertura vegetal para evitar la erosión y deslave del terreno. Así mismo, reforestar con diferentes especies nativas del área.
- * Es conveniente que las piezas de encofrado o metálicas no reposen demasiado tiempo directamente sobre el suelo para evitar una posible contaminación del terreno por sulfatos, silicatos, etc. En este sentido, se recomienda la colocación de estos elementos sobre palets o piezas de madera, impidiendo de esta manera su contacto directo con el suelo.

5.6.2 MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA PESADA

El mantenimiento de la maquinaria pesada utilizada en la obra, así como la carga de combustible, cambio de aceite y lubricantes, se debe realizar prioritariamente en los talleres mecánicos o estaciones gasolineras más cercanas al sitio del proyecto

De no ser posible, las actividades de mantenimiento se deben realizar en un área impermeabilizada, cerca al área de trabajo, que no altere el equilibrio ecológico de la zona designada para este efecto.

- * En zona urbanizada, sólo se deberán realizar las reparaciones menores, el mantenimiento rutinario y la carga de combustible.
- * Equipar el sitio de mantenimiento con materiales absorbentes, así como recipientes impermeabilizados, adecuadamente identificados y destinados para recibir los residuos de hidrocarburos y aceites

- * El almacenamiento temporal de combustibles, en ningún momento, deberá estar directamente sobre el suelo, sino que se debe elevar sobre una estructura metálica u otra, y con dispositivos para recolectar o absorber los pequeños derrames que se producen en el trasiego de este tipo de materiales (por ejemplo, aserrín, arena o virutas de madera en los alrededores del sitio).
- * Para la carga de combustible, o de otras sustancias, se puede contar con recipientes y equipo básico portátil que permita retener y contener cualquier tipo de goteo o derrame accidental, de manera que se evite, en la medida de lo posible, que pueda hacer contacto con el suelo
- * La carga de combustible sólo se debe dar a la maquinaria pesada que así lo requiera, de forma que las unidades de más fácil movilización carguen combustible y reciban mantenimiento fuera del área de la obra.
- * En caso de derrame accidental, se pueden aplicar diversos métodos de confinamiento. Para controlar el problema primeramente se debe :
 - Identificar las posibles vías de propagación de contaminantes en el ambiente, con el fin de asegurar que se realice una intervención eficiente en los lugares estratégicos identificados.
 - Considerar el riesgo de un esparcimiento superficial, la infiltración en el suelo, la penetración en la red de drenaje
 - Enseguida se deben tomar las medidas necesarias para limitar rápidamente la extensión de los daños.
 - Si ocurre en el suelo, se tomarán las siguientes medidas:
 - Excavar pozos o trincheras
 - Construir diques de retención alrededor de los contaminantes
 - Utilizar absorbentes
 - El material absorbente utilizado para recuperar los contaminantes debe ser dispuesto adecuadamente con los demás residuos peligrosos de la obra.

6. ESTUDIOS DE CASO

Con el fin de aplicar la metodología descrita en el capítulo 4 y establecer las opciones de Producción Más Limpia, se seleccionaron tres (3) obras de edificación localizadas en la ciudad de Panamá, con avances diferentes para lograr diagnosticar la mayor parte del proceso constructivo.

Como metodología de trabajo para el diagnóstico se aplicaron los Instrumentos de Trabajo desarrollados (véase Anexo B) durante visitas de campo a las obras de construcción. La recopilación de la información se obtuvo mediante entrevistas con el responsable del proyecto en cuestión (Ingeniero Residente y otro personal designado), recorridos por los predios de la edificación e información respecto a lo solicitado, entregado por el responsable del proyecto.

Realizado el diagnóstico, se han identificado las posibles oportunidades de Producción Más Limpia, las acciones que podrían implementarse para mitigar los impactos ambientales, así como una priorización de las opciones de mayor factibilidad de implantación, a partir de una evaluación técnico económica y ambiental.

6.1 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LAS OBRAS VISITADAS

6.1.1 OBJETIVOS DEL DIAGNÓSTICO

Mediante el Instrumento del Trabajo IT-01, se identificaron los objetivos del diagnóstico ambiental, correspondiente a la primera fase de Planeación y Organización. Ya que el Diagnóstico Ambiental de las obras visitadas para efectos de esta Guía de Producción Más Limpia fue parte del desarrollo de la misma, los objetivos definidos difieren de los que se puedan establecer en el caso de que una empresa constructora quiera implementar Producción Más Limpia en sus actividades de construcción.

6.1.2 INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA CONSTRUCTORA Y DE LOS PROYECTOS EN CONSTRUCCIÓN

Mediante los Instrumentos de Trabajo IT-02, IT-03 y IT-04 se han recolectado datos generales respecto a la empresa constructora, los proyectos en construcción y el recurso laboral asignado a las obras. Este paso corresponde al Paso 4 de la Fase II “Diagnóstico del Desempeño Ambiental”. La información recopilada está relacionada con el área de construcción, área de tránsito, área verde y área total del predio; hay que tomar en cuenta que se refiere a la superficie ocupada en tierra (“footprint”), mientras que las áreas de campamento temporal, área de almacenamiento de materias primas e insumos y el área de almacenamiento de residuos son áreas totales que ocupan varios pisos de la obra en construcción. De las fichas diligenciadas para el recurso laboral asignado a la obra, se puede concluir que las etapas de Estructura y de Acabados requieren el mayor número de obreros en una obra de Edificación.

6.1.3 RECOPIRAR Y CALCULAR LOS DATOS CUALITATIVOS Y/O CUANTITATIVOS DEL PROCESO CONSTRUCTIVO

Mediante los Instrumentos de Trabajo IT-05 y IT-06 se recopiló la información disponible en

cuanto a los materiales e insumos utilizados y su almacenamiento, durante las varias etapas del proceso de construcción. Con los Instrumentos de Trabajo IT-07 hasta IT-15 se recopilaron los datos sobre la maquinaria y los equipos utilizados, su mantenimiento, el consumo de agua potable, combustibles y energía eléctrica, así como la generación de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos, aguas residuales, emisiones atmosféricas, ruido y vibraciones.

Este paso, uno de los más importantes, corresponde al paso 6 del diagnóstico ambiental. La disponibilidad de información y la aplicación del principio “Medir es Saber” es de suma importancia durante esta fase. La disponibilidad y la calidad de datos son esenciales para poder recomendar medidas específicas, de implementación de Producción más Limpia, como son la sustitución de materias primas, eficiencia en el consumo, la prevención o minimización de la contaminación, la implantación de buenas prácticas de operación o ingeniería en su manejo y conservación de los recursos naturales.

■ **MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN E INSUMOS**

En términos generales, la información disponible sobre las materias primas e insumos de las etapas desarrolladas directamente por la empresa constructora es completa y de buena calidad. Por ejemplo las cantidades de materias primas e insumos para las etapas de cimentación, estructura, pisos y muros o paredes y ciertos acabados se conocen en detalle, ya que han sido presupuestadas según el diseño de la obra. Sin embargo, se puede concluir que el dato recopilado en sí no tiene mucha significancia, ya que depende en gran medida del diseño mismo de la obra. Es decir, la cantidad de materiales, insumos, equipos y residuos, depende en gran medida del tipo de edificación (superficie por apartamento, # de recamaras por apartamento, # de baños por apartamento, # de pent-houses por edificio, nivel de lujo de los acabados, # de áreas sociales y su equipamiento, entre otros), y su ubicación (terreno nivelado o inclinado, áreas verdes y/o áreas sociales al aire libre, centro ciudad o ciudad jardín, entre otros). Por tal razón se deben establecer valores estándares de consumo de materiales para la actividad específica. Por ejemplo, la cantidad de bloques y volumen de mortero por metro cuadrado de superficie de una pared, ya sea de cemento o de arcilla. Y a su vez, la cantidad de cemento, arena y agua para un metro cúbico de mortero dependiendo de la proporción a utilizar. Estos datos específicos se conocen y se usan ampliamente en el sector construcción. Un ejemplo se muestra en el cuadro 6.1.

Cuadro 6.1 Cantidad de Materiales por M3 de Mortero

PROPORCIÓN	CEMENTO (SACO DE 42.5 KG)	ARENA	AGUA
1 : 1	22.4	0.68	270
1 : 2	14.6	0.88	265
1 : 3	10.7	0.98	260
1 : 4	8.5	1.03	260
1 : 5	7.1	1.07	255
1 : 6	6.0	1.10	255

Así mismo, se conocen las cantidades de concreto y acero por metro cuadro (m2) de losa o metro cúbico (m3) de columna o viga dependiendo de la resistencia requerida, entre otros datos específicos.

Lo importante de resaltar aquí es que las cantidades de materia prima e insumos requeridos dependen de la calidad y exigencias de la obra y no se puede ahorrar en las cantidades de materias primas utilizadas ya que esto perjudicaría la calidad de la obra.

Sin embargo, sí existen desperdicios en la utilización de los materiales e insumos. Las empresas constructoras en Panamá manejan porcentajes estándares de desperdicios dependiendo del material para poder contabilizar las cantidades a adquirir. A continuación se muestra en el cuadro 6.2 algunos valores normalmente utilizados.

Cuadro 6.2 Porcentajes de Desperdicios para Varios Materiales y su Aplicación

MATERIAL	APLICACIÓN	DESPERDICIO (%)
Bloques de Arcilla	Muros rellenos	8
	Paredes	10
	Losas	9
Bloques de Cemento	Muros rellenos	6
	Paredes	7
	Losas	7
Bloques Ornamentales	Muros y Paredes	12
Mezcla	Bloques de Arcilla rellenos	11
	Bloques de Cemento rellenos	11
Mortero	Colocación de Bloques de Arcilla	16
	Colocación de Bloques de Cemento	16
	Repello de Paredes	16
	Repello de Cielorrasos	21
	Colocación de Baldosas	9
	Colocación de Base de Baldosas	6
Baldosas	Pisos	3
Azulejos y Cerámica	Paredes	4
Base de Baldosas	Pisos	3
Concreto	Premezclado en Fundaciones	6
	Premezclado en Columnas	8
	Premezclado en Vigas y Losas	5
	Mezclado en Obra	11
Acero	Refuerzo	8
Clavos	Alambre	22
	Acero	6

Se nota en el cuadro anterior que existen desperdicios considerables en la utilización de las materias primas, lo que genera un alto volumen de residuos que se podría disminuir en la medida que se logre minimizar estos desperdicios, lo que a su vez se reflejará en los costos de construcción.

Los datos respecto a los trabajos subcontratados, como son las instalaciones eléctricas y instalaciones sanitarias, y ciertos trabajos de acabados (ventanas, puertas y muebles de closets

y de cocina) y pintura y limpieza, no se han podido recopilar a través de la empresa constructora, ya que los subcontratistas se encargan de todo el proceso desde el suministro de materias primas e insumos hasta la disposición de los residuos generados.

■ **ALMACENAMIENTO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN E INSUMOS**

En cuanto al almacenamiento de materiales de construcción e insumos, solamente se han mencionado los insumos que requieren de un almacenamiento especial y adecuado según las normas aplicables. Este es el caso de los combustibles (diesel) y otras sustancias químicas como son el desencofrante, curador de concreto, impermeabilizante, antisol y pinturas, para mencionar los insumos encontrados durante el recorrido por las obras. En términos generales, el almacenamiento cumple con lo normado, sin embargo las condiciones de almacenamiento se pueden mejorar en la obra.

■ **MAQUINARIA Y EQUIPO DISPONIBLE EN LA OBRA**

En las obras visitadas la maquinaria utilizada es alquilada o la obra que realiza es subcontratada. Esto es más usual para los equipos pesados. En estos casos el subcontratista se encarga del suministro de mano de obra y combustible requerido para la operación de estos equipos. La información recopilada se trata mayormente de los datos de consumo de combustible y las horas de trabajo, aspectos importantes para el impacto ambiental que genera el uso de estas maquinas. De muchos otros equipos, mayormente equipos eléctricos, que pertenecen a la empresa constructora no fue posible recopilar sus especificaciones por falta de su placa de información.

■ **MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO EN LA OBRA**

El mantenimiento de los equipos alquilados o de los subcontratistas no se lleva a cabo en la obra, sino luego de su contratación en el taller del contratista. Solamente en el caso de algunas reparaciones pequeñas en caso de daños y actividades como engrase, éstas se realizan en la obra por parte de los subcontratistas, que se encargan de disponer los residuos generados. Para estos equipos no se han registrado datos. Solamente en el caso de la compactadora, que pertenece a la empresa constructora, se han recopilado los datos de mantenimiento ejecutados en la obra.

■ **CONSUMO DE AGUA**

El consumo de agua potable durante las diferentes etapas fue recopilado en términos de facturación por parte del abastecedor, que en todos los proyectos es el IDAAN. En los proyectos visitados no existe un registro específico del consumo por volumen o cantidad consumido del agua de proceso por etapa, sin embargo se puede concluir que las etapas de cimentación, estructura y pisos y muros consumen la mayor cantidad de agua de proceso, ya sea por la frecuente limpieza de las áreas o por la preparación de mezcla de mortero. Por otro lado existe un consumo de agua para el aseo personal, aunque es costumbre en las obras que el personal utilice baños portátiles, los cuales no requieren el suministro de agua.

■ **CONSUMO DE COMBUSTIBLES**

La maquinaria pesada es la mayor fuente de consumo de combustibles como el diesel. Mayormente equipos como la bomba de concreto (25 Gal/hora) y las retroexcavadoras, palas y martillos (7 – 10 Gal/hora), son los principales consumidores. El suministro del combustible a estas maquinas está a cargo de los subcontratistas, quienes lo cargan mediante una bomba manual desde tanques de combustible. Los demás equipos, son pequeños consumidores (1 – 3 Gal/hora) y se abastecen manualmente desde los tanques de 55 Gal de combustible en obra. No existe un registro del consumo de combustible por etapa o actividad.

■ **CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

No se registra el consumo eléctrico total en términos de kWh activa y reactiva, solamente en términos de costos. Los principales equipos consumidores de energía eléctrica en el proceso de construcción son las grúas eléctricas y elevadores; además se pueden mencionar los equipos eléctricos pequeños como vibradores de concreto, equipos de corte y de doblado e iluminación. En cuanto a la iluminación no se observó una aplicación total de lámparas fluorescentes.

■ **GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS**

La mayor generación de residuos sólidos se observó durante la etapa de movimiento de tierra donde se excavaron 1500 m³ de material rocoso. Sin embargo, este material es manejado por el subcontratista que lo vende como material de relleno a proyectos que lo requieren. Otro residuo de gran volumen es el caliche, que se genera durante las etapas de pisos y muros y acabados. Dependiendo de la composición del mismo y la presencia de proyectos que pueden utilizarlo en el momento de su generación, este residuo tiene un uso útil como material de relleno o bien se deposita en el vertedero. Otros residuos que generalmente se depositan en el vertedero son maderas, aceros, metales, cortes de tubos de PVC y cables eléctricos, plásticos y cajas de empaque. Se observó la buena práctica de reutilizar el residuo de cortes de mármol y porcelanato en otros proyectos, hecho que se da por los altos costos de adquisición del mismo. El manejo de los residuos mencionados es por parte de la empresa constructora o por el subcontratista. La basura general generada, como son los desechos domésticos generados por el personal presente en la obra, generalmente es recolectada en bolsas grises de basura y, mediante el servicio de recolección del municipio, depositado en el vertedero.

■ **GENERACIÓN DE AGUAS RESIDUALES**

La actividad de construcción genera muy pocas aguas residuales, ya que no se utiliza mucha agua de proceso. Mayormente las aguas residuales provienen de actividades como la limpieza de los equipos y/o la obra y son descargadas directamente al alcantarillado pluvial, sin ningún tratamiento. A veces esta práctica resulta en una descarga de sedimentos directamente a la vía pública, causando contaminación y molestias al público en general. No se registran los volúmenes descargados ni mucho menos la composición de las aguas descargadas. Aguas negras provenientes de los baños, duchas y servicios son descargadas a tanques sépticos, los cuales son limpiados y mantenidos por empresas autorizadas. Al final del proceso constructivo, una vez se tienen contruidos baños del proyecto, con sus respectivas instalaciones hidráulicas y sanitarias, se adecuan algunos de éstos para el uso de los trabajadores; cuyas aguas se vierten directamente al alcantarillado público.

■ **GENERACIÓN DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS**

La generación de emisiones a la atmósfera proviene por las actividades de los equipos que utilizan diesel como combustible (gases de combustión), el movimiento de tierra durante la estación seca (generación de polvo), pulidoras y lijadoras durante la etapa de acabados (polvo) y la aplicación de pinturas y/o otros productos químicos que contienen solventes (contaminantes orgánicos volátiles). No se están realizando mediciones de las emisiones generadas, por tratarse de una actividad al aire libre. Sin embargo, se estima que la mayor contaminación atmosférica, se genera por los camiones de carga y equipos sin un mantenimiento frecuente y adecuado, lo que resulta en una contaminación de partículas (hollín). En el caso de pinturas se puede mencionar que la mayoría de ellas son en base acuosa, por lo que se genera pocos contaminantes orgánicos volátiles.

■ **GENERACIÓN DE RUIDO Y VIBRACIONES**

La actividad que genera el mayor nivel de ruido y vibraciones son el movimiento de tierra, durante el uso del pala/martillo, para desprender el material rocoso. Igual otros equipos que tienen un motor de combustión, como el compresor de aire, generador de soldadura, la bomba de concreto, los camiones y retroexcavadoras generan un nivel de ruido alto y generan vibraciones para los operarios. No se midieron los niveles de ruido laboral, ni ambiental generados durante las diversas actividades de construcción. Cabe resaltar, que se ha observado el uso de los equipos de protección personal por parte de los operarios.

6.1.4 ESTADO ACTUAL DE LA IMPLEMENTACIÓN DE BUENAS PRACTICAS DE OPERACIÓN, CUMPLIMIENTO LEGAL AMBIENTAL Y CONDICIONES DE SALUD OCUPACIONAL Y SEGURIDAD INDUSTRIAL

Para conocer el estado actual de la implementación de medidas de buenas prácticas de operación, salud ocupacional y seguridad industrial entre otros se han aplicado los instrumentos de trabajo IT – 17 hasta IT – 20.

■ **EVALUACIÓN BUENAS PRÁCTICAS DE OPERACIÓN**

A través de la lista de chequeo IT-17 para la evaluación de buenas prácticas de operación en el proceso de construcción se ha recopilado la información respecto al control de los procesos constructivos, control de maquinaria y equipos, control de materiales de construcción e insumos, control de calidad de las obras, control de los costos de construcción y el sistema de gestión ambiental. Cada pregunta de chequeo puede ser implementada de manera total (20 puntos), sustancial (10 puntos), parcial (5 puntos) o no implementada (0 puntos). El puntaje obtenido por la empresa diagnosticada es de 520 puntos ante un máximo puntaje de 940 puntos, lo que representa un porcentaje de 55% de aplicación de buenas prácticas de operación, lo cual es razonable. Sin embargo, quedan suficientes posibilidades de mejorar la implementación de las mismas.

■ **EVALUACIÓN DE LAS MEDIDAS DE IMPLEMENTACIÓN PARA EL CUMPLIMIENTO LEGAL AMBIENTAL**

Mediante la lista de chequeo IT-18 se ha recopilado información sobre la implementación de medidas respecto al cumplimiento ambiental de la ubicación de la obra, Agua, Aire, Suelo y la implementación de las medidas de ahorro energético y eficiencia energética. El puntaje obte-

nido por la empresa diagnosticada es de 605 puntos ante un máximo puntaje de 1040 puntos, lo que representa un porcentaje de 58% de aplicación de medidas de cumplimiento ambiental y ahorro energético, lo cual es razonable. Sin embargo, quedan suficientes posibilidades de mejorar la implementación de las mismas.

■ ***EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES DE SALUD OCUPACIONAL EN TÉRMINOS DEL NIVEL DE RIESGO***

Mediante el Instrumento de Trabajo IT-19 se ha evaluado el nivel de riesgo, aplicando la metodología descrita en el paso 9 y resumida en los cuadros 4.3 y 4.4. El nivel de riesgo varía entre trivial y tolerable.

■ ***EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD INDUSTRIAL***

Mediante el Instrumento de Trabajo IT-20, se ha realizado una evaluación corta y sencilla sobre las condiciones de trabajo. La condición evaluada puede obtener las calificaciones buena (20 puntos), regular (10 puntos) y mala (0 puntos). De las 20 condiciones evaluadas, 3 condiciones no aplican lo que resulta en un puntaje máximo de 340 puntos. La empresa diagnosticada obtuvo 260 puntos, lo que representa un porcentaje de 76%, lo cual es bueno.

6.2 IDENTIFICACIÓN Y FORMULACIÓN DE OPORTUNIDADES DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN LAS OBRAS VISITADAS

Luego de haber diagnosticado la empresa constructora, se procede con la aplicación del Instrumento de Trabajo IT-21, en lo cual se puede identificar y formular posibles oportunidades de Producción más Limpia. En el cuadro 6.3 se mencionan las oportunidades de P+L seleccionadas.

Cuadro 6.3. Identificación y Formulación de Posibles Oportunidades de P+L en las Obras Diagnosticadas

ASPECTO	TIPO DE HERRAMIENTA DE P+L				OPORTUNIDADES DE P+L		OPCIONES DE FIN DE PROCESO
	1	2	3	4	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	
Manejo de materiales de construcción e insumos	X				BPO	Adecuar el sitio de almacenamiento de las sustancias químicas líquidas, como son diesel, desencofrante, curador, impermeabilizante, antisol.	
	X				CT	Reemplazar el repello de cielorraso y paredes con la aplicación de acabados de manera mecánica	
	X				CT	Reemplazar el bloqueo de paredes internas con la aplicación de paredes prefabricadas	
					BPO	Sistema de registro de las cantidades de todos los materiales e insumos, incluyendo los subcontratados, y los residuos generados durante las diversas actividades.	
Consumo de agua		X				Destinar un sitio adecuado para el lavado de equipo, camiones y maquinaria, especialmente los que proveen el concreto,	Implementación de un tanque de sedimentación para las partículas de las aguas residuales generadas por la limpieza
		X				Estandarizar y programar las actividades de limpieza, implementando la limpieza en seco	
Generación de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos				X	BPO	Implementar programas de separación, reutilización y reciclaje de caliche, madera, PVC, metales, cerámicas, cables eléctricos y cartón	
Generación de emisiones atmosféricas	X				BPO	Implementar un programa de mantenimiento preventivo con la medición periódica de las emisiones atmosféricas generadas por los camiones y el equipo pesado en conjunto son las subcontratistas	Implementación de filtros de hollín para los camiones y el equipo pesado
Generación de ruido y vibraciones	X				BPO	Implementar un programa de medición de la exposición al ruido laboral por parte del personal de campo	Implementación de equipos de protección personal para el personal afectado durante las etapas con mayor exposición al ruido
Condiciones de Buenas Prácticas de Operación	X				BPO	Implementación de un Sistema de Gestión Ambiental a nivel de toda la empresa	

1. Minimización de la generación, 2. Reducción en origen, 3. Reutilización o reuso en el proceso constructivo, 4. Reciclaje y Valorización.

Categorías de Opciones de P+L:

BPO (Buenas Prácticas de Operación)
OP (Optimización de Proceso Constructivo)
CT (Cambios Tecnológicos)

7. MICRO Y ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Complementario a la actividad del sector construcción se desarrollan otras actividades productivas y de servicios, que de igual forma generan riesgos a la salud e impactos ambientales que deben ser manejados y controlados. Entre estas actividades complementarias, que pueden presentarse a nivel micro y de subsistencia se tienen:

- Aserrío de madera
- Transformación de madera especialmente en muebles de cocina, baños y closet (carpintería)
- Industria ladrillo
- Industria metalmecánica (carpintería metálica)

A continuación se describen algunos aspectos relacionados con las Mejoras Prácticas Ambientales (MPA) y Mejores Técnicas Disponibles (MTD), aplicables a estas actividades. Sin embargo, cada opción de mejoramiento del desempeño ambiental, deberá corresponder a un diagnóstico y una evaluación técnica, económica y ambiental que permita establecer y priorizar las medidas que son aplicables en cada caso.

El tema de pequeña minería no metálica, no se incluye ya que en el país existe una guía de Producción Más Limpia para el Sector de Minería No Metálica, que aborda estos temas con mayor detalle.

7.1 ASERRIO DE MADERA

Dentro de los principales aspectos ambientales de la industria de aserrío se tienen los siguientes:

- Consumo de agua y materias primas (productos químicos)
- Consumo de energía eléctrica y combustibles
- Generación de aguas residuales de riego y de lavado de instalaciones, equipos y maquinaria
- Vertidos por derrame de productos químicos
- Emisiones de polvo de madera y de productos químicos volátiles
- Emisiones de gases de combustión (CO₂, CO y SO₂)
- Emisiones de material particulado por combustión de madera, carbón u otros
- Generación de cenizas y escorias de caldera
- Generación de residuos sólidos de madera, principalmente aserrín, cortezas y polvo de madera
- Generación de residuos sólidos contaminados con productos químicos (biocidas y/o preservantes)
- Generación de residuos sólidos provenientes del mantenimiento de equipos y maquinaria
- Generación de residuos de envases y productos químicos
- Generación de ruido, principalmente en las operaciones de corte y astillado

En el Cuadro 7.1 se mencionan algunas Mejores Prácticas ambientales (MPA) y Mejores Técnicas Disponibles (MTD) que pueden implementarse para mejorar el desempeño ambiental de las empresas pertenecientes a este sector productivo.

Cuadro 7.1. MPA y MTD Aplicables a las Actividades de Aserrió de Madera

MEJORES PRÁCTICAS AMBIENTALES (MPA)	MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES (MTD)
▪ Registro y control de los consumos de agua, energía, materias primas e insumos ▪ Adecuado almacenamiento de materias primas e insumos ▪ Reutilización de los restos de barniz ▪ Reciclaje del disolvente ▪ Reutilización de envases vacíos ▪ Reutilización y/o reciclado de residuos de madera ▪ Planificación de las operaciones de operación y limpieza de equipos y maquinaria ▪ Mantenimiento preventivo y correctivo de equipos y maquinaria ▪ Prevención y/o control de derrames y escapes ▪ Cierre y rotulado de embalajes y recipientes ▪ Selección y almacenamiento separado de residuos	▪ Implementar sistemas de aspiración en cada una de las máquinas que generen polvo o serrín ▪ Sustitución química de barnices y pintura ▪ Utilización de métodos mecánicos para la eliminación de recubrimientos ▪ Implementación de cabinas de barnizado con sistemas de control de la contaminación atmosférica ▪ Recirculación y filtrado de las aguas de proceso ▪ Instalación de sistemas de recuperación de disolventes

7.2 TRANSFORMACION DE MADERA (CARPINTERIA)

Dentro de los principales aspectos ambientales de la industria de transformación de madera se tienen los siguientes:

- Consumo de agua, energía, materias primas e insumos
- Emisión de disolventes
- Vertidos por derrame de productos químicos
- Emisiones de polvo de madera y de productos químicos volátiles
- Generación de residuos sólidos provenientes del mantenimiento de equipos y maquinaria
- Generación de residuos de envases y productos químicos
- Generación de ruido

En el Cuadro 7.2 se mencionan algunas Mejores Prácticas ambientales (MPA) y Mejores Técnicas Disponibles (MTD) que pueden implementarse para mejorar el desempeño ambiental de las empresas pertenecientes a este sector productivo.

Cuadro 7.2. MPA y MTD Aplicables a las Actividades de Transformación de Madera (Carpintería)

MEJORES PRÁCTICAS AMBIENTALES (MPA)	MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES (MTD)
- Minimizar la probabilidad de contaminación de corrientes superficiales - Adelantar la regeneración de la capa vegetal - Planear el uso futuro del área, una vez finalizada la explotación	

7.3 INDUSTRIA DE LADRILLO

La industria del ladrillo, inicia con el proceso de extracción a cielo abierto de arcilla, que posteriormente se somete a un proceso de transformación industrial. A continuación se mencionan los aspectos ambientales relacionados con estas dos etapas de la actividad productiva, así como las opciones de Producción Más Limpia que pueden ser implementadas para mejorar el desempeño ambiental de las empresas vinculadas a este sector industrial.

7.3.1 EXTRACCIÓN DE ARCILLA

- Remoción de la capa vegetal y suelo orgánico, generando procesos de erosión y cárcavamiento
- Obstrucción de drenajes naturales de agua por
- Emisión de gases contaminantes de maquinaria y vehículos
- Generación de ruido producido por la maquinaria y la actividad de extracción
- Alteración de la conformación morfológica del suelo y de su capacidad de drenaje
- Impacto visual negativo por la remoción de cobertura vegetal y emisión de partículas

En el Cuadro 7.3 se mencionan algunas Mejores Prácticas ambientales (MPA) y Mejores Técnicas Disponibles (MTD) que pueden implementarse para mejorar el desempeño ambiental de las empresas que se dedican a la extracción de arcilla para la producción de ladrillo.

Cuadro 7.3. MPA y MTD Aplicables a las Actividades de Extracción de Arcilla para la Producción de Ladrillo

MEJORES PRÁCTICAS AMBIENTALES (MPA)	MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES (MTD)
- Registro y control del consumo de agua, energía, materias primas e insumos - Aprovechamiento de las aguas lluvias - Limpieza en seco como barrido o trapeado, antes de la utilización de mangueras - Recirculación de aguas de proceso - Control y reparación de fugas - Mantenimiento preventivo y correctivo de equipos y maquinaria - Aprovechamiento de la luz natural - Separación y almacenamiento adecuado de residuos sólidos - Sensibilización y capacitación de los trabajadores en el uso adecuado del agua, energía y materias primas	- Renovación de sistemas de conducción internos - Implementación de motores de alta eficiencia - Reemplazo de luminarias por las de bajo consumo - Implementación de sistemas de disposición final de residuos sólidos no reutilizables y/o reciclados - Implementación de sistemas de cocción más eficientes - Implementación de sistemas de control de la contaminación atmosférica - Sustitución de combustibles por otros menos contaminantes

los suelos y el manejo de escombros

7.3.2 TRANSFORMACIÓN INDUSTRIAL

- Consumo de energía y combustibles
- Consumo de agua para el proceso de amasado y uso de los trabajadores
- Emisiones de partículas durante el movimiento de la materia prima
- Emisiones de gases en el proceso de cocción
- Generación de aguas residuales con contenidos altos de sedimentos

En el Cuadro 7.4 se mencionan algunas Mejores Prácticas ambientales (MPA) y Mejores Técnicas Disponibles (MTD) que pueden implementarse para mejorar el desempeño ambiental de las empresas que se dedican a la extracción de arcilla para la producción de ladrillo.

Cuadro 7.4. MPA y MTD Aplicables a las Actividades de Transformación Industrial para la Producción de Ladrillo

MEJORES PRÁCTICAS AMBIENTALES (MPA)	MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES (MTD)
▪ Registro y control del consumo de agua, energía, materias primas e insumos ▪ Diseño de productos minimizando los residuos y costos de montaje ▪ Selección y almacenamiento de residuos sólidos ▪ Aumentar la reutilización y/o reciclaje de residuos Adecuación de los sitios de almacenamiento de materias primas e insumos ▪ Prevención y control de fugas y derrames ▪ Mantenimiento preventivo y correctivo de equipos y maquinaria ▪ Programación de operaciones y actividades de limpieza ▪ Aprovechamiento de las aguas lluvias	▪ Sustitución de materiales peligrosos por otros menos contaminantes ▪ Implementación de sistemas de recuperación de solventes ▪ Utilización de pinturas de base acuosa ▪ Separación de redes de aguas residuales industriales y domésticas ▪ Implementación de sistemas de tratamiento de aguas residuales industriales ▪ Implementación de sistemas de control de la contaminación atmosférica ▪ Implementación de control de ruido

7.4 INDUSTRIA METALMECANICA (CARPINTERIA METALICA)

Dentro de los principales aspectos ambientales de la industria metalmecánica se tienen los siguientes:

- Consumo de agua, energía, materias primas e insumos
- Generación de residuos sólidos provenientes de empaques y embalajes
- Generación de residuos metálicos en el corte y troquelado contaminados o no con aceites o grasas
- Generación de residuos en el mantenimiento preventivo y correctivo de equipos y maquinaria
- Emisiones de polvo y aserrín de diferentes metales
- Generación de escoria y residuos de soldadura
- Emisiones de gases del proceso de soldadura

- Generación de residuos y polvos de pintura
- Generación de residuos de solventes y materiales contaminados con éstos
- Emisiones de ruido por la operación de maquinaria y equipos y las actividades de manipulación y transformación de elementos metálicos

En el Cuadro 7.5 se mencionan algunas Mejores Prácticas ambientales (MPA) y Mejores Técnicas Disponibles (MTD) que pueden implementarse para mejorar el desempeño ambiental de las empresas pertenecientes a este sector productivo.

Cuadro 7.5. MPA y MTD Aplicables a las Actividades de Metalmecánica

MEJORES PRÁCTICAS AMBIENTALES (MPA)	MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES (MTD)
▪ Registro y control del consumo de agua, energía, materias primas e insumos ▪ Diseño de productos minimizando los residuos y costos de montaje ▪ Selección y almacenamiento de residuos sólidos ▪ Aumentar la reutilización y/o reciclaje de residuos Adecuación de los sitios de almacenamiento de materias primas e insumos ▪ Prevención y control de fugas y derrames ▪ Mantenimiento preventivo y correctivo de equipos y maquinaria ▪ Programación de operaciones y actividades de limpieza ▪ Aprovechamiento de las aguas lluvias	▪ Sustitución de materiales peligrosos por otros menos contaminantes ▪ Implementación de sistemas de recuperación de solventes ▪ Utilización de pinturas de base acuosa ▪ Separación de redes de aguas residuales industriales y domésticas ▪ Implementación de sistemas de tratamiento de aguas residuales industriales ▪ Implementación de sistemas de control de la contaminación atmosférica ▪ Implementación de control de ruido

ANEXOS

ANEXO A - GLOSARIO

Agrimensura: Rama de la topografía destinada a la delimitación de superficies, la medición de áreas y la rectificación de límites

Ambiente: Conjunto o sistema de elementos naturales y artificiales de naturaleza física, química, biológica o sociocultural, en constante interacción y en permanente modificación por la acción humana o natural, que rige y condiciona la existencia y desarrollo de la vida en sus múltiples manifestaciones.

Aprovechamiento: Es la utilización de los residuos a través de actividades como separación en la fuente, recuperación, reutilización, transformación y reciclaje, compostaje, biogas, incineración con aprovechamiento de energía o reutilización. Todo esto con el fin de obtener beneficios económicos y sociales y reducir los impactos ambientales negativos y los riesgos en salud comúnmente asociados a la producción, manejo y disposición final de los residuos.

Aguas Residuales: Aguas de composición variada, generadas como efecto de las actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales y en general de cualquier otra actividad antrópica, así como la mezcla de ellas

Calidad Ambiental: Estructuras y procesos ecológicos que permiten el desarrollo sustentable o racional, la conservación de la diversidad biológica y el mejoramiento del nivel de vida de la población humana.

Caracterización: Determinar cuantitativa y cualitativamente los atributos físicos, químicos, biológicos, económicos, sociales, entre otros, de las unidades productivas y/o de servicios, y sus impactos.

Conservación: Conjunto de actividades humanas cuya finalidad es garantizar el uso sostenible del ambiente, incluyendo las medidas para la preservación, mantenimiento, rehabilitación, restauración, manejo y mejoramiento de los recursos naturales del entorno

Consumo Sustentable: El uso de bienes y servicios que responden a necesidades básicas y proporcionan una mejor calidad de vida, al mismo tiempo minimizan el uso de recursos naturales, materiales tóxicos y emisiones de desperdicios y contaminantes durante todo el ciclo de vida, de tal manera que no se ponen en riesgo las necesidades de futuras generaciones

Contaminación: Presencia en el ambiente, por acción del hombre, de cualquier sustancia química, objetos, partículas, microorganismos, forma de energía o componentes del paisaje urbano o rural, en niveles o proporciones que alteren negativamente el ambiente y/o amenacen la salud humana, animal o vegetal o los ecosistemas

Contaminante: Cualquier elemento o sustancia química o biológica, energía térmica, radiación, vibración, ruido, fluido, o combinación de éstos, presente en niveles o concentraciones que representen peligro para la seguridad y salud humana, animal, vegetal o del ambiente

Disposición Final: Destino último de los lodos sin propósito de uso, en un espacio predetermi-

nado, en condiciones adecuadas para minimizar efectos ambientales negativos.

Eficiencia: Capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto determinado en un tiempo determinado.

Estudio de Impacto Ambiental: Documento que describe las características de una acción humana y proporciona antecedentes fundados para la predicción, identificación e interpretación de los impactos ambientales, y describe, además, las medidas para evitar, reducir, corregir, compensar y controlar los impactos adversos significativos

Identificación: Determinar los impactos negativos y positivos sobre el ambiente como resultado de las actividades productivas y de servicios del hombre

Impacto Ambiental: Alteración negativa o positiva del medio natural o modificado como consecuencia de actividades de desarrollo, que puede afectar la existencia de la vida humana, así como los recursos naturales renovables y no renovables del entorno

Lodo: Residuos semisólidos generados como subproducto del tratamiento de aguas o por la limpieza de instalaciones de almacenamiento y conducción de aguas

Preservación: Conjunto de disposiciones y medidas anticipadas para mantener el status quo de áreas naturales.

Residuos: Material generado o remanente de los procesos productivos o de consumo que no es utilizable

Residuos Peligrosos: Aquellos que por sus propiedades físicas, químicas, biológicas o tóxicas, o que por sus características oxidantes, infecciosas, radioactivas, de explosividad, combustión espontánea, inflamabilidad, irritabilidad o corrosividad, pueden poner en peligro la salud humana, los ecosistemas o el ambiente

Reutilización: Acción por la cual los residuos sólidos, previa limpieza adecuada, son utilizados más de una vez para su función original, sin adicionarles procesos de transformación.

Riesgo: Peligro o inconveniente posible.

Riesgo ambiental: Situación que puede poner en peligro la integridad de los ecosistemas durante la ejecución de una obra o el ejercicio de una actividad. Es la probabilidad de ocasionar un daño al ambiente, la población o a sus propiedades, derivadas de causas naturales o provocado por la actividad humana.

Separación en la fuente: Es la clasificación de los residuos sólidos por familias de materiales, en el sitio donde se generan. Tiene como objetivo separar los residuos que puedan ser recuperados mediante procesos de reciclaje.

Subproducto: Cualquier material o producto resultante de un proceso concebido primariamente para producir otro producto.

Tecnologías limpias: Técnicas y aplicaciones tecnológicas que permiten reducir el daño al

medio ambiente con procesos y materiales que generan menos sustancias potencialmente nocivas, recuperan dichas sustancias de las emisiones antes de ser descargadas, o utilizan los residuos de los procesos de producción. En la evaluación de estas tecnologías se debe tener en cuenta su interacción con las condiciones socioeconómicas y culturales en las que son aplicadas. También se denominan tecnologías ambientales o tecnologías relacionadas con el medio.

Tratamiento: Proceso artificial de depuración y remoción de impurezas, sustancias y compuestos químicos del agua captada de cursos naturales, para hacerla adecuada para consumo humano, o de cualquier tipo de efluente líquido, para adecuar su calidad para disposición final.

Verificación: Es la revisión, comprobación o serie de pruebas que pongan de manifiesto que los equipos, acciones y procedimientos, están conformes con los requisitos establecidos.

Valor Máximo Permisible: Límites Permisibles. Son normas técnicas, parámetros y valores, establecidos con el objeto de proteger la salud humana, la calidad del ambiente o la integridad de sus componentes

ANEXO B – INSTRUMENTOS DE TRABAJO

- IT-01. Alcance del Diagnostico de Desempeño Ambiental
- IT-02. Datos Generales de la Empresa Constructora
- IT-03. Datos Generales del Proyecto en Construcción
- IT-04. Recurso Laboral Asignado a la Obra para Cada Etapa del Proceso Constructivo
- IT-05. Materiales de Construcción e Insumos por Cada Etapa del Proceso Constructivo
- IT-06. Almacenamiento de Materiales de Construcción e Insumos en la Obra
- IT-07. Maquinaria y Equipo Disponible en la Obra
- IT-08. Mantenimiento de Maquinaria y Equipo en la Obra
- IT-09. Consumo de Agua en la Obra por Cada Etapa del Proceso Constructivo
- IT-10. Consumo de Combustibles en la Obra por Cada Etapa del Proceso Constructivo
- IT-11. Consumo de Energía Eléctrica en la Obra por Cada Etapa del Proceso Constructivo
- IT-12. Generación de Residuos Sólidos Peligrosos y No Peligrosos en la Obra por Cada Etapa del Proceso Constructivo
- IT-13. Generación de Aguas Residuales en la Obra por Cada Etapa del Proceso Constructivo
- IT-14. Generación de Emisiones Atmosféricas en la Obra por Cada Etapa del Proceso Constructivo
- IT-15. Generación de Ruido y Vibraciones en la Obra por Cada Etapa del Proceso Constructivo
- IT-16. Balance de Materia y Energía por Cada Etapa del Proceso Constructivo
- IT-17. Lista de Chequeo para la Evaluación de Buenas Prácticas de Operación en la Obra
- IT-18. Lista de Chequeo para la Evaluación del Cumplimiento Legal Ambiental en la Obra
- IT-19. Evaluación General de las Condiciones de Salud Ocupacional en la Obra
- IT-20. Lista de Chequeo para la Evaluación de las Condiciones de Seguridad Industrial en la Obra
- IT-21. Identificación y Formulación de Posibles Oportunidades de P+L
- IT-22. Evaluación Técnica de las Oportunidades de P+L
- IT-23. Evaluación Ambiental de las Oportunidades de P+L
- IT-24. Evaluación Económica de las Oportunidades de P+L
- IT-25. Clasificación y Priorización de las Alternativas de P+L

INSTRUMENTO DE TRABAJO IT-01. ALCANCE DEL DIAGNOSTICO DE DESEMPEÑO AMBIENTAL

Escriba lo que desea la empresa alcanzar con el proyecto de Producción Más Limpia - P+L

1

2

3

4

FECHA

ELABORADO POR:

INSTRUMENTO DE TRABAJO IT-02. DATOS GENERALES DE LA EMPRESA CONSTRUCTORA

NOMBRE DE LA EMPRESA Y RAZÓN SOCIAL:		TIPO DE ACTIVIDAD INDUSTRIAL QUE DESARROLLA LA EMPRESA:		CIIU
RUC/DV:	DOMICILIO LEGAL Y DIRECCIÓN DONDE SE UBICA LA EMPRESA:		TELÉFONO:	FAX:
MUNICIPIO:	CORREGIMIENTO:	CORREO ELECTRÓNICO Y PÁGINA WEB:		
FECHA DE FUNDACIÓN:		REPRESENTANTE LEGAL / GERENTE GENERAL:		
RESPONSABLE DE LA GESTIÓN AMBIENTAL:	VENTAS TOTALES POR AÑO:		NÚMERO DE EMPLEADOS:	
EMPLEADOS PROFESIONALES:	EMPLEADOS TECNÓLOGOS:		OBREROS CALIFICADOS:	
OBREROS NO CALIFICADOS:	JORNADA DE TRABAJO EN OBRA:			

[illegible]

INSTRUMENTO DE TRABAJO IT-05. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN E INSUMOS POR CADA ETAPA DEL PROCESO CONSTRUCTIVO

ETAPA	MATERIAL / INSUMO	UNIDAD	CONSUMO (MES O ETAPA)	COSTO UNITARIO (\$)	ESPECIFICACIONES	ALMACENAMIENTO	PROVEEDOR

[illegible]

INSTRUMENTO DE TRABAJO IT-07. MAQUINARIA Y EQUIPO DISPONIBLE EN LA OBRA

MAQUINARÍA O EQUIPO Y CANTIDAD	CAPACIDAD	POTENCIA	TIPO DE CARGA	CONSUMO KWh COMBUSTIBLE	HORAS DE TRABAJO POR DÍA	OBSERVACIONES

INSTRUMENTO DE TRABAJO IT-08. MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO EN LA OBRA

[illegible]

INSTRUMENTO DE TRABAJO IT-09. CONSUMO DE AGUA EN LA OBRA POR CADA ETAPA DEL PROCESO CONSTRUCTIVO

ETAPA	CONSUMO POR UNIDAD DE TIEMPO O ETAPA M ³ /S O M ³ /ETAPA	USO O ACTIVIDAD DONDE SE CONSUME	COSTO UNITARIO (B/.)	COSTO MENSUAL O TOTAL (B/.)	FUENTE DE ABASTECIMIENTO

INSTRUMENTO DE TRABAJO IT-10. CONSUMO DE COMBUSTIBLES EN LA OBRA POR CADA ETAPA DEL PROCESO CONSTRUCTIVO

[illegible]

INSTRUMENTO DE TRABAJO IT-11. CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA EN LA OBRA POR CADA ETAPA DEL PROCESO CONSTRUCTIVO

ETAPA	CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA				
	POTENCIA O CARGA (kW)	VOLTAJE (V)	CANTIDAD ACTIVA (kWh /MES)	CANTIDAD REACTIVA (kWh/MES)	COSTO TOTAL (B/.)

[illegible]

INSTRUMENTO DE TRABAJO IT-13. GENERACION DE AGUAS RESIDUALES EN LA OBRA POR CADA ETAPA DEL PROCESO CONSTRUCTIVO

ETAPA	ORIGEN DE AGUA RESIDUAL	TIPO DE DESCARGA	CANTIDAD CAUDAL m ³ /s	CONCENTRACIÓN DE LA DESCARGA / CUMPLIMIENTO LEGAL		CARGA (Kg/POR PERÍODO DE TIEMPO)	TIPO DE TRATAMIENTO	FUENTE RECEPTORA
				PARÁMETRO / CONCENTRACIÓN	NORMA LEGAL			

GUÍA DE P+L EN EL SECTOR CONSTRUCCIÓN

[illegible]

INSTRUMENTO DE TRABAJO IT-15. GENERACION DE RUIDO Y VIBRACIONES EN LA OBRA POR CADA ETAPA DEL PROCESO CONSTRUCTIVO

ETAPA	EQUIPO	TIEMPO DE OPERACIÓN DIURNO	TIEMPO DE OPERACIÓN NOCTURNO	NIVEL DE RUIDO O VIBRACIÓN	CONDICIONES	COMPARACIÓN CON LA NORMA

[illegible]

INSTRUMENTO DE TRABAJO IT-17. LISTA DE CHEQUEO PARA LA EVALUACION DE BUENAS PRACTICAS DE OPERACIÓN EN LA OBRA

ACCIONES A CONSIDERAR		NO	PARCIAL	SUSTANCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
1 Control de los Procesos Constructivos						
1.1	Se tiene personal capacitado para el control de los procesos constructivos?					
1.2	Tiene manual de funciones?					
1.3	Cuentan con planillas de control de procesos constructivos?					
1.4	Tienen definidas las condiciones de operación?					
1.5	Se controlan las condiciones de operación?					
1.6	Existen controles automáticos de las operaciones?					
1.7	Existen manuales de procedimientos para los procesos y se utilizan frecuentemente?					
1.8	Existen métodos/sistemas de información y registro de procedimientos y medidas para situaciones anormales?					
2 Control de Maquinaria y Equipos						
2.1	Hay personal encargado del control y mantenimiento de equipos?					
2.2	Existen procedimientos documentados para el mantenimiento de equipos y maquinaria?					
2.3	Se hace mantenimiento preventivo?					
2.4	Se registran por escrito las actividades de mantenimiento?					
2.5	Existe un programa para hacer mantenimiento donde aparezca su frecuencia y actividades previstas?					

ACCIONES A CONSIDERAR		No	PARCIAL	SUSTANCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
2.6	Existen rutinas para la inspección de equipos?					
2.7	Se calibran los instrumentos de inspección?					
3 Control de Materiales de Construcción e Insumos						
3.1	Existe un departamento de suministro y compras?					
3.2	Existe control de calidad de los materiales de construcción e insumos?					
3.3	Existen procedimientos (incluyendo la frecuencia) para el control de calidad de los materiales de construcción?					
3.4	Se verifica el empaque de los materiales de construcción?					
3.5	Se tienen y se aplican normas para el control de calidad de los proveedores?					
3.6	Se conoce el porcentaje de rechazos o desaprobaciones de materiales de construcción?					
3.7	Se tienen procedimientos y medidas en el caso de rechazos?					
3.8	Se tiene control de registros de los resultados de la inspección en recepción?					
3.9	Se hacen órdenes de compras?					
3.10	Se respetan las condiciones de almacenamiento recomendadas por los proveedores de los materiales de construcción e insumos?					
3.11	Se almacenan los materiales de construcción por grupos compatibles?					
3.12	Se mantienen distancias adecuadas entre diferentes materiales para prevenir contaminación cruzada?					
3.13	Se almacenan los productos peligrosos en un área designada y segura para tal fin?					

ACCIONES A CONSIDERAR		No	PARCIAL	SUSTANCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
3.14	Se conserva limpia el área del almacenamiento?					
3.15	Se verifican las fechas de expiración de los materiales de construcción e insumos?					
3.16	Se mide con exactitud el consumo de materiales de construcción en cada etapa del proceso constructivo?					
3.17	Se evita el desperdicio de materiales cerrando bien los contenedores?					
4 Control de Calidad de las Obras						
4.1	Se hace control de calidad de las obras en proceso y terminadas?					
4.2	Existe un sistema de aseguramiento de la calidad?					
4.3	Existen actividades para el control y aseguramiento de la calidad?					
4.4	Existen procedimientos de control de calidad de las obras finales e intermedias?					
4.5	Tienen equipos y/o aparatos para inspección?					
4.6	Tienen procedimientos para la calibración de cada equipo y/o aparato para inspección?					
4.7	Tienen estadísticas de las obras rechazadas y de las causas de rechazo?					
4.8	Tienen manuales de procedimientos para el control de calidad?					
4.9	Tienen implementados programas de mejoramiento continuo?					
4.10	Están aplicando en este momento un sistema de gestión? (Por ejemplo ISO 9000, ISO 14000, Responsabilidad Integral, entre otros)?					

ACCIONES A CONSIDERAR		No	PARCIAL	SUSTANCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
5 Control de los Costos de Construcción						
5.1	Se conoce correctamente el requerimiento unitario de materiales de construcción, fuerza motriz, mano de obra etc. en la obra?					
5.2	Se controla el costo por cantidad de obra?					
5.3	Las personas claves conocen correctamente el requerimiento unitario real y comparten las informaciones y datos concernientes a los problemas y alternativas?					
6 Sistema de Gestión Ambiental						
6.1	Tiene la organización una política ambiental?					
6.2	La organización ha definido y documentado procedimientos para evaluar y registrar los aspectos ambientales más importantes?					
6.3	La organización ha definido y documentado sus objetivos y metas ambientales?					
6.4	La organización ha definido y documentado un plan de mejoramiento ambiental?					
6.5	La organización ha definido y documentado un adecuado archivo ambiental?					
6.6	La organización monitorea los impactos ambientales relevantes que resultan de sus actividades de construcción?					
6.7	La organización cuenta con atribuciones y personal encargado de la protección ambiental?					
6.8	La organización está suministrando entrenamiento adecuado para el personal cuyo trabajo tiene asociado impactos ambientales importantes?					
6.9	La organización ha definido y documentado un plan y procedimiento de auditoría del sistema de gestión ambiental?					
6.10	Se cuenta con procedimientos para identificar situaciones potenciales de emergencia ambiental?					
6.11	Se cuenta con procedimientos para responder ante accidentes ambientales?					

INSTRUMENTO DE TRABAJO IT-18. LISTA DE CHEQUEO PARA LA EVALUACION DEL CUMPLIMIENTO LEGAL AMBIENTAL EN LA OBRA

ACCIONES A CONSIDERAR		No	PARCIAL	SUSTANCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
1 Ubicación de la Obra						
1.1	La obra cumple con todas las obligaciones sobre prácticas de conservación de aguas, bosques protectores y suelos, de acuerdo con las normas vigentes?					
1.2	La empresa por no encontrarse ubicada en un área cubierta por el sistema de alcantarillado público, posee sistemas de recolección de tratamiento de sus residuos líquidos conforme a normas señaladas por las autoridades competentes?					
1.3	La empresa cuenta con los documentos que acreditan la viabilidad ambiental del proyecto (existen copias de los mismos en el sitio de la obra; por ejemplo: Estudio de Impacto Ambiental y Resolución de aprobación por parte de la ANAM)?					
2 Agua						
2.1	La obra posee los permisos de concesión de aguas debido a que para el desarrollo de sus actividades toma agua proveniente de una fuente superficial?					
2.2	La obra posee los permisos de exploración y concesión de aguas debido a que para el desarrollo de sus actividades toma aguas provenientes de fuentes subterráneas?					
2.3	La obra descarga sus efluentes en ríos?					

ACCIONES A CONSIDERAR	NO	PARCIAL	SUSTANCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
2.4 La obra descarga sus efluentes en aguas subterráneas?					
2.5 La obra descarga sus efluentes en colectores de aguas lluvias?					
2.6 La obra descarga sus efluentes en calles y calzadas?					
2.7 La obra descarga en el alcantarillado público?					
2.8 La obra tiene permiso de vertimientos?					
2.9 La obra utiliza aguas del acueducto público o privado con el propósito de diluir los vertimientos con anterioridad a la descarga al cuerpo receptor?					
2.10 La empresa lleva a cabo la caracterización de los vertimientos de la obra con métodos aceptados?					
2.11 La empresa no arroja dentro de los vertimientos de la obra sustancias clasificadas como tóxicas por la OMS?					
2.12 La empresa vierte las aguas contaminadas de la obra debidamente tratadas?					
2.13 La empresa dispone los sedimentos, lodos o sustancias sólidas provenientes de los sistemas de tratamiento de aguas existentes en la obra en sitios autorizados?					
2.14 La empresa posee un plan de contingencia para la preservación y control de derrames de hidrocarburos y sustancias tóxicas dentro de la obra?					
2.15 Debido a que las materias primas almacenadas por la empresa pueden llegar al sistema de alcantarillado u otros receptores hídricos, la empresa tiene las medidas específicas necesarias para evitar esta contaminación en la obra?					

ACCIONES A CONSIDERAR		No	PARCIAL	SUSTANCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
3	Aire					
3.1	La empresa adelanta mediciones de emisiones atmosféricas en la obra?					
3.2	La empresa conoce las sustancias contaminantes del aire?					
3.3	La empresa cuenta con sistemas de control de sus emisiones atmosféricas en la obra?					
3.4	La empresa está suscrita a un Plan de Reconversión a Tecnologías Limpias?					
3.5	La empresa posee un Plan de Contingencia por contaminación atmosférica para la obra?					
3.6	Los proveedores de combustibles utilizados en motores de combustión interna, suministran a la empresa un certificado en donde consta que tal combustible cumple con los requisitos de calidad exigidos por el Gobierno Nacional?					
3.7	La empresa lleva un registro pormenorizado del consumo de combustibles en la obra?					
3.8	Los vehículos automotores de la empresa existentes en la obra, tienen tubos de escape en buenas condiciones de funcionamiento, sin fugas en su recorrido y con una buena tapa para el tanque de combustible?					
3.9	Los vehículos automotores de la empresa existentes en la obra para el desarrollo de sus actividades y que circulan en vías públicas tienen dispositivos o accesorios para producir ruido (válvulas, resonadores en escape de gases o sirenas)?					

ACCIONES A CONSIDERAR		No	PARCIAL	SUSTANCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
3.10	Los vehículos de la empresa existentes en la obra tienen un sistema de control de emisiones evaporativas que disminuyen las emisiones por el carter, por el tanque de gasolina y por el carburador?					
3.11	La generación de ruido se hace dentro de los límites sonoros establecidos para el tipo de zona en la cual se encuentra ubicada la obra?					
4	Suelo					
4.1	La disposición final de los residuos sólidos generados en la obra, lo hace la empresa?					
4.2	La recolección transporte y disposición final de lo residuos sólidos se hace conforme a la ley?					
4.3	Los recipientes desechables que emplea la empresa en la obra, para presentar y almacenar sus residuos se hace conforme a la ley?					
4.4	Las cajas de almacenamiento de residuos sólidos están autorizadas por la empresa prestadora del servicio de aseo?					
4.5	Los contenedores empleados para almacenar residuos sólidos se utilizan en un número suficiente para que los residuos sólidos depositados allí no desborden su capacidad?					
4.6	Los recipientes utilizados para almacenar residuos sólidos impiden la proliferación de insectos y roedores?					
4.7	Los recipientes para el almacenamiento de residuos sólidos son de material impermeable?					
4.8	Los recipientes para el almacenamiento de residuos sólidos están provistos de tapas?					
4.9	Los recipientes para el almacenamiento de las basuras se lavan con regularidad para que sean manipulados en condiciones sanitarias adecuadas?					

ACCIONES A CONSIDERAR		No	PARCIAL	SUSTANCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
4.10	El almacenamiento de los residuos sólidos se hace a campo abierto?					
4.11	El almacenamiento de los residuos sólidos se encuentra ubicado en área pública?					
4.12	Se mantiene aseada la zona de las cajas de almacenamiento de residuos sólidos?					
4.13	La obra tiene certificado de compatibilidad de uso del suelo?					
4.14	Toda fuga de combustible de más de 50 galones o las emergencias que hayan causado daño o deterioro ambiental han sido reportadas de inmediato y por escrito a la autoridad ambiental competente?					
4.15	La empresa tiene procedimientos para el almacenamiento, transporte y disposición final de los aceites usados, residuos líquidos y efluentes líquidos en la obra?					
5	Energía y Eficiencia Energética					
5.1	Se usan en la obra lámparas fluorescentes de 26 mm de diámetro?					
5.2	Se usan en la obra balastos electrónicos?					
5.3	Se anima al personal a que apague la luz al salir de un área específica?					
5.4	Se ha revisado recientemente el nivel de iluminación en las zonas de trabajo en la obra?					
5.5	Se aprovecha al máximo la luz natural?					
5.6	Se realiza la limpieza de las luces con frecuencia?					
5.7	Hay suficientes interruptores de luz?					

ACCIONES A CONSIDERAR		NO	PARCIAL	SUSTANCIAL	TOTAL	OBSERVACIONES
5.8	Se apagan las luces en las zonas que no se usan frecuentemente?					
5.9	Se usan fotoceldas para controlar automáticamente las luces internas y/o externas?					
5.10	Se reemplazan las bombillas incandescentes normales por lámparas fluorescentes compactas de bajo consumo?					
5.11	Se usan luminarias con tubos fluorescentes gemelos con reflectores de espejo?					
5.12	Se tiene un programa de mantenimiento y revisión para detectar conexiones flojas o inadecuadas?					
5.13	Se anima al personal para que apague los equipos eléctricos cuando trabajan al vacío?					
5.14	La obra cuenta con un adecuado diseño eléctrico?					
5.15	El cableado interno cuenta con un adecuado aislamiento?					
5.16	Las instalaciones y red eléctrica son de fácil acceso para su inspección y mantenimiento?					
5.17	Las máquinas y equipos eléctricos cuentan con su caja de protección respectiva?					
5.18	Se realiza una inspección permanente del estado de los aislamientos y empalmes y de los conductores y tableros para detectar disipación anormal de calor?					
5.19	La obra cuenta con una línea a tierra de protección?					
5.20	Se revisa la temperatura superficial y se evita sobrecargar los transformadores?					

INSTRUMENTO DE TRABAJO IT-19. EVALUACION GENERAL DE LAS CONDICIONES DE SALUD OCUPACIONAL EN LA OBRA

ETAPAS ACTIVIDADES DE TRABAJO	TIPO DE PELIGROS	DAÑO						NIVEL DEL RIESGO
		SEVERIDAD			PROBABILIDAD DE OCURRENCIA			
		LIGERO	DAÑINO	EXTREMO	ALTA	MEDIA	BAJA	

INSTRUMENTO DE TRABAJO IT-20. LISTA DE CHEQUEO PARA LA EVALUACION DE LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD INDUSTRIAL EN LA OBRA

CONDICIÓN DE TRABAJO	BUENA	REGULAR	MALA	OBSERVACIONES
Iluminación				
Temperatura				
Ventilación				
Nivel de ruido				
Olores en el ambiente				
Estado de máquinas				
Espacio de trabajo				
Estado de pisos				
Estado de techos				
Estado de paredes				
Instalaciones eléctricas				
Señales de seguridad				

CONDICIÓN DE TRABAJO	BUENA	REGULAR	MALA	OBSERVACIONES
Demarcación de áreas				
Medidas contra incendio				
Botiquín de primeros auxilios				
Orden y aseo				
Elementos de dotación personal				
Conformación de brigadas				
Conformación de comités				
Estadística de accidentes				
Principales factores de riesgo				
Accidentes de trabajo				

INSTRUMENTO DE TRABAJO IT-21. IDENTIFICACION Y FORMULACION DE POSIBLES OPORTUNIDADES DE P+L

ASPECTO	TIPO DE HERRAMIENTA DE P+L				OPORTUNIDADES DE P+L		OPCIONES DE FIN DE PROCESO
	1	2	3	4	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	
Fallas e ineficiencias en el proceso constructivo							
Consumo de materiales de construcción e insumos							
Manejo de materiales de construcción e insumos							
Consumo de agua							
Consumo de energía							
Generación de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos							
Generación de aguas residuales							
Generación de emisiones atmosféricas							
Generación de ruido y vibraciones							
Estado de las instalaciones, maquinaria y equipos							
Condiciones de salud ocupacional							
Condiciones de seguridad industrial							
Cumplimiento de la normativa ambiental							

1. Minimización de la generación
2. Reducción en origen

3. Reutilización o reuso en el proceso constructivo
4. Reciclaje y valorización

Categorías de Opciones de P+L:

BPO (Buenas Prácticas de Operación)
OP (Optimización de Proceso Constructivo)
CT (Cambios Tecnológicos)

INSTRUMENTO DE TRABAJO IT-22. EVALUACION TECNICA DE LAS OPORTUNIDADES DE P+L

Se deberá calificar cada aspecto según el nivel de ponderación establecido

OPORTUNIDADES DE P+L	ASPECTO								OBSERVACIONES
	a)	b)	c)	d)	e)	f)	g)	h)	

- a) Alteración del proceso constructivo
- b) Cambio de materiales de construcción o insumos
- c) Afectación de la cantidad de mano de obra
- d) Requerimiento de nueva mano de obra especializada
- e) Renovación o adquisición de nueva maquinaria y equipos

- f) Disponibilidad y accesibilidad a la tecnología
- g) Alteración de la calidad y/o especificaciones técnicas de la obra
- h) Tiempo requerido para la implementación de la alternativa de P+L

Ponderación: (0) No impactado (1) Poco importante (5) Importante (10) Muy importante

INSTRUMENTO DE TRABAJO IT-23. EVALUACION AMBIENTAL DE LAS OPORTUNIDADES DE P+L

Se deberá calificar cada aspecto según el nivel de ponderación establecido

OPORTUNIDADES DE P+L	ASPECTO												OBSERVACIONES
	a)	b)	c)	d)	e)	f)	g)	h)	i)	j)	k)	l)	

- a) Consumo de materiales de construcción e insumos
- b) Consumo de agua
- c) Consumo de energía
- d) Generación de aguas residuales
- e) Generación de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos
- f) Generación de emisiones atmosféricas

- g) Generación de ruido y vibraciones
- h) Riesgos a la salud
- i) Riesgos al ambiente
- j) Potencial de reuso
- k) Potencia de reciclaje
- l) Cumplimiento de la normativa ambiental

Ponderación: (0) No impactado (1) Poco importante (5) Importante (10) Muy importante

INSTRUMENTO DE TRABAJO IT-24. EVALUACION ECONOMICA DE LAS OPORTUNIDADES DE P+L

Oportunidades de P+L	Inversión (B/.)	Período de Retorno (PR)	VAN (B/.)	TIR (%)	COAE (B/.)	VPNI (B/.)	Ponderación

[illegible]

ANEXO C - BIBLIOGRAFÍA Y SITIOS DE INTERNET RELACIONADOS CON EL SECTOR CONSTRUCCIÓN

- Acuerdo de Producción Limpia Sector Construcción - Región del Bío Bío. Cámara Chilena de la Construcción – Consejo Nacional de Producción Más Limpia. Chile. 2007.
- Análisis de Rendimientos y Consumos de Mano de Obra en actividades de Construcción. Luis Fernando Botero B. Revista Universidad EAFIT No. 128. 2002.
- Buildings and Climate Change Status, Challenges and Opportunities. United Nations Environment Programme. 2007
- Censo Trimestral de Construcción de Edificaciones – Tercer Trimestre de 2007. Contraloría General de la República.
- Cifras Estimadas del Producto Interno Bruto de la República, a Precios Corrientes y Constantes: Año 2007. Contraloría General de la República
- Convención Colectiva de Trabajo Celebrada entre la Cámara Panameña de la Construcción y el Sindicato Único Nacional de Trabajadores de la Industria de la Construcción – Tomos I y II. 2006 – 2013. Panamá. 2006.
- Estimator's General Construction Man – Tour Manual, John S. Page.
- Estudio sobre Empresas Más Limpias en el Sector de la Construcción. Ing. Martha Gutiérrez Montoya - Arq. Verónica Rondón Rodríguez. Perú.
- Guía Ambiental Centroamericana para el Sector de Desarrollo de Infraestructura Urbana. Unión Mundial para la Naturaleza. Oficina Regional para Mesoamérica (UICN / ORMA). Costa Rica. 2006
- Guía Ambiental para Actividades de Desarrollo en Latinoamérica y El Caribe. USAID. 2003.
- Guía Básica de Criterios de Sostenibilidad en las Promociones de Viviendas con Protección Pública. Grupo Gas Natural en la Comunidad Valenciana - Consejería de Territorio y Vivienda de la Generalidad Valenciana.

- Guía de Buenas Prácticas Ambientales – Construcción y Demolición. Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente. Secretaria Sectorial de Agua y Medio Ambiente. Región de Murcia. 2001.
- Guía de Buenas Prácticas Ambientales en el Sector Construcción. Fondo Social Europeo – Fundación Biodiversidad. Madrid.
- Guía de Buenas Prácticas de Manejo Ambiental para el Sector Construcción. Instituto de Desarrollo Urbano. Bogotá – Colombia.
- Guía de Especificaciones Técnicas para la Construcción Sostenible de Edificaciones. Departamento de Gestión de Calidad ENRESA. 2007.
- Informe Económico Anual – Año 2006. Ministerio de Economía y Finanzas (MEF).
- Informe MIES. Una Aproximación al Impacto Ambiental de la Escuela de Arquitectura del Vallés. Argentina.
- Manual Buenas Prácticas de Producción Limpia de la Industria de Aserrió y Remanufacturas de Maderas. Corporación Chilena de la Madera.
- Manual de Gestión Ambiental en el Sector de la Construcción en Andalucía. Consejería de Medio Ambiente – Junta de Andalucía. 2003.
- Maquinaria Pesada y Equipos Utilizados en el Sector Construcción. Consejo Colombiano de Seguridad.
- Principales Indicadores Económicos Mensuales de 2006 – 2007. Contraloría General de la República.
- Proceso de Marrakech sobre Consumo y Producción Sustentable - Resumen del Proyecto. UNEP DTIE/UN DESA.
- II Foro: Una ciudad para vivir, en la que participaron expertos en urbanismo.
- Prevención de Riesgos Laborales en la Industria de la Construcción. Fundación para la Promoción de la Seguridad y Salud en el Trabajo (FUSAT) - Unión Obrera de la Construcción de la República Argentina (UOCRA). Argentina. 2005.

- Proceso y Equipos de Compactación. Programa de Titulación en Ingeniería Civil. Universidad de Piura. Perú. 2006.
- Seguridad, salud y bienestar en las obras en construcción – Manual de Capacitación. Organización Internacional del Trabajo. Montevideo. 1997.
- Sustainable Building Technical Manual. Green Building Design, Construction, and Operations. Public Technology, Inc. - US Green Building Council Sponsored by U.S. Department of Energy - U.S. Environmental Protection Agency. USA. 1996.

SITIOS DE INTERNET RELACIONADOS CON EL SECTOR CONSTRUCCIÓN

DIRECCION	DESCRIPCION
www.acercar.org.co/	Portal de la Ventanilla de Asistencia Técnica Ambiental de la Ciudad de Bogotá
www.ae-bioconstruccion.org/	Página de la Asociación Española de la Bioconstrucción mediante la cual promueve prácticas medioambientales en las construcciones.
www.anam.gob.pa	Portal de la Autoridad Nacional del Ambiente de la república de Panamá
www.anam.gob.pa/cnipmlycs/index.htm	Página del Centro Nacional de Información sobre Producción Más Limpia y Consumo Sustentable de la República de Panamá
www.asamblea.gob.pa/busca/index-legispan.asp	Portal con la legislación de la República de Panamá
www.buildinggreen.com/	Página con información sobre diseño verde, publicaciones y herramientas en línea.
www.capac.org	Página de la Cámara Panameña de la Construcción
www.cnpml.org.pa/	Portal del Centro Nacional de Producción Más Limpia de la República de Panamá

DIRECCION	DESCRIPCION
www.construible.es	Portal y medio de comunicación de España sobre temas relacionados con la Construcción Sostenible, con énfasis en el sector inmobiliario y las nuevas tecnologías.
www.construmatica.com	Portal con información y bases de datos relacionadas con la arquitectura, la ingeniería y la construcción.
www.eco2site.com	Página de la empresa Argentina Eco2site dedicada a la comunicación ambiental incluyendo el tema de la arquitectura sustentable.
www.greenbuilding.ca/	Portal canadiense sobre energía y medio ambiente en el sector de la construcción.
www.idu.gov.co/	Portal de Instituto de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Bogotá - Colombia
www.ilo.org/public/spanish/region/ampro/cinterfor/	Portal del Centro Interamericano para el Desarrollo del Conocimiento en la Formación Profesional de la Organización internacional del trabajo - OIT
www.mexicogbc.org	Sitio de la asociación civil de líderes de la industria de la construcción mexicana dedicada a la investigación y promoción de edificios y tecnologías constructivas menos contaminantes para el medio ambiente
www.minambiente.gov.co	Portal del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de la República de Colombia
www.minsa.gob.pa	Portal del Ministerio de Salud de la República de Panamá
www.mivi.gob.pa	Portal del Ministerio de Vivienda de la república de Panamá
www.mop.gob.pa	Portal del Ministerio de Obras Públicas de la República de Panamá

DIRECCION	DESCRIPCION
www.produccionlimpia.cl	Página del Consejo Nacional de Producción Más Limpia de Chile, quienes han suscrito Acuerdos de Producción Limpia con varios sectores productivos, como el sector construcción.
www.spia-pma.org	Página de la Sociedad Panameña de Arquitectos e Ingenieros y de la junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura de la República de Panamá

