



**UNIVERSIDAD ANDINA SIMÓN BOLÍVAR**  
**SEDE CENTRAL**  
**Sucre – Bolivia**

**DIPLOMADO EN EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DE  
PROYECTOS**

**MANEJO DEL AGUA EN LAS ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN Y  
OPERACIÓN DE EDIFICACIONES**

**Monografía presentada para optar al  
Diplomado en Evaluación de Impacto  
Ambiental de Proyectos**

**ESTUDIANTE: LIMBER SALDAÑA MORÓN**

**Sucre - Bolivia**

**2022**

## RESUMEN

Desde hace varios años se ha puesto de manifiesto que ciertas actividades del ser humano encaminadas a la transformación del entorno y a la satisfacción de necesidades básicas como la vivienda, han contribuido a que el calentamiento global sea una realidad cada vez más palpable.

Uno de los impactos importantes en la satisfacción de la necesidad de vivienda, por medio de la construcción de edificios multifamiliares, corresponde al empleo del recurso agua en la extracción, manipulación, transporte, puesta en obra y uso de los materiales de construcción.

El manejo del recurso agua en las etapas de construcción y operación de edificios no se encuentra normado de manera específica en la Legislación Ambiental de Bolivia, dado que no existe una reglamentación específica sobre estos procedimientos.

Por ello en el presente documento se plantea analizar el manejo del recurso agua en las etapas de construcción y operación de edificios, mediante la identificación de aquellos procedimientos que puedan ser considerados como medidas de mitigación dentro del PPM-PASA.

Para esto se debe identificar aquellos impactos relacionados con el recurso agua dentro de la construcción de cada edificio en específico, siendo los principales la presión a la fuente de abastecimiento, consumo, carga contaminante, sistemas de tratamiento y destino de aguas residuales y el destino de las aguas pluviales. Así mismo, las principales medidas de mitigación que se pueden incluir dentro del PPM-PASA son las siguientes:

- Contemplar el tratamiento de aguas residuales para depurarlas antes de reingresarlas al ambiente
- Purificación de agua.
- Labores de mantenimiento y refacción de tuberías
- Instalar equipo de bajo consumo (inodoros, duchas, lavadoras de bajo consumo).
- Evitar la utilización de nuevos materiales extraídos del medio
- Riego eficiente de jardines. Manejo de piscinas. Uso de plantas nativas.
- Contemplar el reaprovechamiento de aguas de lluvia para el riego u otros usos, disminuyendo la extracción del medio.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>1     Antecedentes y justificación .....</b>	<b>1</b>
<b>2     Formulación del problema de investigación .....</b>	<b>2</b>
<b>3     Objeto del estudio.....</b>	<b>2</b>
<b>4     Objetivos .....</b>	<b>2</b>
4.1   Objetivo general.....	2
4.2   Objetivos específicos .....	2
<b>5     Diseño metodológico .....</b>	<b>3</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>4</b>
<b>1     Marco teórico y contextual.....</b>	<b>4</b>
1.1   Evaluación de impacto ambiental .....	4
1.1.1   Concepto .....	4
1.1.2   La evaluación de impacto ambiental dentro de la normativa boliviana.....	4
1.1.3   Categorías del estudio de evaluación de impacto ambiental.....	5
1.1.4   Instrumentos de alcance particular correspondiente para la construcción de un edificio .....	6
1.1.4.1   Formulario de nivel de categorización ambiental .....	6
1.1.4.2   Programa de prevención y mitigación - plan de aplicación y seguimiento ambiental.....	8
1.2   El recurso agua.....	9
1.2.1   Uso eficiente del recurso agua .....	10
1.2.2   Estrategias para el uso eficiente del agua.....	11
1.2.3   Marco legal boliviano concerniente al recurso agua.....	12
1.2.3.1   Reglamento en materia de contaminación hídrica .....	14
1.3   Las edificaciones.....	17

1.3.1	Concepción.....	17
1.3.2	Etapas de la construcción y operación de edificios.....	17
1.3.3	Impactos ambientales generados por la construcción y operación de edificios..	18
1.4	Buenas prácticas para una construcción amigable con el medio ambiente.....	20
1.4.1	Normativa boliviana con respecto al manejo eficiente del agua en la construcción de edificaciones.....	22
1.4.2	Alternativas eficientes para el manejo eficiente del agua durante las etapas de construcción y operación de un edificio.....	23
<b>CAPÍTULO II .....</b>		<b>25</b>
<b>2</b>	<b>Análisis y tratamiento de la información y conclusiones.....</b>	<b>25</b>
2.1	Análisis y tratamiento de los datos y fuentes de información.....	25
<b>Conclusiones .....</b>		<b>28</b>
<b>Bibliografía .....</b>		<b>29</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Actividades incluidas dentro del Subsector Vivienda DS 3856 .....	7
Tabla 2: Formato de la tabla de la identificación de impactos en el PPM-PASA .....	9
Tabla 3: .....	9
Tabla 4: Formato de la tabla de las medidas de prevención y mitigación ambiental en el PPM-PASA .....	9
Tabla 5: Estrategias para el uso eficiente del recurso agua.....	11
Tabla 6: Medidas de mitigación durante la etapa de construcción y operación de un edificio .....	26

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Usos del recurso agua.....	10
--------------------------------------	----

## INTRODUCCIÓN

### 1 Antecedentes y justificación

Desde hace varios años se ha puesto de manifiesto que las actividades del ser humano han contribuido a que el calentamiento global sea una realidad cada vez más palpable. Esto se ha debido principalmente a que estas actividades han estado encaminadas principalmente a la transformación del entorno, con el fin de poder satisfacer las necesidades básicas, siendo una de estas la vivienda.

En los últimos años se viene produciendo una alta demanda de vivienda en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, y cada vez se ha optado más por la construcción de edificios multifamiliares para poder satisfacer esta necesidad.

La construcción de este tipo de edificaciones supone la aparición de muchos impactos significados sobre el medio ambiente, entre ellos:

- El aprovechamiento de recursos naturales.
- Contaminación.
- Ocupación del territorio.
- Generación de residuos sólidos.
- Uso y mal aprovechamiento del agua.

Dado que uno de los impactos importantes en la construcción de un edificio corresponde al uso del recurso agua, la cual es consumida en la extracción, manipulación, transporte, puesta en obra y uso de los materiales de construcción, se deben integrar durante la construcción y operación de un edificio procedimientos que permitan la utilización más racional de este recurso basándose en el ahorro, la eficiencia y la reutilización.

Si bien en la normativa boliviana no existe una reglamentación específica sobre estos procedimientos, es importante analizar si es posible que estos puedan ser integrados de la manera más adecuada dentro de los instrumentos de alcance particular correspondiente a la construcción de edificios.

Es por esto que en la presente monografía se trata de hacer un análisis sobre esta problemática partiendo de una revisión exhaustiva de la normativa y la literatura especializada.

## **2 Formulación del problema de investigación**

De lo anteriormente descrito podemos conjeturar las siguientes preguntas de investigación:

¿Cuáles son los principales impactos generados por la construcción de edificios en especial sobre el recurso agua?

¿Es posible considerar como medidas de mitigación a los procedimientos para el manejo eficiente del agua dentro de los instrumentos de alcance particular correspondiente a la construcción de edificios?

## **3 Objeto del estudio**

El objeto de estudio de la presente monografía son los procedimientos que pueden existir para el manejo eficiente del agua en las etapas de construcción y operación de un edificio, y si estos pueden ser considerados como medidas de mitigación dentro de los instrumentos de alcance particular acorde a la actividad.

## **4 Objetivos**

### **4.1 Objetivo general**

Analizar el manejo del recurso agua en las etapas de construcción y operación de edificios, mediante la identificación de aquellos procedimientos que puedan ser considerados como medidas de mitigación dentro del PPM-PASA.

### **4.2 Objetivos específicos**

- Identificar y describir las actividades de la construcción de edificios.
- Identificar los principales impactos ambientales en el consumo de agua durante la construcción y operación de un edificio.
- Identificar aquellos procedimientos para el manejo eficiente del agua durante las etapas de construcción y operación de un edificio, con el fin de ofrecer alternativas que mitiguen los impactos generados.
- Establecer lineamientos para la integración de estos procedimientos adecuados como medidas de preventivas y correctivas, mediante la aplicación del Programa de Prevención, Mitigación - Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental.

## **5 Diseño metodológico**

Para el desarrollo del trabajo se utilizará la metodología con enfoque cualitativo; este enfoque “utiliza la recolección y análisis de los datos para afinar las preguntas de investigación o revelar nuevas interrogantes en el proceso de interpretación” (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014).

En este enfoque de investigación debe existir una revisión inicial de la literatura, la cual puede ser complementada en cualquier etapa del estudio, el objetivo de esta revisión es apoyar desde el planteamiento del problema hasta la elaboración de un marco teórico y del reporte de resultados.

Este enfoque de investigación es adecuado para este tipo de investigación, dado que se recurrirá a un método deductivo, puesto que la revisión de la literatura ira desde los planteamientos generales que pueden abordar el problema estudiado hasta los más específicos (Gomez Bastar, 2012).

La elaboración de la presente monografía consistió en los siguientes procedimientos:

- Revisión de bibliografía especializada sobre el tema.
- Revisión de estudios especializados sobre el tema.
- Elaboración del marco teórico.
- Diagnóstico, análisis y tratamiento de la información.

## CAPÍTULO I

### 1 Marco teórico y contextual

#### 1.1 Evaluación de impacto ambiental

##### 1.1.1 Concepto

De una manera general podemos definir a la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA de aquí en adelante) como un proceso predictivo y preventivo, predictivo por que se constituye en una advertencia temprana que comprueba el cumplimiento de las políticas ambientales en una actividad obra o proyecto (AOP's de aquí en adelante).

Es preventivo por que a partir de su elaboración se realiza una evaluación de los impactos negativos y positivos que las actividades de una AOP's puedan generar sobre el medio ambiente, ya sea esto de manera directa o indirecta.

Otro aspecto de la EIA es su carácter propositivo al plantear las medidas para ajustar estos impactos a niveles de aceptables.

Así mismo, de acuerdo a Espinoza (2007), la EIA tiene los siguientes principios:

- Participación ciudadana amplia
- Transparencia en las decisiones
- Acuerdo en los procedimientos
- Responsabilidad en las decisiones
- Credibilidad en las instituciones y los estudios
- Efectividad de las medidas de protección
- Retroalimentación de las decisiones
- Apoyo a la toma de decisiones

##### 1.1.2 La evaluación de impacto ambiental dentro de la normativa boliviana

Actualmente en la normativa boliviana la ley que norma que regula a las AOP's y el impacto que puedan tener sobre el medio ambiente es la Ley 1333 de medio ambiente promulgada el 27 de abril de 1992, dentro de la cual se entiende como el EIA como al conjunto de procedimientos administrativos, estudios y sistemas técnicos que permiten estimar los efectos que la ejecución de una determinada obra, actividad o proyecto puedan causar sobre el medio ambiente.

En ese sentido en la misma ley se especifica que el Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental (EEIA desde aquí en adelante) al conjunto de estudios y sistemas técnicos que permiten estimar los efectos que la ejecución de un determinado proyecto, obra o actividad causa sobre el medio ambiente, en otras palabras se entiende al EEIA como un proceso de análisis que anticipa los futuros impactos ambientales, negativos y positivos de las acciones humanas, permitiendo seleccionar las alternativas que disminuyan los impactos no deseados (Ley No 1333, 1992).

### **1.1.3 Categorías del estudio de evaluación de impacto ambiental**

Para definir la profundidad y el alcance de los estudios que debe hacer una AOP's para obtener una licencia ambiental o Declaratoria de Impacto Ambiental (DIA de aquí en adelante), existe el Reglamento de Prevención y Control Ambiental (PPCA de aquí en adelante), mediante el cual se debe categorizar el nivel de EEIA requerido.

No obstante, mediante el Decreto Supremo 3549 y posteriormente mediante el Decreto Supremo 3856 se modifica el artículo 17 del reglamento mencionado, donde se especifican las siguientes categorías:

- **Nivel de categoría 1: estudio de evaluación de impacto ambiental analítico integral.** Nivel que, por el grado de incidencia de efectos en el ecosistema, deberá incluir en sus estudios el análisis detallado y la evaluación de todos los factores del sistema ambiental: físico, biológico, socioeconómico, cultural, jurídico-institucional, para cada uno de sus respectivos componentes ambientales, otorgándose una Declaratoria de Impacto Ambiental DIA, previa presentación y aprobación del Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental - EEIA. Conforme al Anexo "B" y "E", adjuntos al presente Decreto Supremo.
- **Nivel de categoría 2: estudio de evaluación de impacto ambiental analítico específico.** Nivel que por el grado de incidencia de efectos en algunos de los atributos del ecosistema considera en sus estudios el análisis detallado y la evaluación de uno o más de los factores del sistema ambiental: físico, biológico, socio-económico cultural, jurídico - institucional; así como el análisis general del resto de los factores del sistema, otorgándose una DIA, previa presentación y aprobación del EEIA. Conforme al Anexo "B" y "E". adjuntos al presente Decreto Supremo.

- **Nivel de categoría 3: programa de prevención y mitigación - plan de aplicación y seguimiento ambiental.** Nivel que por las características ya estudiadas y conocidas de AOPs, permita definir acciones precisas para evitar o mitigar efectos adversos. Se le otorgará un Certificado de Dispensación, previa presentación y aprobación del Programa de Prevención y Mitigación - Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental PPM-PASA. Conforme al Anexo "C -1", adjunto al presente Decreto Supremo.
- **Nivel de categoría 4: no requieren de eeia ni programa de prevención y mitigación - plan de aplicación y seguimiento ambiental.** Conforme al Anexo "A". Las AOPs. identificadas en este nivel, que se encuentren dentro de un Área Protegida, deben comunicar el inicio de actividades a la AAC respectiva adjuntando el Certificado de compatibilidad de uso emitido por el SERNAP (Decreto Supremo 3856, 2019)

#### **1.1.4 Instrumentos de alcance particular correspondiente para la construcción de un edificio**

Los **Instrumentos de Regulación de Alcance Particular** (IRAP's), son todos los instrumentos previstos en la Legislación ambiental vigente utilizados para la tramitación de la Licencia Ambiental y las Actividades de seguimiento, control y monitoreo ambiental.

##### ***1.1.4.1 Formulario de nivel de categorización ambiental***

Cualquier AOP's antes de iniciar sus actividades debe presentar el **Formulario de Nivel de Categorización Ambiental**, el cual es un instrumento de información general parte del Anexo A del Decreto Supremo N° 3856 que tiene carácter de Declaración Jurada que debe ser firmado por el Representante Legal y el Consultor RENCA.

De acuerdo al Decreto Supremo N° 3856, en su Anexo A, se encuentra una lista de las actividades que corresponden a la Categorías 1, 2 y 3, en el cual se especifica que la construcción de edificios multifamiliares corresponde al Sector Urbanismo y Vivienda, Subsector Vivienda:

**Tabla 1: Actividades incluidas dentro del Subsector Vivienda DS 3856**

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD, OBRA O PROYECTO	ASPECTOS A CONSIDERAR	CATEGORÍA
CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NINGUNO</li> </ul>	3
PARCELAMIENTO URBANÍSTICO INCLUYE APERTURA DE VIAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NINGUNO</li> </ul>	3
CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS MULTIFAMILIARES (EDIFICIOS, URBANIZACIONES Y CONDOMINIOS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SE ENCUENTRE EN AREAS INTERVENIDAS.</li> <li>• NO SE UBIQUEN AL INTERIOR DE UN AREA PROTEGIDA.</li> <li>• INCLUYA LA IMPLEMENTACION DE CUERPOS DE AGUA ARTIFICIALES (PISCINAS. LAGUNAS U OTROS) CON CAPICIDAD MENOR 2500 M3.</li> <li>• QUE NOIMPLIQUEN TOMAS DE AGUA DIRECTA DE CUERPOS DE AGUA SUPERFICIAL.</li> <li>• QUE CUENTEN CON UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES O CUENTEN CON SERVICIO DE ALCANTARILLADO.</li> </ul>	3

**Fuente: Anexo A del DS 3856**

Como se puede observar en la tabla anterior, la ejecución de una AOP de construcción de un edificio corresponde a la categoría 3, es decir que es necesario realizar un **Programa de Prevención y Mitigación - Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental (PPM-PASA** de aquí en adelante).

#### ***1.1.4.2 Programa de prevención y mitigación - plan de aplicación y seguimiento ambiental***

El **Programa de Prevención, Mitigación (PPM)**: Consiste en formular un conjunto de medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales significativos, de manera que sus efectos en el ambiente sean neutralizados o reducidos hasta cumplir con la normativa ambiental vigente y las buenas prácticas ambientales (PACHABOL Consulting, 2018).

El **PPM** contendrá todas las medidas previstas para eliminar, reducir, remediar o compensar los efectos ambientales negativos. Se estimará el costo de las medidas de protección y corrección previstas, para las fases de implementación, operación y abandono

El **Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental (PASA)** se constituye en un documento que contiene todas las referencias técnico - administrativas que permiten el seguimiento de la implementación de medidas de mitigación, así como del control ambiental durante las diferentes fases de un proyecto, obra o actividad. (PACHABOL Consulting, 2018).

De acuerdo al RPCA el formato y la estructura sugerida del PPM-PASA como documento es la siguiente:

- 1. Datos generales**
- 2. Descripción del proyecto**
- 3. Situación ambiental del sitio de emplazamiento del proyecto**
- 4. Identificación y evaluación de impactos ambientales en base a las actividades del proyecto y situación ambiental actual**
- 5. Programa de prevención y mitigación (PPM)**
- 6. Plan de aplicación y seguimiento ambiental (PASA)**
- 7. Plan de manejo de residuos sólidos y líquidos si corresponde**
- 8. Análisis de riesgo y plan de contingencias, si corresponde**
- 9. Plan de cierre y abandono**
- 10. Anexos**
- 11. Declaración jurada**

En la presente monografía haremos un análisis específico de los puntos 4 y 5, dado que se pretende analizar la integración de procedimientos manejo eficiente del agua durante las etapas de construcción y operación de un edificio como medidas de mitigación dentro del PPM-PASA, y a partir de la revisión bibliográfica realizada esta integración se la puede realizar en estos puntos.

En el punto 4, concerniente a la identificación y evaluación de impactos ambientales en base a las actividades del proyecto y situación ambiental actual, En el punto 4, concerniente a la identificación y evaluación de impactos ambientales en base a las actividades del proyecto y situación ambiental actual, se hace una descripción y análisis de cuáles pueden ser los principales efectos, ya sean positivos y negativos, que pueden ocasionar las diferentes actividades de la AOP, así como la normas permisibles de dichos efectos y la categorización de los impactos por códigos, factores y atributos.

De manera general se debe rellenar la siguiente tabla:

**Tabla 2: Formato de la tabla de la identificación de impactos en el PPM-PASA**

**Tabla 3:**

ETAPA	ACTIVIDAD	IMPACTO AMBIENTAL			EFECTO	NORMAS PERMISIBLES	OBSERVACIONES
		CODIGO	FACTOR	ATRIBUTO			

En el punto 5 se desarrolla el PPM, en el cual como ya se mencionó anteriormente se plantean todas las medidas previstas para eliminar, reducir, remediar o compensar los efectos ambientales negativos.

De manera general se debe rellenar la siguiente tabla:

**Tabla 4: Formato de la tabla de las medidas de prevención y mitigación ambiental en el PPM-PASA**

N.º	IMPACTO AMBIENTAL			MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN	PRIORIDAD	PLAZO DE IMPLEMENTACIÓN	FECHA DE INICIO	FECHA DE CONCLUSIÓN	FECHA DE REVISIÓN O INSPECCIÓN
	CÓDIGO	FACTOR	ATRIBUTO						

## 1.2 El recurso agua

El agua es un recurso esencial tanto para los seres vivos, así como para el desarrollo de las sociedades, dado que se constituye como el sustento esencial para estos. Este recurso

se encuentra en la naturaleza en distintas formas desde nevados, lagunas, riachuelos, ríos, y agua subterránea, todas ellas listas para sustentar la naturaleza, las actividades productivas y la vida misma de las personas (Silva, Troya, Inchausty, & Pazmiño, 2008).

Cabe mencionar que el agua como recurso es renovable pero finito. Se calcula que al año se evaporan aproximadamente 505.000 km<sup>3</sup> de agua de los océanos, la mayor parte de este volumen se precipita nuevamente sobre los mismos océanos. No obstante, la precipitación anual sobre tierra firme se estima en 120.000 km<sup>3</sup>. Constituyéndose este movimiento de agua como ciclo hidrológico, el cual es un proceso complejo que incluye la precipitación, el escurrimiento, la evapotranspiración y la infiltración (Fernández Cirelli, 2012).

A este ciclo natural se le suman ciclos antrópicos, lo cuales son a causa de la captación del recurso agua desde fuentes naturales, su uso en diferentes actividades antrópicas y el retorno del mismo sobre las mismas fuentes naturales:

**Figura 1: Usos del recurso agua**



**Fuente: Fernández Cirelli, 2012**

### 1.2.1 Uso eficiente del recurso agua

Para comenzar a planear medidas para el uso eficiente del recurso agua de manera general, debemos partir de la gestión integrada de los recursos hídricos, la cual es una actividad central para la vida en sociedad, la economía y el bienestar de la población. Se prevé que en los próximos años exista un desequilibrio entre la demanda y la oferta de

este recurso, debida al crecimiento de la población, cambios en los patrones de consumo, la contaminación y la falta de controles ambientales(Comisión Europea, 2003).

Por estas razones es que desde hace varios años se viene trabajando sobre principios y marcos de trabajo sobre el uso eficiente del recurso agua, el cual es parte del marco conceptual de la gestión integrada de los recursos hídricos.

Esta serie de principios pueden resumirse de la siguiente manera:

- El agua dulce es un recurso finito y vulnerable, esencial para sostener la vida, el desarrollo y el medio ambiente.
- El desarrollo y la gestión del agua debe basarse en un enfoque participativo, involucrando a usuarios, planificadores y los responsables de las decisiones a todos los niveles.
- La mujer desempeña un papel fundamental en el abastecimiento, la gestión y la protección del agua.
- El agua tiene un valor económico y social en todos sus usos en competencia y debería reconocérsele como un bien económico. (World Meteorological Organization, 1992).

### 1.2.2 Estrategias para el uso eficiente del agua

A continuación, se mencionan una serie de acciones que pueden llevar al uso eficiente del agua en diferentes contextos:

**Tabla 5: Estrategias para el uso eficiente del recurso agua**

Usuario	Técnicas	Ejemplos
<b>Hogares</b>	Reducción de la demanda interior	Instalar equipo de bajo consumo (inodoros, duchas, lavadoras de bajo consumo). Mantenimiento de llaves en las casas.
	Reducción de la demanda exterior	Riego eficiente de jardines. Manejo de piscinas. Uso de plantas nativas.
<b>Industria</b>	Recirculación	Sistema de enfriamiento, sistemas de lavado.
	Reutilización	Purificación de agua. Se urda red para a La tratada para otros usos

Usuario	Técnicas	Ejemplos
	Reducción del consumo	Optimización de procesos (lavado, producciones limpias, etc.) Optimización de uso de agua para zonas verdes.
Ciudad	Reducción por	Programas de educación escolar e institucional.
	Reducción por reparación	Detección y reparación de fugas (distritos pitométricos).
	Reducción por edición	Auditorias de agua. Programas de macro y micro edición
	Reducción por	Tarifas escalonadas.
	Reducción por re la entación	Restricción en el uso, definición de etapas para reducción de consumos, incentivos para el ahorro, etc.
Agricultura	De campo	Reducción de evapotranspiración guardar en el subsuelo, uso del rastrojo). Mejorar la infiltración (nivelación de tierras, compactación ce surcos.
	Administrativas	Programación de riegos según necesidad (monitoreo de humedad). Riego limitado favoreciendo cultivos de bajo consumo.
	De sistemas	Reemplazo de regaderas por tuberías. Sistema de recuperación de colas.

Fuente: Quilla García, 2011

### 1.2.3 Marco legal boliviano concerniente al recurso agua

El Estado Plurinacional de Bolivia tiene la siguiente normativa concerniente al recurso agua:

**Constitución Política del Estado:** El artículo 373 de la nueva Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia (de aquí en adelante CPE), aprobada el 25 de enero de 2009, establece que el agua es un “derecho fundamentalísimo para la vida”.

Así mismo establece en el párrafo I del Artículo 20 que “toda persona tiene derecho al acceso universal y equitativo a los servicios básicos de agua potable alcantarillado electricidad gas domiciliario. postal y telecomunicaciones”

La CPE atribuye claramente al Estado un rol principal en la gestión del agua, estableciendo que “es un deber del Estado gestionar, regular, proteger y planificar el uso adecuado y sustentable de los recursos hídricos, con participación social, garantizando el acceso al agua a todos sus habitantes” (art.374). Además, se declara que “los recursos hídricos [...] no podrán ser objeto de apropiaciones privadas y tanto ellos como sus servicios conforme a Ley.” (art. 373 inc.II).

**Ley 1551, Ley de Participación Popular** (20 de abril de 1994), transfiere responsabilidades y recursos a los gobiernos locales y promueve la participación y responsabilidad social a través de las OTB's y de los Comités de Vigilancia.

**Ley Marco de Autonomías y Descentralización ‘Andrés Báñez’**: Ley N° 031 de 19 de julio de 2010, en su inciso 1 del Párrafo IV del Artículo 87 señala que de acuerdo a las competencias concurrentes de los Numerales 4 y 11 del Párrafo II del Artículo 299 de la Constitución Política del Estado, estas se distribuyen de la siguiente manera 1) Gobiernos departamentales autónomos Inciso a) Ejecutor la política general de conservación y protección de cuencas, suelos, recursos forestales y bosques.

**Ley 2028, Ley de Municipalidades (28 de octubre de 1999) y Ley 1113 (19 de octubre de 1999)**, establecen entre otros que los Gobiernos Municipales son responsables en su jurisdicción de la implementación de la infraestructura básica y de los servicios públicos y su reglamentación.

**Ley 2066 - Ley de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario (11 de abril de 2000)**, define los roles institucionales del sector, crea la Superintendencia de Servicios Básicos y establece las condiciones para la otorgación de concesiones, licencias y registros.

**Decreto Supremo DS 27487 (mayo de 2004)**, establece la Política Financiera del Sector (PFS) con el objetivo de garantizar el avance en las coberturas y la sostenibilidad mediante mecanismos de financiamiento adecuados a las condiciones de pago de la población y bajo premisas de eficiencia económica y de gestión de las EPSA's.

**Decreto Supremo DS 27486 (14 de mayo de 2004)**, crea la Fundación de Apoyo a la Sostenibilidad de los Servicios de Saneamiento Básico (FUNDASAB), como entidad de interés público para articular la asistencia técnica a las EPSA's y canalizar los recursos correspondientes, en el marco de las políticas sean sectoriales.

**Ley de Riego 2878.** Para reglamentar el uso del agua en el sector agrícola ha sido aprobada, en 2004, la Ley de Riego 2878 tras un proceso de concertación con las organizaciones de regantes. La Ley 2878 tiene como objetivo administrar los recursos hídricos para riego, establecer un nuevo marco institucional descentralizado y asegurar los derechos de uso del agua a través de un registro. Los registros sobre las fuentes de agua son concedidos a las familias o comunidades indígenas y locales y tienen como finalidad garantizar el acceso al agua para el uso doméstico o la agricultura tradicional.

**Ley 1333 de Medio Ambiente:** Determina la política nacional ambiental para mejorar la calidad de vida de la población y racionalizar el uso del agua, suelo, aire y otros recursos naturales para garantizar su disponibilidad a mediano y largo plazo. Establece los criterios y acciones para la preservación del agua natural, protegiendo en particular su explotación y contaminación, producto de cualquier actividad pública o privada (Quilla Garcia, 2011).

#### ***1.2.3.1 Reglamento en materia de contaminación hídrica***

Mediante Decreto Supremo N° 24176 de 8 de diciembre de 1995 se aprueba la reglamentación de la Ley de Medio Ambiente, conformada por seis reglamentos, entre estos reglamentos se encuentra el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (RMCH), el cual se constituye en una disposición legal en lo referente a la prevención y control de la contaminación hídrica, en el marco del desarrollo sostenible. Así, define el sistema de control de la contaminación hídrica y los límites permisibles de los potenciales elementos contaminantes, así como las condiciones físico químicas que debe cumplir un efluente para ser vertido en uno de los cuatro tipos de cuerpos receptores definidos.

Este reglamento se aplica a toda persona natural o colectiva, pública o privada, cuyas actividades industriales, comerciales, agropecuarias, domésticas, recreativas y otras que puedan causar contaminación de cualquier recurso hídrico (Huanca Apaza, 2011), así mismo se subdivide en los siguientes apartados:

- Objeto y ámbito de aplicación

- Clasificación de cuerpos de agua
- Marco Institucional
- Descarga de efluentes en cuerpos de Agua
- Prevención y control de la contaminación; y conservación de la calidad hídrica
- Sistemas de tratamiento
- Infracciones y sanciones administrativas

Debido al tema que se aborda en la presente monografía haremos hincapié en los siguientes apartados:

**Descarga de efluentes en cuerpos de Agua:** El RMCH en sus artículos 16, 17 y 18 establece que la autorización para que una AOP's realice descargas estará incluida en la Declaración de Impacto Ambiental (DIA), en la Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA) y en el Certificado de Dispensación.

Así mismo, con respecto a las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado el ARTÍCULO 19º señala que: “las obras, proyectos y actividades que estén descargando o planeen descargar aguas residuales a los colectores del alcantarillado sanitario de los Servicios de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado o de parques industriales, no requerirán permiso de descarga ni la presentación del informe de caracterización en las siguientes situaciones:

a) las obras, proyectos o actividades en proceso de operación o implementación deberán incluir, en el MA fotocopia legalizada del contrato de descarga a los colectores sanitarios suscrito con los Servicios de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado o administraciones de parques industriales correspondientes;

b) las obras, proyectos o actividades que planeen descargar sus aguas residuales en el alcantarillado sanitario de un Servicio de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado o parque industrial, deberán cumplir en su EEIA, en lo que fuese aplicable.

Los Artículos 16º al 21º respecto a la autorización para descargar efluentes en cuerpos de agua, según sus características, implica un trámite y procedimiento administrativo legal; supone documentos como DIA, DAA, el Certificado de Dispensación entre otros, además de un informe de caracterización de aguas residuales (Huanca Apaza, 2011).

**Prevención y control de la contaminación; y conservación de la calidad hídrica:** El tema de prevención y control de la contaminación en cumplimiento a Ley N°1333 el ARTÍCULO 34° regula la descarga de aguas residuales a la intemperie o a cuerpos de agua mediante autorización y control de los gobiernos departamentales de acuerdo a valores máximos establecidos en el ARTÍCULO 35° en la clasificación de aguas de los cuerpos receptores.

El tratamiento legal que da el RMCH en caso de que un cuerpo de agua o sección de un cauce receptor tenga uno o más parámetros con valores mayores a los establecidos según su clase, según el ARTÍCULO 36° la Instancia Ambiental Departamental deberá investigar y determinar los factores que originan esta elevación, para la adopción de las acciones que mejor convengan, con ajuste a lo establecido en el Reglamento de Prevención y Control Ambiental (Huanca Apaza, 2011).

**Sistemas de Tratamiento:** Este apartado está regulado por los ARTÍCULOS 54°, 55°, 56°, 57°, 58°, 59°, 60°, 61° y 62°, en los cuales se identifica como sujetos procesales a la instancia ambiental departamental y administrativos al representante legal.

Respecto a los Sistemas de tratamiento el Artículo 54° señala expresamente que está bajo la total responsabilidad de su representante legal. Ante un eventual incumplimiento de las condiciones de funcionamiento deben ser subsanadas conforme el Artículo 55°; asimismo señala ideales como la instalación de plantas de tratamiento y sus características en los Artículos 56°, 57° y 58°, inclusive señala la modalidad de control de las descargas a cuerpos receptores sin exceder los límites máximos permisibles en los Artículos 59°, 60°, 61° y 62°.

En cuanto a la conservación de aguas subterráneas los ARTÍCULOS 63°, 64°, 65° y 66° distingue el control entre los pozos someros de uso doméstico familiar y la extracción de aguas subterráneas con calidad para el consumo humano por medio de pozos profundos, requerirá de la DIA o DAA.

En caso de poner en riesgo la calidad del agua o poner en riesgo la salud de la población; de tal modo que la recarga directa o inyección de aguas residuales crudas o tratadas en acuíferos deben cumplir con los límites máximos permisibles establecidos para la clase del acuífero (Huanca Apaza, 2011).

### **1.3 Las edificaciones**

#### **1.3.1 Concepción**

En la presente revisión se hará especial hincapié en la construcción sostenible, cuyo término abarca no sólo los edificios, sino también abarca el entorno en el cual se encuentran dichos edificios y la manera cómo se integran estos para formar las ciudades, además de esto toma en cuenta la implementación de criterios de sostenibilidad, los cuales llevan a la utilización razonada y eficiente de la energía, del agua, los recursos y de materiales no perjudiciales para el medioambiente durante la construcción (Ramirez, 2013).

#### **1.3.2 Etapas de la construcción y operación de edificios**

En general las etapas de construcción de un edificio pueden resumirse de la siguiente manera:

- Trabajos preliminares
- Cimentación
- Drenaje exterior
- Drenaje general
- Estructura de concreto
- Firmes de concreto
- Acabados en piso
- Acabados en muros
- Acabados plafones
- Acabados de azotea
- Muebles y accesorios para los baños
- Aluminio y vidrio
- Carpintería
- Herrería
- Instalación eléctrica
- Instalación hidráulica y sanitaria
- Redes y telefonía
- Mobiliario y obra exterior

- Limpieza (Rojas León, 2005).

En la etapa de operación de un edificio se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- a) Descripción general del tipo de servicios y o productos que se blindarán en las instalaciones.
- b) Volumen y tipo de agua a utilizar (cruda v/o potable) y su fuente de suministro.
- c) El tipo de residuos que se generaran ya sean líquidos, sólidos, así como las emisiones en la atmosfera. (Rojas León, 2005)

### 1.3.3 Impactos ambientales generados por la construcción y operación de edificios

De manera general mencionaremos los principales impactos que de acuerdo al análisis de diferentes autores en el tema realizado por Enshassi, Kochendoerfer & Rizq (2014) se pueden generar en la mayoría de proyectos de construcción:

#### a) Efecto en el ecosistema

- Contaminación por ruido o acústica
- Generación de polvo con la maquinaria de construcción
- Contaminación del suelo
- **Sustancias suspendidas en el agua tales como plomo y arsénico (Toxicidades transmitidas por el agua)**
- Contaminación del aire o atmosférica
- Uso del suelo
- Operaciones con remoción de la vegetación
- Emisión de COV y CFC
- Generación de residuos inertes
- Operaciones con alto potencial de erosión del suelo
- **Contaminación del agua**
- **Agua inerte y contaminación de aguas subterráneas**
- Alteración del paisaje
- Generación de tóxicos
- Emisión de gases de efecto invernadero
- Cambio climático
- **Vertido de aguas residuales**

- Gases que agotan el ozono
- Calentamiento global
- Emisiones de CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CO y NO<sub>x</sub>
- Partículas en suspensión
- Acidificación y calor residual
- Eutrofización
- Esmog fotoquímico
- Consumo innecesario en edificaciones
- Los impactos ambientales de las edificaciones durante toda su vida útil están reconocidos como un problema grave para la industria de la construcción.
- Malos olores
- Emisión de gases causada por el movimiento de los vehículos y de la maquinaria de construcción
- **Vertido de aguas provenientes de la ejecución de las fundaciones y muros de contención**
- Vibraciones provocadas por las actividades de la obra
- **Rotura de tuberías subterráneas (cables eléctricos, líneas telefónicas, tuberías de agua)**

b) **Efecto sobre los recursos naturales:**

- Recursos para el transporte
- **Uso de recursos de agua**
- Extracción de materias primas
- Consumo de energía
- Consumo de materias primas
- Agotamiento de los recursos
- Incremento del tráfico rutero externo por el transporte hacia la obra en construcción
- Agotamiento de combustibles fósiles
- **Aguas subterráneas**
- **Deterioro de los recursos**
- **Importante consumo de recursos renovables y no renovables**

- Consumo de electricidad

c) **Efecto en la comunidad**

- Condición higiénica de la obra
- Efectos en la salud pública
- Víctimas
- Trastornos sociales
- Seguridad pública

En cuanto al recurso agua podemos advertir que en la construcción y operación de un edificio se debe tener en cuenta los siguientes aspectos en los posibles impactos a ser controlados:

- Presión a la fuente de abastecimiento: dependiendo la fuente de abastecimiento, si se trata de la red pública, o de pozos, ríos o represas, la construcción y operación de un edificio puede presionar gravemente esta fuente, debido a los volúmenes de agua necesario para estas actividades.
- Consumo: hay que tener en cuenta el volumen y tipo de consumo, la utilización del agua, los aforos y tratamientos previos que se realicen.
- Carga contaminante: hay que considerar el punto de descarga, el caudal y la carga contaminante de las descargas. Se debe tener en cuenta los siguientes parámetros del agua: temperatura, pH, conductividad eléctrica, DBO, DQO, sólidos en suspensión, grasas y aceites, hidrocarburos totales, fenoles, sulfuros y sulfatos, y metales pesados.
- Sistemas de tratamiento y destino de aguas residuales: se deben tener en cuenta el proceso de depuración de las aguas residuales y su destino final.
- Destino de las aguas pluviales: las aguas pluviales si no están contempladas en las instalaciones del edificio pueden producir arrastres de contaminantes y transporte de estos a zonas no contaminadas. (Uresandi Ibarro, Navarro Montejó, San Martín Zorrilla, & Villanueva Villamor, 1999)

#### **1.4 Buenas prácticas para una construcción amigable con el medio ambiente**

A continuación, se mencionan algunas prácticas para realizar una construcción amigable con el medio ambiente, las cuales son reunidas por Generación Verde (2017):

- a) **Uso de energía solar:** Especialmente en los entornos urbanos los techos de los edificios son excelentes lugares para la ubicación a gran escala de paneles y calentadores de agua solares, esto con el fin de producir electricidad y agua caliente. Entre las ventajas de estas medidas están que los paneles solares funcionan con energía renovable y una vez instalado el mantenimiento es mínimo y su vida útil es de aproximadamente 25 años; se logra un gran ahorro de gas y electricidad, aproximadamente de un 70% anualizado.
- b) **Reducción en el consumo de agua:** Debido a que la construcción, en especial de edificios, aumenta el consumo de agua, se debe promover en estos el uso racional de este recurso basándose en el ahorro, la eficiencia, el reciclaje y la reutilización. Una solución para este problema son la instalación de los captadores de agua de lluvia, a que si se captará la mayor cantidad posible de la lluvia se podría ahorrar de 10% a 15% del agua que se consume en las edificaciones.
- c) **Ahorro energético:** Se debe considerar un adecuado aislamiento y criterios bioclimáticos en el diseño de edificios y en el planeamiento urbanístico para de esta manera reducir y evitar el uso de aires acondicionados. Una alternativa para reducir la demanda de energía para climatización en edificios es mediante la implementación de jardines verticales y terrazas con jardines.
- d) **Construcción sostenible:** El diseño del proyecto debe tener en cuenta el entorno, potencializando la utilización de materiales en cuya extracción no se haya producido un deterioro del medio ambiente, como la madera certificada FSC.
- e) **Reutilizar materiales:** Aprovechar los materiales desmontados durante las tareas de derribo que puedan ser utilizados posteriormente, reutilizar los recortes de piezas cerámicas, azulejos, etc.
- f) **Minimizar residuos:** Evitar las compras excesivas, el exceso de embalajes, etc., y evitar que los materiales se conviertan en residuos por acopios, transporte o manipulación inadecuados.
- g) **Recuperación de energía de residuos:** En nuestro contexto esta práctica es casi inexistente, pero consiste en llevar a centrales de incineración aquellos residuos que puedan servir de combustible para la producción de energía.

### **1.4.1 Normativa boliviana con respecto al manejo eficiente del agua en la construcción de edificaciones**

En cuanto a la normativa boliviana no existe una normativa específica con respecto a la construcción amigable con el medio ambiente, sino que esta se encuentra implícita en las recomendaciones de la “Guía Boliviana de construcción de edificaciones” (MOPSV, 2015), en este caso desarrollaremos aquellas recomendaciones relacionadas con el manejo eficiente del recurso agua en este tipo de construcciones, puesto que la guía antes mencionada es clara en especificar que las Instalaciones de Sistemas Sanitarios deberán cumplir con las Normas Técnicas y Reglamentos vigentes referidos a instalaciones sanitarias, alcantarillado sanitario y pluvial, espáticamente la Norma Boliviana NB 688 y norma técnica NB 689, así como el Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias – RENISDA.

La “Guía Boliviana de construcción de edificaciones” (MOPSV, 2015), en sus artículos 146 al 164 especifica que las instalaciones sanitarias deben tener las siguientes características para llevar a cabo un buen manejo del agua:

- **MEDIDOR DE AGUA POTABLE.**
- **TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA:** específicamente en lugares donde el agua potable tenga una presión inferior a 10 metros de columna de agua en la acometida.
- **TUBERIAS, CONEXIONES Y VÁLVULAS PARA AGUA POTABLE.**
- **INSTALACIONES HIDRAÚLICAS:** las cuales deberán tener llaves de cierre automático y economizadores de agua; los tanques de los inodoros deberán tener una descarga máxima de 6 litros en cada uso. Las duchas y los mingitorios, tendrán una descarga máxima de 10 litros por minuto y llaves de apertura y cierre de agua que evite su desperdicio, así mismo los lavamanos, tinas, lavaderos de ropa y lavaplatos, tendrán llaves que consuman máximo de 10 litros por minuto.
- **EDIFICACIONES QUE DEMANDEN CONSUMO DE AGUA MAYOR A 200 m<sup>3</sup>:** en este caso para evitar un mal manejo del recurso agua el establecimiento de instalaciones sanitarias debe contener estudios de factibilidad de tratamiento y reutilización de aguas residuales sujetándose a lo dispuesto por la Ley del Medio Ambiente

- **INSTALACIONES SANITARIAS:** Se debe prever la captación uso y reutilización de aguas pluviales para estas instalaciones.
- **PENDIENTE MÍNIMA DE TUBERIAS DE DESAGUE:** Esta debe tener una pendiente mínima de 2%.
- **PROHIBICIÓN DE USO DE CANALES:** En este sentido está prohibido el uso de canales que descarguen aguas servidas o pluviales, fuera de los límites propios de cada predio que afecten a la vía pública. Se debe prever que el proyecto contemple la conexión a sistemas de servicios públicos.
- **EVACUACIÓN DE AGUAS:** Se debe prever deberán que el sistema de desagüe fuera del predio de la edificación tenga 100 milímetros de diámetro como mínimo, contar con una pendiente mínima de 2%.
- **CAJAS INTERCEPTORAS, CÁMARAS DE INSPECCIÓN Y CAJAS DE REGISTRO, CÁMARAS SÉPTICAS:** Se debe prever la instalación de estas obras, así como el uso de cámaras sépticas de transformación rápida y pozos absorbentes, exclusivamente en zonas donde no exista red de alcantarillado público, previa autorización de la autoridad competente (MOPSV, 2015).

#### **1.4.2 Alternativas eficientes para el manejo eficiente del agua durante las etapas de construcción y operación de un edificio**

Entre las medidas para el manejo eficiente del agua tenemos las siguientes:

- Contemplar el reaprovechamiento de aguas de lluvia para el riego u otros usos, disminuyendo la extracción del medio
- Contemplar el tratamiento de aguas residuales para depurarlas antes de reingresarlas al ambiente
- Adoptar estrategias para minimizar el consumo de agua para uso doméstico (grifos, descargas de inodoros, duchas, lavadoras y lavavajillas eficientes, reductores de caudal y/o presión)
- Evitar la utilización de nuevos materiales extraídos del medio (Monterotti, 2013)

Así mismo, una medida que está tomando fuerza para el manejo del agua durante la etapa de operación de un edificio es el reciclaje de esta mediante sistemas descentralizados, a continuación, citamos algunos sistemas que son ampliamente utilizados en el exterior de nuestro país:

- El sistema BRAC: Este sistema fue desarrollado por BRAC – Systems Central / Sur América por la empresa Fuentes Calientes S.A. con sede en Costa Rica, está enfocado a la captación de agua de las duchas, lavamanos y lavandería y redirigir estos a los tanques de los inodoros. Este sistema permite reducir el consumo de agua en un tercio (BRAC-Systems, 2021).
- GreyWaterNet. España: esta empresa ha desarrollado un sistema inteligente que se adecua al caudal dinámico de agua que se necesite tratar, además incluye un sistema de purificación por rayos ultravioleta y cloración (Greywaternet, 2021). Este sistema puede ser adaptado o rediseñado para la demanda de pequeños a grandes caudales de agua a tratar.
- Soliclima. España: El sistema tiene un tamaño reducido que puede ser acomodado en una vivienda con facilidad, o en una bodega, su funcionamiento se basa en un filtrado biomecánico libre de elementos químicos, mediante esterilización a través de una lámpara de rayos ultravioleta. La ventaja de este sistema es que es modular, y puede ser ampliado o reducido de acuerdo a la demanda del caudal de agua a ser tratada (Solliclima, 2021).
- Greyter Water Systems (Aqua2use): es una empresa con gran influencia en el área de sistemas para la reutilización de aguas grises. Esto debido a que tiene una mayor gama de productos entre los que destaca Aqua2use, el cual fue diseñado para filtrar en sus diferentes capas de estera, el agua de la ducha, lavandería y bañera, para posteriormente desviarla hacia el sistema de riego por goteo del usuario (Water Wise Group, 2021).

## CAPÍTULO II

### 2 Análisis y tratamiento de la información y conclusiones

#### 2.1 Análisis y tratamiento de los datos y fuentes de información

Respondiendo a los objetivos planteados en esta monografía, podemos resumir las actividades de la construcción de edificios de acuerdo a Rojas Leon (2005), como las siguientes: trabajos preliminares, cimentación, drenaje exterior, drenaje general, estructura de concreto, firmes de concreto, acabados en piso, acabados en muros, acabados plafones, acabados de azotea, muebles y accesorios para los baños, aluminio y vidrio, carpintería, herrería, instalación eléctrica, instalación hidráulica y sanitaria, redes y telefonía, mobiliario y obra exterior, limpieza.

Entre los principales impactos que genera la construcción y operación de un edificio se encuentran:

##### a) Efecto en el ecosistema

- Sustancias suspendidas en el agua tales como plomo y arsénico (Toxicidades transmitidas por el agua)
- Contaminación del agua
- Agua inerte y contaminación de aguas subterráneas
- Vertido de aguas residuales
- Vertido de aguas provenientes de la ejecución de las fundaciones y muros de contención
- Rotura de tuberías subterráneas (cables eléctricos, líneas telefónicas, tuberías de agua)

##### b) Efecto sobre los recursos naturales:

- Uso de recursos de agua
- Aguas subterráneas
- Deterioro de los recursos
- Importante consumo de recursos renovables y no renovables

Así mismo se debe tomar en cuenta estos impactos a ser controlados con mayor detalle: Presión a la fuente de abastecimiento, consumo, carga contaminante, sistemas de tratamiento y destino de aguas residuales y el destino de las aguas pluviales.

A partir de la revisión de la legislación boliviana concerniente a los IRAP's se pudo evidenciar que la integración de procedimientos manejo eficiente del agua durante las etapas de construcción y operación de un edificio como medidas de mitigación dentro del PPM-PASA, se la puede realizar en los puntos 4 y 5 de ese instrumento.

Esto se debe a que en punto el 4 primero se realiza la identificación y evaluación de impactos ambientales en base a las actividades del proyecto y situación ambiental actual para posteriormente en el punto 5 plantear las medidas de prevención y mitigación ambiental.

De acuerdo a la bibliografía revisada entre las principales medidas para mitigar estos impactos están: el uso de energía solar, la reducción en el consumo de agua, el ahorro energético, la construcción sostenible, el reutilizar materiales, el minimizar residuos y la recuperación de energía de residuos.

Estas medidas pueden ser establecidas como lineamientos para su integración como medidas de preventivas y correctivas, mediante la aplicación del PPM-PASA de la siguiente manera:

**Tabla 6: Medidas de mitigación durante la etapa de construcción y operación de un edificio**

IMPACTO AMBIENTAL	MEDIDA DE MITIGACIÓN
Sustancias suspendidas en el agua tales como plomo y arsénico (Toxicidades transmitidas por el agua)	Contemplar el tratamiento de aguas residuales para depurarlas antes de reingresarlas al ambiente
Contaminación del agua	Purificación de agua.
Agua inerte y contaminación de aguas subterráneas	Purificación de agua.
Vertido de aguas residuales	Purificación de agua.
Vertido de aguas provenientes de la ejecución de las fundaciones y muros de contención	Purificación de agua.

IMPACTO AMBIENTAL	MEDIDA DE MITIGACIÓN
Rotura de tuberías subterráneas (cables eléctricos, líneas telefónicas, tuberías de agua)	Labores de mantenimiento y refacción de tuberías
Uso de recursos de agua	Instalar equipo de bajo consumo (inodoros, duchas, lavadoras de bajo consumo).
Aguas subterráneas	
Deterioro de los recursos	Evitar la utilización de nuevos materiales extraídos del medio Riego eficiente de jardines. Manejo de piscinas. Uso de plantas nativas.
Importante consumo de recursos renovables y no renovables	Contemplar el reaprovechamiento de aguas de lluvia para el riego u otros usos, disminuyendo la extracción del medio. Instalar equipo de bajo consumo (inodoros, duchas, lavadoras de bajo consumo).
Presión a la fuente de abastecimiento	Contemplar el reaprovechamiento de aguas de lluvia para el riego u otros usos, disminuyendo la extracción del medio. Instalar equipo de bajo consumo (inodoros, duchas, lavadoras de bajo consumo). Riego eficiente de jardines. Manejo de piscinas. Uso de plantas nativas.

## Conclusiones

A partir de la revisión de literatura especializada en el área podemos concluir lo siguiente, si bien el manejo del recurso agua en las etapas de construcción y operación de edificios no se encuentra normado de manera específica en la Legislación Ambiental de Bolivia, este puede ser integrado de la mejor manera dentro del PPM-PASA.

Para lograrse esta integración se debe primero identificar aquellos impactos relacionados con el recurso agua dentro de la construcción de cada edificio en específico, esto con el fin de plantear aquellos procedimientos que puedan ser considerados como medidas de mitigación de cada uno de los impactos identificados, siendo las principales medidas de mitigación:

- Contemplar el tratamiento de aguas residuales para depurarlas antes de reingresarlas al ambiente
- Purificación de agua.
- Labores de mantenimiento y refacción de tuberías
- Instalar equipo de bajo consumo (inodoros, duchas, lavadoras de bajo consumo).
- Evitar la utilización de nuevos materiales extraídos del medio
- Riego eficiente de jardines. Manejo de piscinas. Uso de plantas nativas.
- Contemplar el reaprovechamiento de aguas de lluvia para el riego u otros usos, disminuyendo la extracción del medio.

## Bibliografía

- BRAC-Systems. (2 de Septiembre de 2021). *BRAC-Systems*. Obtenido de Acerca de nosotros: <http://www.brac-systems.com/nosotros.html>
- Comisión Europea. (2003). *Hacia la gestión sostenible de los recursos hídricos: Un enfoque estratégico*. Bruselas.
- Enshassi, A., Kochendoerfer, B., & Rizq, E. (2014). Evaluación de los impactos medioambientales de los proyectos de construcción. *Revista Ingeniería de Construcción RIC*, 234-254.
- Espinoza, G. (2007). *Evaluación de Impacto Ambiental*. Santiago: BID-CED.
- Fernández Cirelli, A. (2012). El agua: un recurso esencial. *Química Viva*, 147-170.
- Generación Verde. (21 de Abril de 2017). *Generación Verde*. Obtenido de <https://generacionverde.com/blog/arquitectura-sustentable/7-medidas-para-reducir-el-impacto-ambiental-de-una-construccion/>
- Gomez Bastar, S. (2012). *Metología de la investigación*. Tlalnepantla: Red Tercer Milenio.
- Greywaternet. (5 de Octubre de 2021). *Greywaternet*. Obtenido de Sistema tratamiento aguas grises: <http://www.greywaternet.com/sistemas-tratamiento-aguas.html>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. d. (2014). *Metodología de la investigación*. Mexico: McGraw-Hill.
- Huanca Apaza, V. (2011). *Insuficiencia del Reglamento en materia de contaminación hídrica para la protección y conservación de aguas superficiales (Tesis de grado)*. La Paz: UMSA.
- Monterotti, C. (2013). *Análisis y propuesta sobre la contribución de las herramientas de evaluación de la sostenibilidad de los edificios a su eficiencia ambiental (Tesis doctoral)*. Cataluña: Universitat Politècnica de Catalunya.
- MOPSV. (2015). *Guía Boliviana de Construcción de Edificaciones*. La Paz: Grupo Impresor.
- PACHABOL Consulting. (12 de Octubre de 2018). *Programa de Prevención y Mitigación y el Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental*. Obtenido de

Pachabol: <https://sites.google.com/view/pacha-consulting-bolivia/nuestros-servicios/ppm-pasa>

Quilla Garcia, P. A. (2011). *Predicción del consumo de agua en la ciudad de La Paz mediante redes neuronales artificiales (Tesis de grado)*. La Paz: UMSA.

Ramirez, A. (2013). La construcción sostenible. *Física y Sociedad*, 30-33.

Rojas León, F. J. (2005). *Informe Preventivo de Impacto Ambiental del CENTIA*. San Andres de Cholula: UDLAP.

Silva, C., Troya, V., Inchausty, V. H., & Pazmiño, A. (2008). *Agua para la vida*. Quito: IUCN.

Soliclima. (8 de Agosto de 2021). *Soliclima. Energia solar*. Obtenido de <http://www.soliclima.es/aguas-grises>

Uresandi Ibarrodo, J., Navarro Montejo, F. J., San Martín Zorrilla, A., & Villanueva Villamor, J. A. (1999). *Construcción y medio ambiente*. Bilbao: Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco.

Water Wise Group. (12 de Noviembre de 2021). *Aqua2use Greywater*. Obtenido de <https://waterwisegroup.com/greywater-articles/>

World Meteorological Organization. (1992). Conferencia internacional sobre el agua y el medio ambiente : cuestiones de desarrollo para el siglo 21. *WMO* (págs. 5-34). Dublín: World Meteorological Organization.