



UNIVERSIDAD DE TALCA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE TECNOLOGÍA MÉDICA

IMPACTO AMBIENTAL DEL DESARROLLO HUMANO Y SISTEMAS DE GESTIÓN
AMBIENTAL IMPLEMENTADOS EN DISTINTAS UNIVERSIDADES

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO
DE LICENCIADO EN TECNOLOGÍA MÉDICA

AUOR: HELENE ROCÍO SALINAS MARCHANT
PROFESOR GUÍA: TM MG. Cs MARCELA VASQUÉZ ROJAS

TALCA – CHILE

2020

CONSTANCIA

La Dirección del Sistema de Bibliotecas a través de su unidad de procesos técnicos certifica que el autor del siguiente trabajo de titulación ha firmado su autorización para la reproducción en forma total o parcial e ilimitada del mismo.



Talca, 2021

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por su amor incondicional y perfecto que me sostuvieron cada día durante estos largos años.

A mis padres Guillermo y Rosa por su gran amor, por darme alas para cumplir mis sueños, por levantarme cuando el camino se hizo difícil y por enseñarme que con perseverancia todo se puede.

A mis hermanas, Katherine y Stefany, por ser mi soporte emocional apoyándome en los momentos en que me sentí derrotada, por animarme siempre a seguir adelante y nunca rendirme. Agradezco a mi hijo Alejandro por ser mi motor, por alegrar mis días y mi vida.

ÍNDICE

1. RESUMEN	4
2. INTRODUCCIÓN	5
3. OBJETIVOS	6
4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	7
4.1 Impacto ambiental del desarrollo humano	7
4.2. Impacto ambiental del quehacer humano en Chile	9
4.3 Definición de residuos	11
4.3.1 Clasificación de Residuos	12
4.3.2 Métodos para la evaluación del impacto ambiental	18
4.4 Impacto ambiental del quehacer universitario y los laboratorios docentes del área científica	21
4.4.1 Generación de residuos	21
4.4.2 Gastos de recursos	23
4.4.3 Estrategias para el manejo sustentable de residuos	26
4.4.4 Buenas Prácticas de Laboratorio (BPL) implementados en instituciones de educación superior	32
4.4.5 Medidas básicas de seguridad en los laboratorios docentes	34
4.5 Sistemas de Gestión Ambiental implementados en universidades	38
5. CONCLUSIONES	52
6. BIBLIOGRAFIA	54

1. RESUMEN

En los últimos años, se han producido diversos efectos al medio ambiente que han traído como consecuencia una gran problemática al ecosistema, cuyo origen se encuentra una inadecuada relación entre ser humano y naturaleza.

En los laboratorios experimentales de docencia universitarios se realizan actividades de prácticas y se emplean diferentes metodologías para el aprendizaje de las materias, produciéndose la generación de residuos peligrosos y no peligrosos. Estos residuos favorecen un impacto negativo en el medio ambiente y la salud del ser humano.

Actualmente son muchas las universidades que crean un programa de gestión ambiental para el manejo de los residuos que se generan en los laboratorios docentes y de investigación. Este sistema consiste en una herramienta que controla la mayoría de los aspectos para minimizar o prevenir impactos negativos ambientales producto de las actividades desarrolladas dentro de un laboratorio.

En el presente trabajo se da a conocer información acerca del impacto ambiental producto del quehacer humano y como las Instituciones de Educación Superior emplean diferentes métodos y sistemas de gestión ambiental para mitigar la generación de residuos y disminuir futuros efectos negativos sobre medio ambiente y la salud.

2. INTRODUCCIÓN

Las carreras científicas, de salud o de investigación requieren en su formación una preparación teórica-práctica, permitiendo a los alumnos aplicar sus conocimientos teóricos a través de acciones experimentales, con el fin de desarrollar habilidades e identificar los sucesos cotidianos a los que se van a enfrentar como profesionales de la salud.

En los laboratorios experimentales de docencia se realizan actividades de prácticas y se emplean diferentes metodologías para el aprendizaje de las materias, produciéndose la generación de residuos peligrosos y no peligrosos, tales como: sustancias tóxicas, reactivos químicos y materiales biológicos. Estos residuos generan un impacto negativo en el medio ambiente, ecosistema, biodiversidad y la salud del ser humano. A nivel mundial se han implementado diferentes estrategias para disminuir dichos impactos.

Por lo mencionado anteriormente, se debe tener presente y reflexionar acerca de las medidas y protocolos relacionados a los procedimientos o actividades que se desempeñan en las instituciones académicas para impartir la docencia. La importancia de evaluar el impacto ambiental conlleva a evitar agresiones al medio ambiente y conservar nuestros recursos naturales.

3. OBJETIVOS

Objetivo General

Disponer de información actualizada sobre el impacto ambiental del desarrollo humano y los Sistemas de Gestión Ambiental de Instituciones de Educación Superior.

Objetivos Específicos

- ✚ Describir generalidades del impacto ambiental del quehacer humano.

- ✚ Caracterizar los residuos que se generan en laboratorios docentes de Educación Superior y su impacto en el ambiente en base a la bibliografía revisada.

- ✚ Comparar los sistemas de gestión ambiental implementados en algunas Instituciones de Educación Superior Nacionales y Extranjeras.

4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

4.1 Impacto ambiental del desarrollo humano

Durante las últimas décadas, se ha plasmado la existencia de una crisis ambiental y antropológica en cuyo origen se encuentra una inadecuada relación entre ser humano y naturaleza, heredada en gran parte, de desarrollos erróneos de la modernidad (1).

El término de impacto ambiental (IA) corresponde a la alteración o modificación que produce una actividad humana en el medio ambiente. Sin embargo, no se suele aplicar el término impacto a las alteraciones ambientales producidas por fenómenos naturales (2).

Otra definición para impacto ambiental involucra los efectos adversos sobre los ecosistemas, el clima y la sociedad debido a las actividades, como la extracción excesiva de recursos naturales, la disposición inadecuada de residuos, la emisión de contaminantes y el cambio de uso del suelo, entre otros (3).

En los últimos años, se han producido diversos efectos al medio ambiente que han traído como consecuencia una gran problemática al ecosistema, estos efectos implican la necesidad de incorporar y establecer la variable ambiental como componente principal de garantía del avance hacia un mejor progreso. También nace el concepto de desarrollo sostenible, cuyo objetivo es la incorporación de estas variables, en una concepción global y postular que no puede haber progreso sólido y estable si no existe una preocupación de la sociedad en su conjunto, por la conservación ambiental (2).

La protección ambiental y el progreso económico son aspectos que se relacionan entre sí, sin un amparo apropiado del medio ambiente, el crecimiento económico se vería afectado. De esta forma la evaluación de impacto ambiental (EIA) establece un diseño o implementación sostenible con el fin de incorporar proyectos y programas que antes no han sido implementados. La evaluación de impacto ambiental se entiende como un proceso de análisis que anticipa los futuros impactos ambientales negativos y positivos de acciones humanas permitiendo seleccionar las alternativas que, cumpliendo con los objetivos propuestos, maximicen los beneficios y disminuyan los impactos no deseados (2).

El efecto negativo del quehacer humano se ha asociado a la degradación ambiental producto de las actividades presentes en la sociedad. Sin embargo, hoy en día, la magnitud e intensidad de la influencia humana y sus consecuencias no tienen precedentes en la historia del planeta (4).

A finales del siglo XX, los cambios provocados en el ecosistema debido a las necesidades humanas e industriales han sido los más rápidos desde el surgimiento como ser humano. Durante este período que corresponde al desarrollo económico, tecnológico e industrial ha generado la destrucción de hábitats, apropiación del agua dulce y la producción de los ecosistemas, recursos esenciales para toda la vida en el planeta (4).

En América Latina, Asia y África, la biodiversidad se ha visto afectada por la sobreexplotación a tal punto que un tercio de las especies ya se ha perdido debido a la contaminación de sus aguas dulces. Como consecuencia un 58% de los peces se han extinguido y un 38% de la biodiversidad terrestre ha desaparecido (5).

Por otro lado, la rápida urbanización y crecimiento de la población genera altas concentraciones de contaminantes del aire en las grandes ciudades del mundo, que sobrepasan los límites declarados como seguros por la Organización Mundial de la Salud

(OMS) y se proyecta que el número de muertes por exposición a partículas suspendidas hacia el año 2050 alcanzará los 3.6 millones de personas al año en el mundo. Por otra parte, los países con altos ingresos están generando la mayor cantidad de desechos en nivel mundial. La región de Asia oriental y el Pacífico son responsable de producir cerca de un cuarto de todos los residuos, tal como lo muestra a continuación la figura n°1 (5,6).

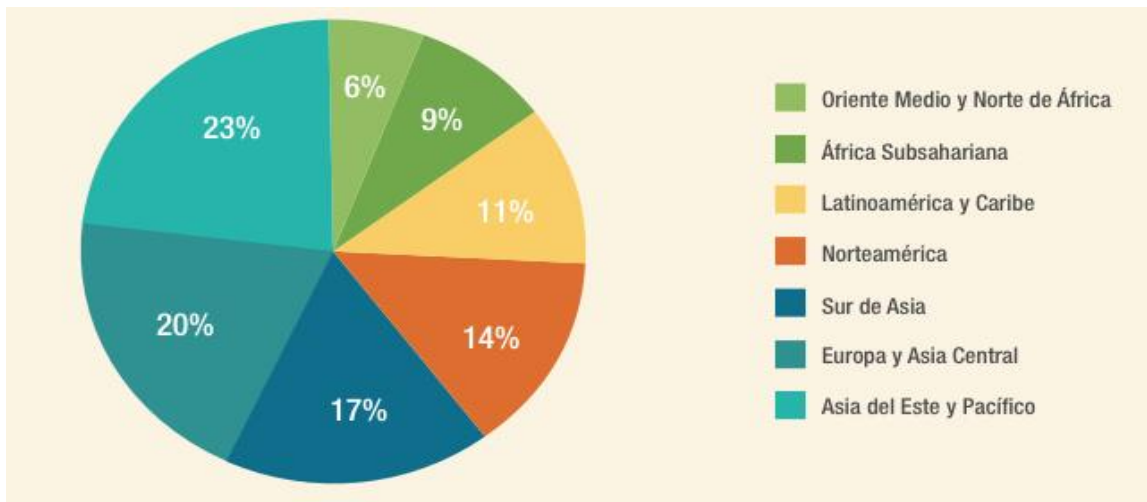


Figura n°1: Generación de residuos por región. El gráfico visualiza el porcentaje de residuos generados a nivel mundial. Tomado de (Banco Mundial. 2016. (6)).

4.2. Impacto ambiental del quehacer humano en Chile

Chile no está exento del quehacer humano, en las zonas urbanas la contaminación del ambiente es constantemente alta, en algunas zonas la escasa agua disponible está contaminada, las emisiones de gases se han incrementado en un 23% lo cual es considerado uno de los porcentajes más altos entre los países miembros de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), causado por una mala gestión del recurso natural y una serie de procesos en la que interfiere el hombre. Por su parte, la expansión de zonas agrícolas, el crecimiento urbano y los incendios forestales han provocado la pérdida

de la vegetación nativa del país alterando gran parte del ecosistema. Sumado a lo anterior, Chile ha experimentado un aumento considerable de residuos sólidos producto al manejo irresponsable, alcanzando una generación de 6,5 millones de residuos municipales en el 2009 (7).

La minería en el norte de Chile afecta principalmente a las personas que viven en las cercanías de yacimientos mineros generando diversos problemas en la salud y el medio ambiente, tales como la emisión de gases sulfurosos, contaminación de agua por la emisión de efluentes líquidos con contenido de metales disueltos y el polvo silíceo generado en las minas, el cual puede producir silicosis y enfermedades pulmonares (8).

También como resultado de la actividad minera, se explotan y refinan minerales muy variados cuyos residuos han sido depositados al mar durante muchos años e incluso actualmente llegan a la zona costera, ríos o esteros. Esto significó la continua descarga durante décadas, de una gran variedad de metales pesados (cobre, arsénico, mercurio, cadmio, níquel, zinc), afectado a la biodiversidad marina (9).

A nivel forestal y agrícola se ve afectado por el calentamiento global, la expansión de la agricultura, la extracción de madera e incendios forestales, lo que ha conducido a un agotamiento del recurso forestal nativo. Los incendios forestales han generado un gran impacto negativo afectando la pérdida de vegetación y animales, degradación y erosión de suelo, pérdidas de bosques y contaminación de agua y aire. El suelo afectado por los incendios forestales varía según su origen, pudiendo perjudicar diferentes territorios como lo muestra la figura n°2 (10).

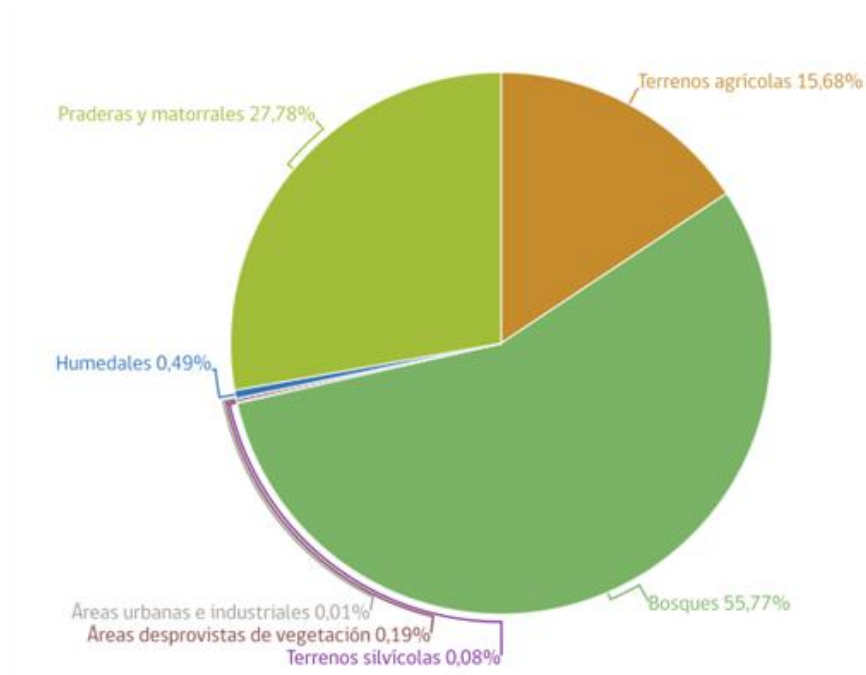


Figura n°2: Superficie afectada por incendios forestales en Chile. El gráfico visualiza la superficie quemada según tipo de uso de suelo durante el año 2018 – 2019. Tomado de (Corporación Nacional Forestal. 2019. (10)).

4.3 Definición de residuos

Muchos conceptos relativos al manejo de residuos existen a nivel internacional, a continuación, se presenta aquella definición utilizada en la legislación de varios países: Residuo es: *“todo material que no tiene un valor de uso directo y que es descartado por su propietario”* (11).

Para el parlamento europeo el término residuo es definido como cualquier *“sustancia u objeto del cual su poseedor se desprenda o tenga la intención u obligación de desprenderse”* (12).

En Chile según la Ley 20.920 define residuo como cualquier “*sustancia u objeto que su generador desecha o tiene la intención u obligación de desechar de acuerdo con la normativa vigente*”. Los residuos son evaluados principalmente a partir del Decreto Supremo 148/2003 (DS 148/2003), a través del cual se analizan los residuos por su peligrosidad (13).

4.3.1 Clasificación de Residuos

Clasificar los residuos que se generan en las múltiples actividades que desarrolla el hombre, puede resultar muy complejo ya que tanto las fuentes que los generan, como la composición misma de los residuos es muy variable, por lo tanto, cada país define sus propias regulaciones para la clasificación de éstos (14).

En Chile los residuos se clasifican según su riesgo y origen tal como se presenta a continuación en la figura n°3.



Figura n°3: Clasificación de residuos en Chile. El esquema visualiza la clasificación de residuos según riesgo y origen. Tomado y adaptado de (Urtubia, E. 2017. (15)).

Descripción de los residuos según origen

- ✚ Residuos sólidos municipales: Corresponden a residuos sólidos que provienen de domicilios y generados en el servicio público y privado, además provenientes de construcciones, áreas verdes y playas (16).


- ✚ Residuos industriales: Residuo resultante de los procesos de fabricación, transformación, utilización, consumo, limpieza y mantenimiento, generados por la actividad industrial. Corresponden a residuos sólidos, líquidos o combinaciones de estos, que, por sus características físicas, químicas o microbiológicas, no pueden asimilarse a los residuos domésticos (17).




- ✚ Residuos Hospitalarios: Son aquellas sustancias, materiales, subproductos sólidos, líquidos, gaseosos, generados en los establecimientos de atención de salud. Se caracterizan por ser muy heterogéneos; algunos de ellos revisten un grado importante de peligrosidad por contener sustancias que comprometen la salud de las personas y afectan al medio ambiente. Residuos de Establecimientos de Atención de Salud (REAS), clasifica los residuos hospitalarios en: especiales, peligrosos, radioactivos y asimilables a domiciliarios (18).

Descripción de los residuos según riesgo

- ✚ Residuos inertes: Aquellos que no presentan transformaciones físicas, ni químicas ni biológicas. No son solubles ni biodegradables, no tienen peligro de combustión y no afectan negativamente a otras materias con las cuales entran en contacto de forma que puedan dar lugar a contaminación del medio ambiente, no suponen ningún riesgo para las aguas superficiales o subterráneas y no perjudican a la salud humana (19).
- ✚ Residuos no peligrosos: Residuos o mezcla de residuos que no pueden provocar graves daños a la salud humana y/o el medio ambiente y puede generar alguna reacción física, química y/o biológica (19).
- ✚ Residuo peligroso: Residuo o mezcla de residuos que representa riesgo para la salud o genera algún efecto adverso al medio ambiente, ya sea directa o indirectamente. Para determinar si un residuo es peligroso debe presentar algunas de las siguientes características que se mencionan en la tabla n°1 (20).

Tabla n°1: Descripción y caracterización de residuos peligrosos

NOMBRE	DEFINICIÓN	CARACTERÍSTICA	PICTOGRAMA	EJEMPLOS
Inflamabilidad	Aquellos que en presencia de un comburente y una fuente de calor se encienden y generan una reacción de combustión.	<p>Pueden ser residuos sólidos, líquidos y gases inflamables.</p> <p>Líquidos inflamables: Con un punto de inflamación inferior a 60 °C.</p> <p>Sólidos inflamables: Se inflaman con facilidad y que pueden provocar fuego por fricción.</p> <p>Gases inflamables: Residuos gaseosos que al combinarse con el aire constituye una mezcla que tiene un punto de inflamación inferior a 61°C.</p>		<p>Madera</p> <p>Gas natural</p> <p>Derivados del petróleo</p> <p>Alcoholes,</p> <p>Hidrocarburos aromáticos, cetonas, aldehídos.</p>
Reactividad	Capacidad potencial de un residuo de combinarse rápidamente con los del medio, liberando de forma violenta compuestos nocivos o energía.	<p>Normalmente son inestables.</p> <p>Reaccionan violentamente con el agua.</p> <p>Forman mezclas explosivas con el agua.</p>		<p>Nitratos, metales alcalinos, Hidruros metálicos.</p>

Corrosividad	Corresponde a los residuos que, cuando entran en contacto con la superficie pueden provocar lesiones.	Es acuoso y tiene un pH inferior o igual a 2 o mayor o igual a 12,5.		Ácidos fuertes, bases fuertes, fenol, bromo, hidracina.
Explosividad	Residuos que, por reacción química, pueden desprender gases a una temperatura, presión y velocidad tales que pueden ocasionar daños a su entorno.	Capacidad detonante o explosiva a 25°C y a 1.03 kg/cm ² de presión.		Peróxidos, cloratos, percloratos, Trinitrotolueno, Permanganato de potasio.
Toxicidad	Residuos que contienen sustancias que en baja concentración pueden causar la muerte o daños a la salud, afectar la flora y fauna, de acuerdo con las formas e intensidades de la exposición.	Principales efectos que producen los residuos tóxicos: Patogenicidad Cancerígenos Irritantes Mutagénicos		Cianuro, arsénico y sales, plomo, polifenoles, plaguicidas, nitrobenzeno.

Tomado y adaptado de (Concha, D. 2016. (20)).

A continuación, en la tabla n°2 se mencionan los principales decretos relacionados con la disposición de residuos, en Chile (21).

Tabla n°2: Normativa vigente para la disposición de residuos en Chile

NORMA	FECHA DE PUBLICACIÓN	MINISTERIO	MATERIA
Decreto 148	16-JUN-2004	MINISTERIO DE SALUD	Aprueba reglamento sanitario sobre manejo de residuos peligrosos.
Decreto 6	04-DIC-2009	MINISTERIO DE SALUD	Aprueba reglamento sobre manejo de residuos de establecimientos de atención de salud (REAS).
Decreto 43	29-MAR-2016	MINISTERIO DE SALUD	Aprueba el reglamento de almacenamiento de sustancias peligrosas.

Tomado y adaptado de (Ministerio del Medio Ambiente. 2015. (21)).

Para reducir al máximo accidentes dentro de un laboratorio y para mitigar la generación de residuos que afecten al entorno y a la salud, es necesario que los establecimientos de educación superior cuenten con laboratorios que se basen en normativas, decretos, leyes y protocolos establecidos por el país para reducir impactos ambientales negativos (21).

4.3.2 Métodos para la evaluación del impacto ambiental

Un impacto ambiental se ve reflejado cuando el medio ambiente es afectado, produciéndose una gran diferencia entre la situación original y actual, debido a una actividad desfavorable en donde no se analizan con anticipación futuros efectos que podrían detonar en un impacto negativo al entorno. Producto de esto, existen métodos que permiten reconocer variables o procesos que pueden ser afectados de manera significativa, perjudicando al ecosistema y provocar impactos socioambientales, por lo que son herramientas indispensables en la elaboración de los estudios de impacto ambiental (22).

En los estudios de impacto ambiental, las metodologías no siempre proveen respuestas específicas a un posible evento, sino que además se requiere de un personal capacitado que coloque en práctica sus conocimientos y experiencia profesional para el correcto análisis de cada método (23).

Existen una variedad de métodos para la evaluación del impacto ambiental, para cada estudio es necesario seleccionar adecuadamente el método más apropiado dependiendo del tipo de estudio y necesidades específica de los que se requiere evaluar y estimar el impacto ambiental. Además, cada método de evaluación va a depender de la legislación, estándares ambientales y programas de cada país. Existen diferentes métodos para la evaluación del impacto ambiental: método de lista, matrices de interacciones, redes, entre otras, tal como lo muestra a continuación la tabla n°3 (24).

Tabla n°3: Métodos de evaluación de impacto de mayor importancia

MÉTODO	AUTORES	DESCRIPCIÓN	DESVENTAJA
Lista de chequeo o verificación	Warner y Bromley	Son métodos descriptivos diseñados con una serie de preguntas en donde se afirma o niega si ocurre un impacto o si cumple con requisitos que deben irse comprobando a medida que avanza el proyecto. Su fin es estructurar la etapa inicial y la identificación de impactos ambientales.	No identifican impactos indirectos, no permiten proyecciones ni probabilidades de ocurrencia, no indican la ubicación del impacto ni los riesgos asociados a ellos.
Redes	Canter	Grupo de métodos que están interconectados o relacionados entre las actividades e impactos resultantes. Generalmente conectan factores ambientales, acciones y etapas del proyecto. Maneja impactos directos e indirectos.	No provee criterios para decidir si un impacto en particular es importante o no, por lo que no toma en cuenta la relevancia del impacto.
Matrices de interacciones	Leopold Warner y Bromley	Son métodos que más se utilizan en la EIA, permiten la representación de los impactos a través de matrices donde relaciona actividades del proyecto con factores ambientales. Pueden mostrar información cuantitativa.	Dificulta para distinguir los impactos directos e indirectos, pueden llegar a ser muy complejos y realizan una calificación parcial del impacto.

Superposición de mapas o Sistema de información geográfico (SIG)	Warner y Bromley Roger F. Tomlinson	Se utiliza para estudios de ordenación territorial, por lo que se elaboran una serie de mapas donde se identifican factores ambientales para indicar área de mayor impacto. La superposición de mapas puede hacerse de forma manual o mediante un sistema de información geográfico, el cual permite identificar, evaluar y presentar impactos ambientales.	Como método manual toma mucho tiempo por lo que se recomienda el uso de SIG, entrega resultados subjetivos, solo considera impactos directos y se enfoca en la probabilidad y duración de los impactos.
Ad Hoc	Warner, Bromley	Estas metodologías consisten en reuniones de expertos y equipos multidisciplinarios que proporcionan directrices y se basan en la experiencia de ellos, son métodos rápidos y fáciles de llevar a la práctica.	No hay análisis sistemático de los impactos, genera resultados subjetivos asociados a la calificación de los atributos de evaluación de impacto y no permiten comparar diferentes tipos de impactos.
Cuantitativo y cualitativo	Método Batelle-Columbus	Estas metodologías se apoyan en el uso de valores numéricos estadísticos y económicos para prever cambios en el ambiente. En el ámbito cualitativo se caracteriza por emplear información descriptiva sobre acciones ambientales.	Dificultan establecer información a largo plazo, requiere una gran cantidad de datos por lo que a veces existe una escasez de información.

Tomado y adaptado de (25,26).

4.4 Impacto ambiental del quehacer universitario y los laboratorios docentes del área científica

4.4.1 Generación de residuos

Los laboratorios de investigación y académicos son de vital importancia para el desarrollo científico y formación de estudiantes de educación superior, pero a su vez, son también generadores de residuos peligrosos, ya sea por su naturaleza, composición, interacción y concentración. Sumado a esto, el manejo inadecuado de los residuos peligrosos y una falta de un plan de manejo de ellos conllevan a la generación y acumulación en el laboratorio, contribuyendo a futuros riesgos potenciales (27).

Por lo tanto, cualquier operación en la que se manipulen productos químicos siempre existirá un inminente riesgo, debido a que, si se manipula una mínima cantidad de éstos, su grado de peligrosidad seguirá existiendo. Si bien, los estudiantes que manejan los residuos peligrosos conocen las normativas y toman las precauciones necesarias para evitar un incidente, muchas veces desconocen como desecharlos y ésta es una de las principales causas de contaminación y daño al medio ambiente. A continuación, la tabla n°4 visualiza los efectos negativos mencionados anteriormente producto de las prácticas experimentales desarrolladas en laboratorios educativos (28,29).

Tabla n°4: Impactos generados en laboratorios de docencia

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	EFECTO
Generación de residuos peligrosos	Desechos o residuos que presentan características de corrosividad, reactividad, explosividad, inflamabilidad, toxicidad, radioactividad e infecciosidad.	<ul style="list-style-type: none"> - Producción de reacciones explosivas o detonantes. - Generación de gases, vapores y humos tóxicos. - Posibilidad de generación de incendios. - Daños a la infraestructura. - Daños a tejidos vivos como quemaduras o irritaciones. - Transmisión de virus y enfermedades. - Contaminación de recursos naturales por el vertimiento y emisión de residuos tóxicos.
Generación de residuos químicos no peligrosos	Residuos químicos líquidos o gaseosos derivados de las distintas actividades en laboratorios, y se caracterizan por ser residuos variados de distintas composiciones y concentraciones.	<ul style="list-style-type: none"> - Alteración de las propiedades fisicoquímicas del agua por el vertimiento de residuos químicos a las redes de alcantarillado. - Emisión de gases contribuyentes al efecto invernadero.
Operación continúa en los laboratorios de docencia	Alta cantidad de horas presenciales en el laboratorio, durante las cuales se consume energía para el funcionamiento de equipos y la iluminación artificial del	<ul style="list-style-type: none"> - Consumo excesivo de energía. - Consumo excesivo de gua.

	lugar, además del consumo de agua para higienización, producción de agua destilada.	
--	---	--

Tomado y adaptado de (Bavativa, J. 2015 (30))

4.4.2 Utilización de recursos naturales

Algunas actividades dentro de los laboratorios generan un uso excesivo de recursos naturales que pueden afectar de cierto modo la biodiversidad, actividades agrícolas, flora y fauna. Durante el uso de laboratorios, el agua se ve afectada de varias maneras, una de ellas es por medio de agentes contaminantes provenientes del vertimiento accidental de residuos peligrosos a desagües no habilitados. También, en algunas universidades existe un consumo excesivo de agua como por ejemplo en el lavado de materiales, regadío dentro de los campus, aseo de infraestructuras, entre otros, lo cual conlleva en un futuro a ser un recurso aún más escaso. Por otro lado, en cuanto al consumo energético se ve afectado por la utilización de equipos de laboratorios, calefacción, iluminación y refrigeración, debido a un uso intensivo por parte de algunos equipos que precisan de estar encendidos día y noche durante todo el año para la conservación de muestras o materiales. A continuación, en la tabla n°5 se describen aquellos principales componentes afectados en el medio ambiente debido al mal manejo en el laboratorio (31).

Tabla n°5: Componentes afectados del medio ambiente por el inapropiado uso en el laboratorio de docencia

COMPONENTE	CAUSA	EFEECTO
Agua	Desechar residuos líquidos peligrosos a desagües no permitidos o el lavado de materiales en vertimientos no aptos para la eliminación de residuos líquidos genera la contaminación de las aguas.	Alteración en la calidad del agua y características hidráulicas tanto superficiales como subterráneas, deterioro de la flora y fauna, afectación en la salud de las personas (trastornos, molestias, irritabilidad).
Suelo	Residuos peligrosos y no peligrosos son depositados y desechados en contenedores de la basura común y/o su almacenamiento temporal y transporte no se realiza a través de un sistema riguroso. Contaminación de los suelos de laboratorios debido al derrame accidental de residuos sólidos causado por el transporte de sustancias químicas.	Alteración de las propiedades físicas, químicas y de fertilidad de los suelos, activación del proceso erosivo por cambios de topografía, mal olor cercano a vertederos, afectación de los hábitats naturales de la fauna del lugar.
Aire	Por el uso de sustancias volátiles que se usan dentro del laboratorio lo cual genera un ambiente posiblemente peligroso cuando se expone por mucho tiempo. Contaminación del aire por la emisión de partículas debido al manejo de material granulado.	Emisión de gases de efecto invernadero como metano y dióxido de carbono afectando la calidad de aire, deterioro de la capa de ozono, afecciones respiratorias, cambios anímicos y mentales.

Tomado y adaptado en (29,32)

Como se mencionó anteriormente las universidades hacen uso de recursos energéticos e hídricos, un ejemplo de lo anterior es en la Universidad de Valencia, España, cuyo consumo de electricidad se emplea para diversos usos: climatización para refrigeración y calefacción, iluminación, equipos informáticos, y equipamientos de laboratorios. A continuación, la figura n°4 muestra la distribución del consumo de energía en un edificio que cuenta con laboratorios (31).

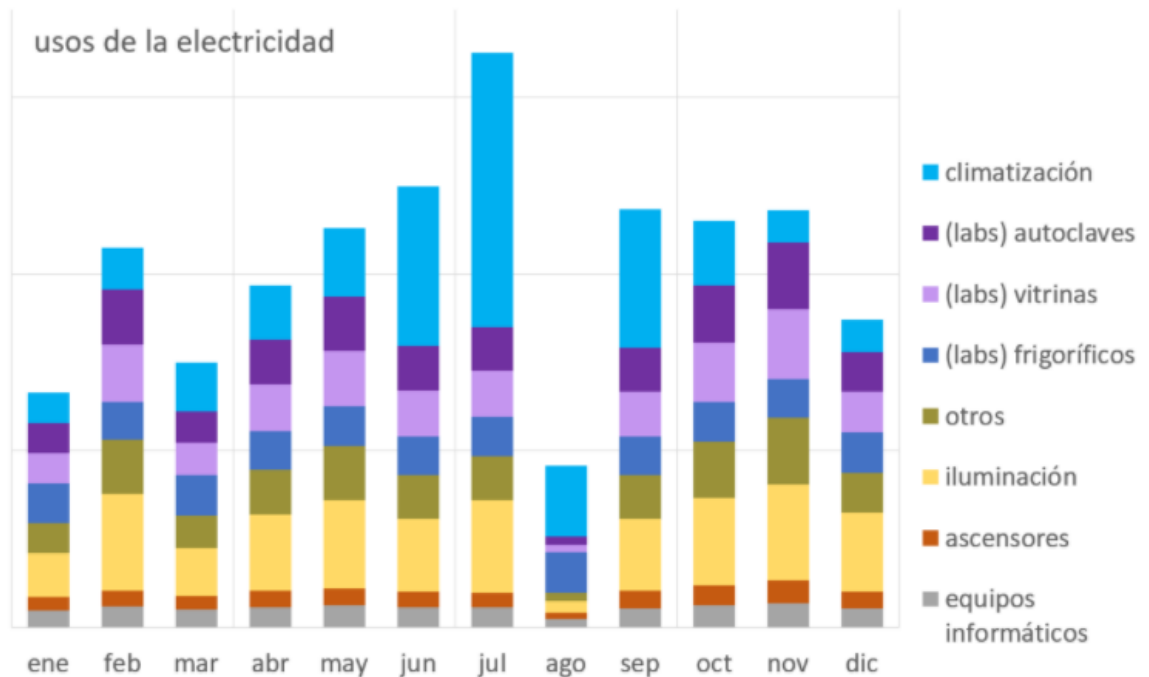


Figura n°4: Consumo de electricidad. El esquema visualiza la distribución del gasto de energía durante un año en un edificio de la universidad de Valencia. Tomado de (Universidad de Valencia. 2020. (31)).

Con respecto al consumo de agua, se utiliza principalmente para los lavabos, seguidos por los laboratorios. También se emplea para el riego de jardines, y para otras ubicaciones puntuales. A continuación, en la figura n°5 se muestra el consumo de agua durante el año 2019 en la universidad (31).

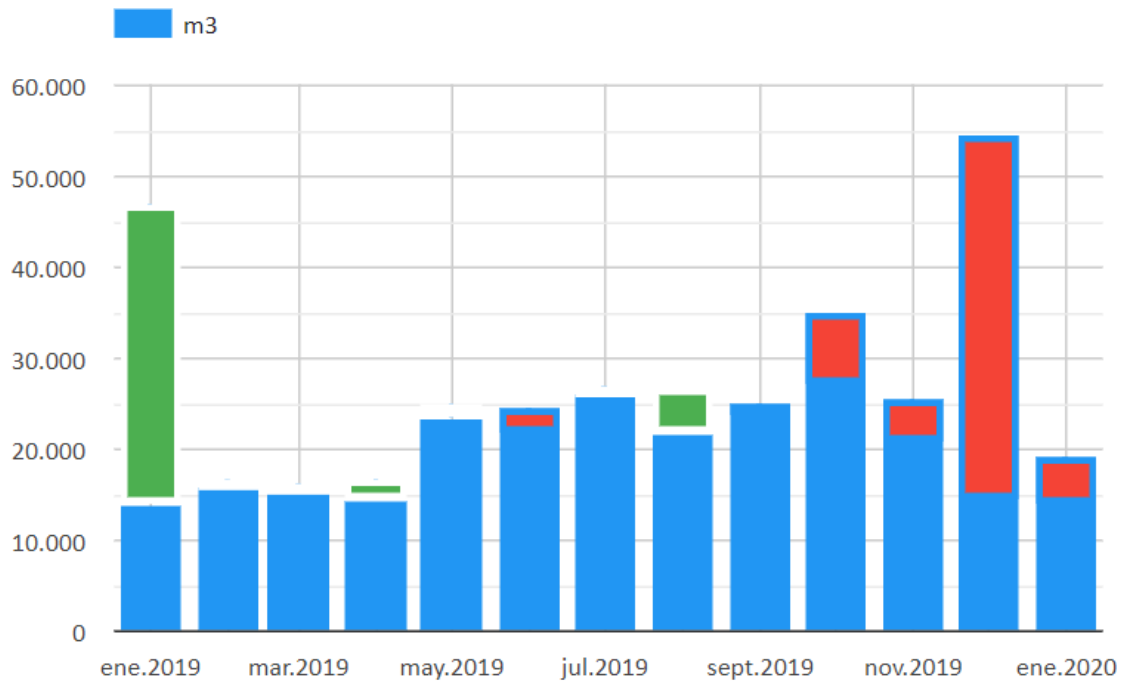


Figura n°5: Consumo de agua. El esquema visualiza el uso de agua mensual en un edificio de la Universidad de Valencia durante un año, en donde el color rojo representa el alza de agua en comparación al mismo mes del año anterior, mientras que el verde refleja la disminución del consumo con respecto al mismo mes del año anterior. Tomado de (Universidad de Valencia. 2020. (31)).

4.4.3 Estrategias para el manejo sustentable de residuos

Actualmente son muchas las universidades que crean un programa de gestión ambiental para el manejo de todos los residuos que se generan en los laboratorios universitarios. En el año 2017 la Universidad Austral de Chile (UACH), generó un total de 11,8 toneladas de residuos peligrosos provenientes de químicos de laboratorio, tubos fluorescentes, envases contaminados, solventes, tóxicos orgánicos, ácidos y bases; en donde los estudiantes les dieron un tratamiento adecuado a estos residuos antes de su disposición final. Los residuos generados en la UACH los clasifican en 6 clases en base a su origen, características y riesgo que representan: residuos sólidos generales, residuos reciclables, residuos industriales,

residuos peligrosos, residuos especiales y residuos radiactivos. La universidad promueve e incentiva el uso del principio de las 3R's el cual consiste en primera instancia en la reducción, luego la reutilización y por último reciclaje de los residuos. De esta manera, se hace énfasis en la comunidad universitaria a tratar de generar lo menos posible residuos y cuando se generen cumplan con los protocolos establecidos por la institución, para su correcta disposición final (33,34).

La Universidad de Santiago de Chile, en los últimos años ha buscado mitigar los impactos al medio ambiente producidos por el quehacer universitario en los laboratorios. De acuerdo con estudios realizados por la universidad, existe la tendencia al aumento en la generación de residuos no peligrosos durante los años 2008 al 2013 tal como se muestra la figura n°6 (35).

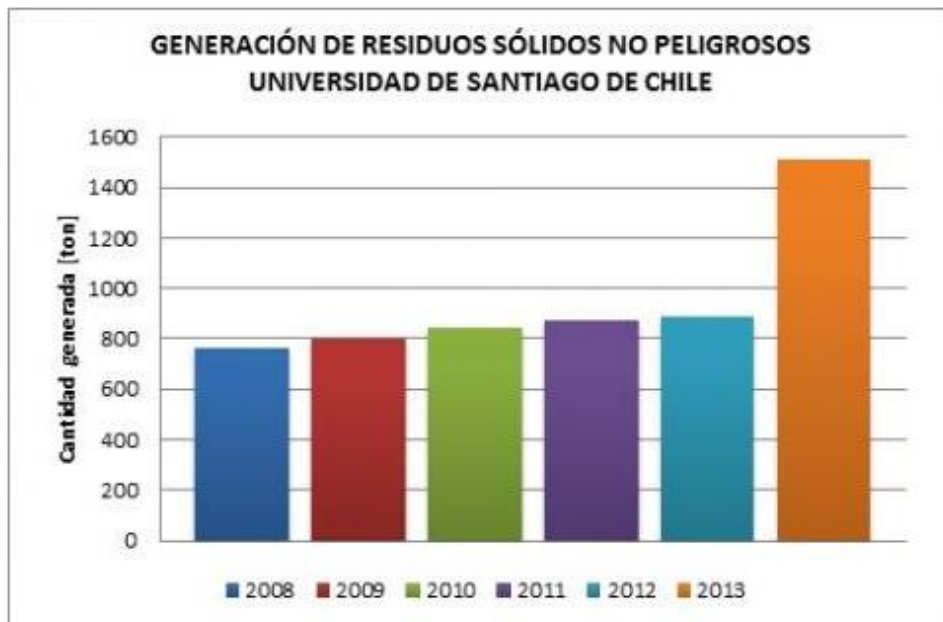


Figura n°6: Evolución en la generación de residuos sólidos no peligrosos. El gráfico visualiza la cantidad de residuos generados por la Universidad Santiago de Chile durante los años 2008 al 2013. Tomado de (Universidad Santiago de Chile. 2013. (35)).

Por lo mencionado anteriormente, durante los últimos años una de las mayores preocupaciones de la universidad es la gestión sustentable de residuos en sus distintos campus, es así como en el año 2009 abordaron la educación y gestión ambiental universitaria sustentable por medio de un documento denominado “Protocolo Marco para la Colaboración Interuniversitaria: Campus Sustentables”, para llevar a cabo esto, la universidad emplea una herramienta de gestión de buenas prácticas, denominado Acuerdo de Producción Limpia (APL), el cual conlleva a nivel institucional a cumplir con lo siguiente: gestión integral de residuos sólidos, clasificación en origen y minimización de estos, minimización de residuos en laboratorios, disminución del uso de energía por medio de medidas de eficiencia energética y uso de energía renovable no convencional, disminución del consumo de agua institucional, promover la sustentabilidad en aulas y laboratorios, generar capital humano con conocimiento y conciencia de la importancia del buen uso y cuidado de los recursos (36).

A nivel internacional también existen universidades que pretenden mitigar los efectos negativos generados por residuos dentro de los laboratorios de docencia e investigación. Un estudio realizado por la Universidad Nacional en Costa Rica cuyo objetivo fue realizar un inventario de la generación y acumulación de residuos en las distintas escuelas de la universidad durante el periodo 2008 al 2010. Se concluyó que la mayor cantidad de residuos acumulados se encontró en la Escuela de Química la cual almacena el 70% de residuos sólidos y el 72% de los residuos es estado líquido. En Ciencias Ambientales y Ciencias Biológicas, encontró el 12% (sólidos) y el 15% (líquidos) de residuos almacenados, respectivamente (37).

Un estudio realizado en el 2010 acerca del diagnóstico de la generación y manejo de residuos sólidos en la Universidad de Quindío, Colombia, determinó que la generación de residuos sólidos es de 210 Kg/día, de los cuales 16,8 kg son biodegradables u orgánicos, 7,2 kg/día son reciclables correspondiente al papel, el mayor volumen es inerte equivalente a 182 kg/día y 3,8 kg/día son peligrosos (biosanitarios). De este modo, en el ámbito educacional las mayores áreas que generan residuos sólidos son: Ciencias básicas con 18% que

corresponde a un peso de 37,69 kg/día, seguido de Agroindustria con un 5,51% equivalente 11,63 kg/día, Educación 4,42% equivalente 9,327 kg/día, Ingeniería 4,17% equivalente 8,79 Kg/día y Medicina 3,77% equivalente 7,943 Kg/día. Por otra parte, se analizó la generación de residuos sólidos peligrosos (biosanitarios y cortopunzantes) en el área de medicina, bienestar universitario y biomédicas donde se determinó que la generación de estos residuos es de 1,9% equivalente a 3,8 kg/día. A continuación, en la figura n°7 se aprecia la generación de residuos sólidos por unidad académica en la Universidad de Quindío (38).

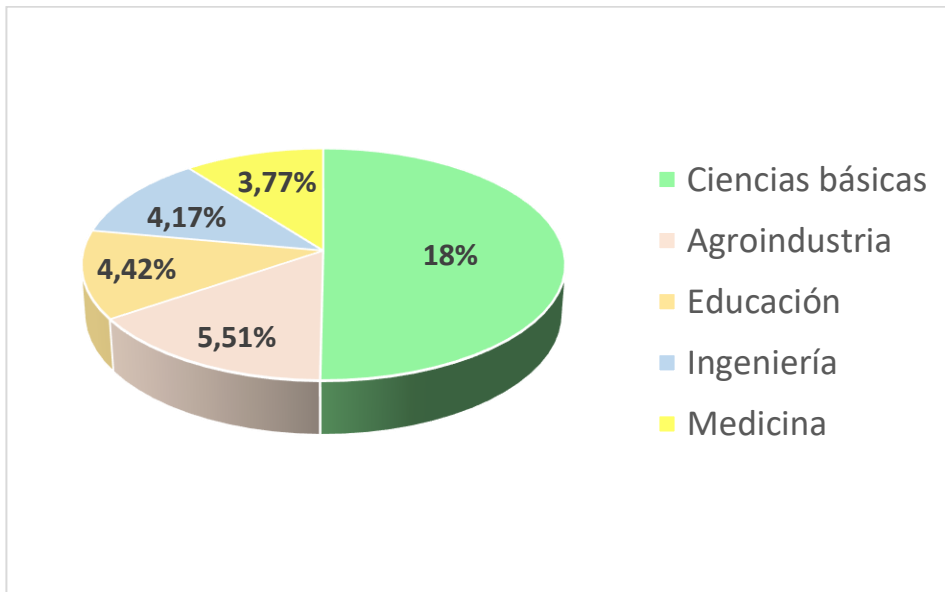


Figura n°7: Generación de residuos sólidos. El gráfico visualiza el porcentaje de residuos sólidos por área de educación generados al día en la Universidad Quindío durante el año 2010. Elaboración propia.

Durante ese año la universidad generó alrededor 63 a 76 toneladas de residuos sólidos, si bien la institución educacional cumple legalmente con la recolección y disposición final de residuos sólidos inertes y biosanitarios, no implementaban la reutilización y reciclaje de éstos, por lo tanto, se propusieron diseñar un Sistema de Gestión Ambiental con el fin de dar aportes relacionados con la problemática de residuos sólidos en el campus (38).

De esta manera, la Universidad del Quindío por medio de este estudio planificó para el año 2011 y 2012 un Sistema de Gestión de Residuos Sólidos, el cual consistía en promover el reúso, la recuperación y el reciclaje, implementar un sitio único de acopio interno debidamente cubierto y manejado, contemplar un convenio con asociación de recicladores para la clasificación y recuperación en el sitio de acopio, disminuir paulatinamente los residuos e incentivar a la comunidad universitaria a una cultura ambiental por medio de capacitaciones y charlas (38).

La Universidad de Talca (UTAL) también forma parte de un plan estratégico para la sustentabilidad con fin de incentivar a toda la comunidad universitaria al cuidado del medio ambiente y minimizar los impactos negativos al entorno. En cuanto al manejo de residuos, desde el año 2016 la universidad, en todos sus campus, cuenta con la separación de residuos denominados *puntos limpios*, separándolos en contenedores distintos: botellas de plástico, papel, cartón, botellas de vidrio, latas de aluminio, tóneres, cartuchos de tinta y pilas. La institución por su parte contempla la basura común (materia orgánica e inorgánica) en bodegas de acopio temporales de residuos no peligrosos. También se generan residuos inertes (escombros y material inerte) provenientes de obras menores, mantenimiento y de tareas académicas. De esta manera los estudiantes participan en las primeras etapas del proceso de reciclaje denominadas *separación en origen y acopio* cumpliendo con el plan de sustentabilidad (39).

El uso eficiente de recursos energético para la realización de las múltiples actividades académicas, administrativas e investigación con el objetivo de generar una disminución de gases de efecto invernadero, hacer más eficaz el uso y consumo de la energía reduciendo costos por consumo. En el campus de Curicó, su infraestructura energética fue reemplazada por un sistema de iluminación led generando un aumento en su luminosidad lo cual conlleva a un menor consumo debido al bajo voltaje de alimentación. En el campus de Linares al igual que en Curicó, efectuaron el recambio de luminarias existentes por luminarias led de alta eficiencia y disminuyeron el consumo en calefacción e iluminación. En el campus de Colchagua instalaron una estación meteorológica solar la cual permite proveer energía al área

del viñedo y áreas verdes para riego automático. Por lo tanto, por medio de los cambios implementados, a partir del año 2018 se logra visualizar una reducción del consumo eléctrico tal como se muestra a continuación en el gráfico n°8 (39,40).

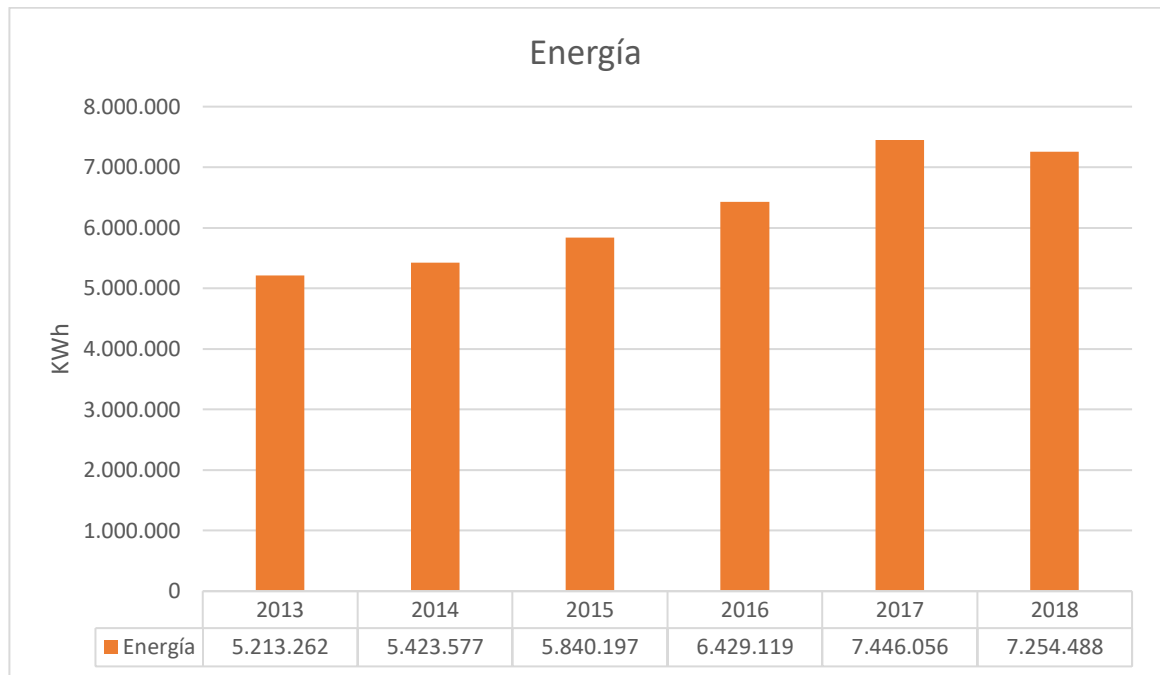


Figura n°8: Consumo de electricidad. El gráfico visualiza la cantidad de energía consumida durante los años 2013 al 2018 en todos los campus de la Universidad de Talca. Elaboración propia.

En cuanto al recurso del agua, la Universidad de Talca se enfocó principalmente en detectar fugas y en la instalación de equipamientos sanitarios permitiendo el ahorro de agua. Adicionalmente se implementó un sistema de control y registro de consumo con el fin de verificar el gasto diario (39).

La UTAL desde el 2012 por medio de la Huella de Carbono mide su impacto ambiental, permitiendo un seguimiento de las fuentes de emisión de gases de efecto invernadero (GEI) debido a las actividades que se realizan en el establecimiento educacional (39).

4.4.4 Buenas Prácticas de Laboratorio (BPL) implementados en instituciones de educación superior

En toda actividad que se realiza dentro de un laboratorio, cada trabajador, docente, alumno y en general cada usuario es responsable de cumplir los protocolos establecidos para la prevención, minimización y manipulación de los residuos generados (24).

Dentro de un laboratorio es inminente la contaminación generada producto de las actividades experimentales, el monitoreo y la evaluación es fundamental para disminuir el impacto negativo dentro de éste. Actualmente es fundamental el concepto “Buenas Prácticas de Laboratorio” (BLP), que se define como: un conjunto de reglas, normas, procedimientos, actividades, que tienen como objetivo asegurar la integridad y los resultados de una investigación o estudio (41).

Unos de los propósitos principales de las BLP, es minimizar la cantidad de residuos generados dentro de un laboratorio, mediante la identificación y comprensión de los procesos en los cuales son producidos y como afectan al entorno. Por lo tanto, cualquier institución dedicada a la utilización de laboratorios debiera tener presente como primer objetivo, disminuir la cantidad de residuos cada vez que sea posible, sin embargo, cuando esto no sea factible, se deben aplicar otras medidas para el manejo y disposición de residuos, como por ejemplo el reciclaje, recuperación, reúso, entre otros. Tal como lo visualiza la figura n°9 (24).

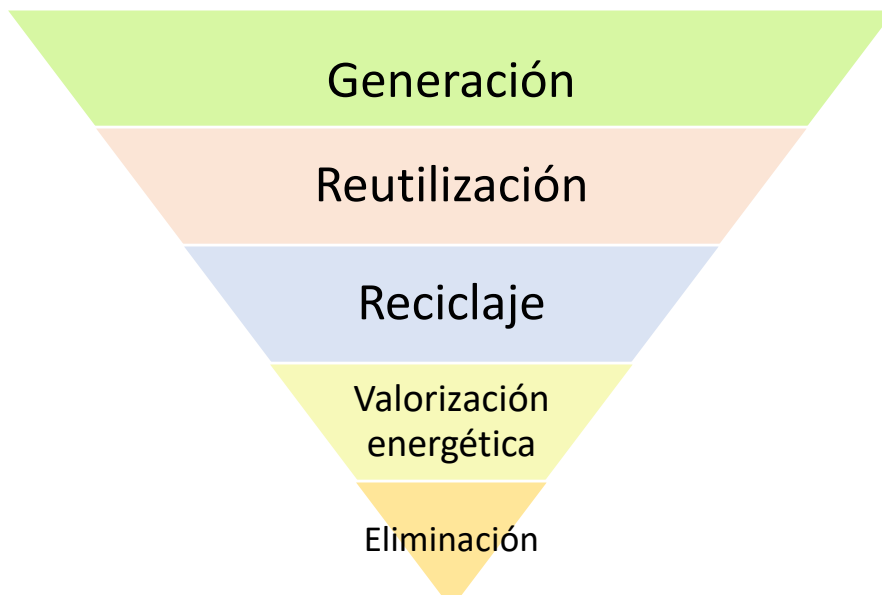


Figura n°9: Optimización para la disposición de residuos. La pirámide visualiza el adecuado manejo para disminuir la producción de residuos. Tomado y adaptado de (Guzmán, A. 2014. (24)).

La jerarquía de la pirámide en cuanto al manejo de residuos consiste en primer lugar evitar la generación de residuos, es decir, realizar acciones para disminuir o impedir la generación de sustancias peligrosas y minimizar los posibles impactos negativos. Si no se logra lo primero, se debe seguir con la reutilización, la cual consiste en volver a utilizar el mismo material o producto para la finalidad que se le dio origen en un principio. Si esto tampoco es posible, es necesario seguir con el reciclaje, en donde los residuos son transformados en nuevos productos con el fin de aprovechar al máximo los recursos. Posteriormente viene la valorización energética, que consiste en aprovechar el valor energético de un residuo, es decir, emplear un residuo como combustible en un proceso productivo. Finalmente, si no se logra los puntos anteriores, se debe optar a la eliminación o disposición final cuyo objetivo es disponer en forma definitiva los residuos en lugares autorizados según a la normativa vigente. A continuación, se presentan los diferentes componentes que integran cada etapa de la disposición de residuos tal como lo muestra la figura n° 10 (42,43).

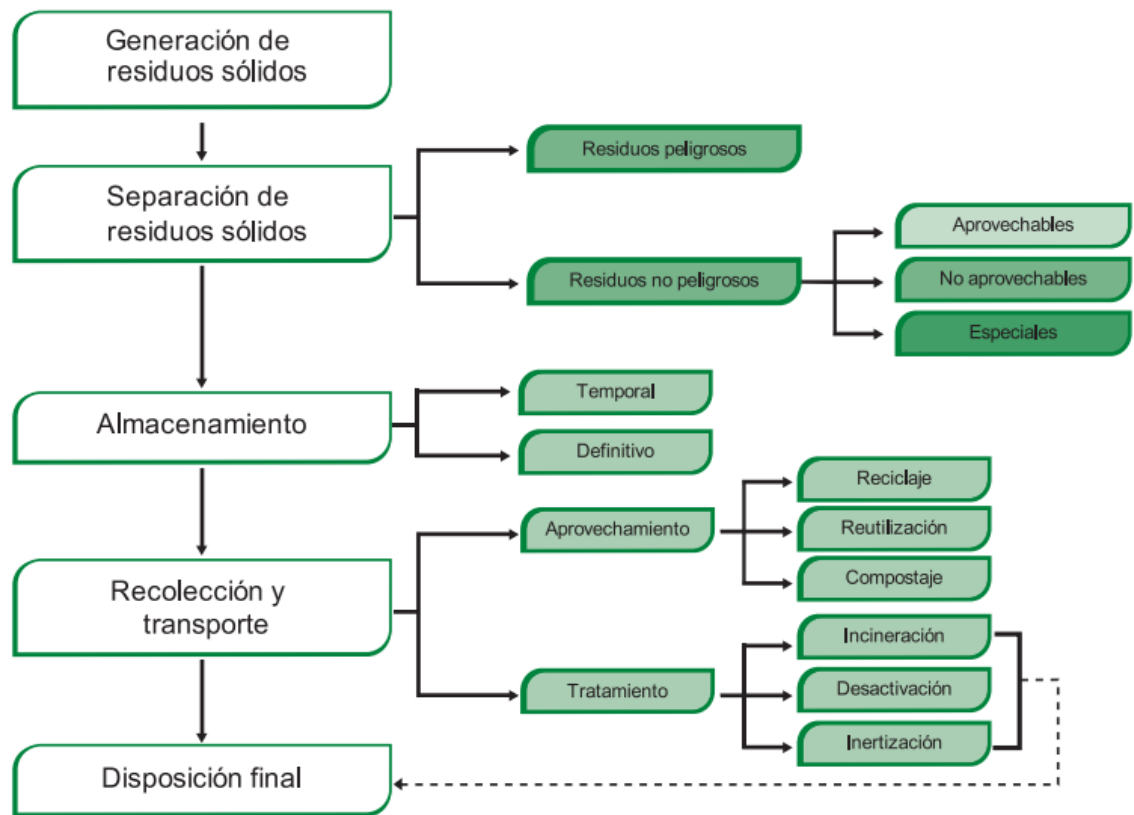


Figura n°10: Componentes del manejo integral de residuos. La figura visualiza los diferentes componentes del manejo de residuos en cada etapa. Tomado de (Universidad Pontificia Bolivariana. 2008. (43)).

4.4.5 Medidas básicas de seguridad en los laboratorios docentes

Las instituciones de formación académicas que imparten actividades en laboratorios tienen la responsabilidad de tomar todas las medidas de precaución para en primer lugar asegurar la integridad y salud de todos aquellos que ingresen a un laboratorio, y a su vez, minimizar al máximo impactos significativos al medio ambiente. Desde el punto de vista de impacto ambiental, ha existido una falta de infraestructura apropiada para gestionar los residuos generados en estas instalaciones, por lo que una inadecuada disposición de residuos genera sitios contaminados ya que estos son de una variada índole y deben tratarse de manera distinta de acuerdo con sus propiedades. A su vez, si estos residuos no se encuentran con su respectiva rotulación e identificación correspondiente, se impide que puedan ser tratados o

revalorizados aumentando el costo de disposición. Es por ello que, es necesario un sistema de gestión que permita contribuir la seguridad en los procedimientos de laboratorio con el fin de garantizar la seguridad del personal y disminuir el impacto ambiental y ecológico que los mismos generan (44).

Para mitigar al máximo los efectos adversos al medio ambiente generados por el uso de sustancias en laboratorios, los miembros del equipo de trabajo son responsables de conocer las medidas básicas de seguridad, protocolos establecidos en la universidad y en el laboratorio, con el fin de disminuir accidentes por falta de conocimiento y posibles impactos ambientales a corto y a largo plazo. A continuación, se mencionan las principales medidas de seguridad que deben seguir dentro de un laboratorio de docencia (45,46).

- ✚ El laboratorio debe contar con normativas y protocolos visibles en caso de que ocurra algún accidente o emergencia.

- ✚ En la puerta de cada laboratorio debe estar indicado el nombre y tipo de riesgo.

- ✚ Todos los laboratorios deben tener acceso a los siguientes implementos: lavamanos, ducha de seguridad y un lavaojos de emergencia.

- ✚ Para ingresar al laboratorio los estudiantes deben contar con los siguientes implementos personales: delantal, uso de pantalones y zapatos cerrados, en caso de llevar el cabello largo este debe estar tomado, no está permitido el uso de maquillaje y joyas.

- ✚ Cada laboratorio debe contar con un inventario actualizado de todos los productos y sustancias que se van utilizando. Es importante llevar un registro de las sustancias peligrosas que se utilizan dentro de un laboratorio, lo cual debe contener como mínimo lo siguiente: nombre de la sustancia, lugar de almacenamiento, persona responsable de la manipulación, país de procedencia, fabricante, fecha de elaboración y vencimiento.

- ✚ Antes de comenzar a usar un producto químico, se debe leer cuidadosamente la ficha o etiqueta para identificar posibles riesgos y se debe manipular con los debidos implementos de protección.

- ✚ Distribuir las zonas de almacenamiento según compatibilidad de residuos y monitorear continuamente las instalaciones de almacenamiento.






- ✚ Identificar correctamente los contenedores para cada tipo de sustancia.

- ✚ Proveer un ambiente seguro para el almacenamiento (temperatura, humedad, ventilación, contenedores apropiados, etc.)

- ✚ Al terminar el trabajo, el encargado debe asegurarse de desconectar los aparatos eléctricos y cerrar las conexiones a gas. Por otro lado, los estudiantes al finalizar una tarea deben recoger los materiales e implementos utilizados y antes de retirarse deben dejar limpia su área de trabajo.

Para un correcto uso de los laboratorios de docencia y disminuir las posibilidades de afectar al ambiente, es necesario el manejo adecuado de residuos, para ello es importante el proceso de segregación debido a las distintas propiedades físicas y químicas de éstos, por lo

que no pueden ser tratados de la misma manera, ya que en el caso de que si se llegan a mezclar residuos de distinta naturaleza pueden generar reacciones peligrosas y ocasionar un accidente. La separación de residuos, previenen que éstos se contaminen al mezclar un material inocuo con otro nocivo evitando la reacción de compuestos incompatibles, permitiendo reducir accidentes, costos y fomenta una conciencia ambiental. A continuación, la figura n°11 muestra el manejo correcto de los residuos (46).

					
	+	-	-	-	+
	-	+	-	-	-
	-	-	+	-	+
	-	-	-	+	0
	+	-	+	0	+

+	Se pueden almacenar juntos
0	Solamente podrán almacenarse juntos, adoptando ciertas medidas
-	No deben almacenarse juntos

Figura n°11: Manejo integral residuos peligrosos. El cuadro visualiza el adecuado almacenamiento de sustancia y su incompatibilidad con otros reactivos. Tomado de (Pontificia Universidad Católica de Chile.2013. (46)).

4.5 Sistemas de Gestión Ambiental implementados en universidades

Como se ha mencionado anteriormente, las actividades en laboratorios de docencia e investigación conlleva a la producción de residuos que muchas veces son peligrosos generando posibles daños al medio ambiente y/o afectando a la salud de las persona, por lo que cada laboratorio de docencia debería contar con un sistema de gestión ambiental (SGA) el cual consiste en una herramienta que controla la mayoría de los aspectos para minimizar o prevenir impactos negativos ambientales producto de las actividades desarrolladas dentro de un laboratorio con el propósito de un desarrollo sostenible. En la mayoría de las instituciones el SGA se basa en la norma ISO 14001 que es un estándar que regula a los establecimientos para un sistema de gestión ambiental, el cual consiste en que estén comprometidos con la protección al medio ambiente y reducción de futuros impactos negativos, cuyo objetivo es ayudar a gestionar e identificar riesgos ambientales. Esta norma se comenzó a desarrollar a partir del año 1990 y fue publicada en el año 1996. Lo importante de ella, es que presenta una estructura y términos comunes para facilitar su implementación en otras organizaciones (47, 48).

En Chile las universidades comprometidas con el medio ambiente son las pertenecientes a la Red Campus Sustentable, que es una asociación de instituciones de educación superior y profesionales creada a partir del año 2009 en Santiago, con el objetivo de promover herramientas de evaluación y gestión para la sustentabilidad a nivel universitario. La visión de la red es *promover activamente la incorporación de herramientas, principios y valores de la sustentabilidad en la comunidad académica, para construir a una sociedad justa, culturalmente exuberante y ambientalmente benigna*. La misión es *consolidar prácticas sustentables en todos los ámbitos de su quehacer institucional*. Las principales universidades incorporadas a la red de sustentabilidad con las siguientes: Universidad de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Universidad de Playa Ancha, Universidad Tecnológica Metropolitana, Universidad de Santiago de Chile,

Universidad de Antofagasta, Universidad de Talca, Universidad Austral de Chile, entre otras. (49).

La Universidad Austral de Chile emplea un sistema de manejo de residuos el cual consiste en minimizar en origen, reutilizar y reciclar, neutralizar (tratamiento en lugar de origen), realizar disposición final en instalaciones autorizadas. Esto se emplea a todas las actividades de laboratorio y a toda la red universitaria. Además, esta gestión permite incentivar buenas prácticas ambientales, producción limpia y la mejora continua como requisito principal (50).

Otro caso es la Universidad de Playa Ancha (UPLA) que cuenta con un plan de sustentabilidad, con una clara política ambiental que incentiva a toda su comunidad universitaria a cuidar y respetar el medio ambiente comprometiéndose cada integrante a velar por el entorno y ser consciente de sus actos (51).

La Universidad Federico Santa María utiliza un sistema de gestión ambiental basado en la norma ISO 14001:2015, cuyo objetivo de la implementación del modelo es minimizar la generación de residuos y educar a la comunidad universitaria. En la evaluación de los aspectos ambientales, en primer lugar, identificaron aquellos que producen un efecto directo e indirecto en la formación de los profesionales. La identificación de los aspectos ambientales en este sistema de gestión de la universidad incluye lo siguiente: consumo de energía, consumo de papel, uso de productos químicos peligrosos en talleres y laboratorios, productos de desecho y residuos peligrosos (talleres y laboratorios), uso de computadoras, uso de suministros de oficina y equipos de laboratorio. La matriz que ellos utilizaron fue la de identificación de aspectos y valoración de impactos ambientales, tal como lo señala la tabla n°6 (52).

Tabla n°6: Modelo de Matriz de identificación de aspectos y valoración de impactos ambientales de la Universidad Técnica Federico Santa María

Identificación de aspectos y valoración de impactos ambientales	Descripción
Descripción de la actividad	Se detallan las actividades que generan impacto ambiental que se puede subdividir en procesos, actividades y continuidad de la actividad.
Identificación de aspectos e impactos ambientales	Corresponde a la identificación de los aspectos e impactos que puede generar alguna actividad. Aquí se subdivide en aspecto ambiental, impacto ambiental y clase de impacto.
Valoración del impacto ambiental	En esta etapa se evalúan los aspectos e impactos ambientales de acuerdo con una escala de 1 a 5 (siendo 1 bajo impacto y 5 impacto crítico). En este punto se subdivide en frecuencia, presencia, severidad, alcance, requisito legal aplicado, nivel de impacto, interpretación del impacto
Controles o medidas de intervención	En este apartado se evalúa si existe alguna estrategia para disminuir o mitigar aspectos e impacto que generan las actividades. Aquí se subdivide en eliminar, reducir, reciclar y reutilizar.

Tomado y adaptado de (Muñoz, D. 2018. (52)).

El sistema de gestión con el que cuenta la universidad es llevado a cabo gracias al comportamiento de la comunidad universitaria que juega un rol importante en las estrategias para disminuir el impacto ambiental. A continuación, en la figura n° 12 se muestra un resumen del modelo de gestión ambiental implementado por la Universidad Federico Santa María (52).

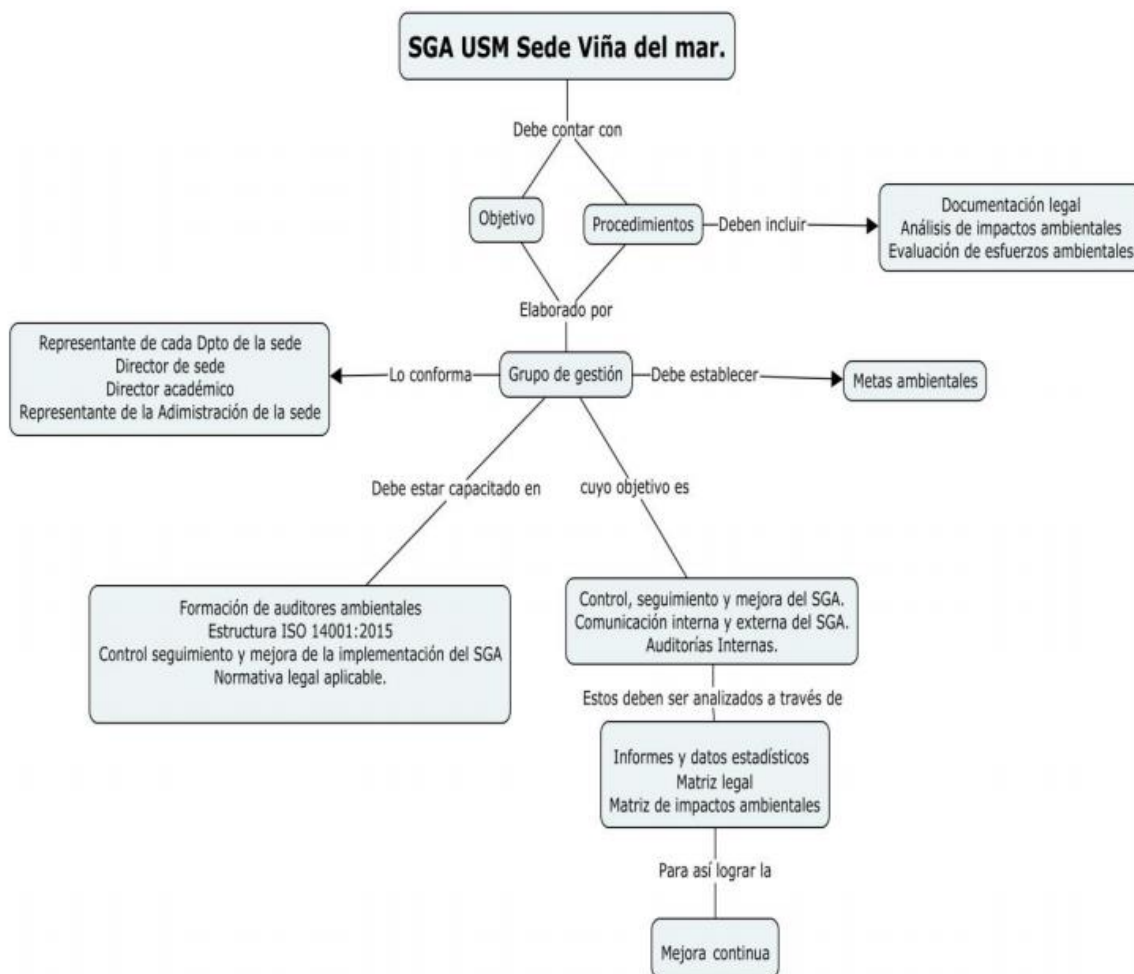


Figura n°12: Resumen del Modelo de Gestión Ambiental. El esquema visualiza las fases del modelo de gestión ambiental implementados en la Universidad Técnica Federico Santa María. Tomado de (Muñoz, D. 2018. (52)).

Por otra parte, la Universidad Tecnológica Metropolitana (UTEM) también posee el compromiso con la sustentabilidad ambiental y social cuyo modelo se basa en la norma ISO 14001:2015, el cual consiste en disminuir y solucionar diferentes impactos ambientales y protección del entorno. De esta manera, la UTEM utiliza la matriz de identificación de aspectos y evaluación de impactos ambientales, tal como se resume en la tabla n°7 (53).

Tabla n°7: Modelo de Matriz de identificación de aspectos y valoración de impactos ambientales de la Universidad Tecnológica Metropolitana

Acciones del Sistema de Gestión Ambiental	Descripción
Planificación	Se establece la metodología de identificación de riesgos y oportunidades, se evalúa los impactos y se determina los controles necesarios en el ámbito medioambiental. Luego se establecen los requisitos normativos, regulatorios y legales aplicables al medioambiente. Finalmente, la planificación se realiza una vez al año y es liderado por el director de programa de sustentabilidad, quien presenta aspectos ambientales actualizados, indicadores, auditorías y acciones correctivas.
Apoyo	El programa de sustentabilidad es el encargado de determinar y proporcionar los recursos para el establecimiento, implementación, mantención y mejora continua del SGA.
Operación	El control operacional son aquellas operaciones y actividades que se relacionan con los aspectos ambientales cuyo objetivo es evitar situaciones en las que las ausencias de estos puedan dar lugar a situaciones de emergencia ambiental, así como infracciones a la política, objetivos y metas ambientales.
Evaluación del desempeño	El cumplimiento de este punto normativo se encuentra asociado a la detección, tratamiento y seguimiento de aquellas desviaciones del SGA, las cuales serán informadas como no conformidades y/o oportunidades de mejora, apuntando de esta manera al camino de la mejora continua.

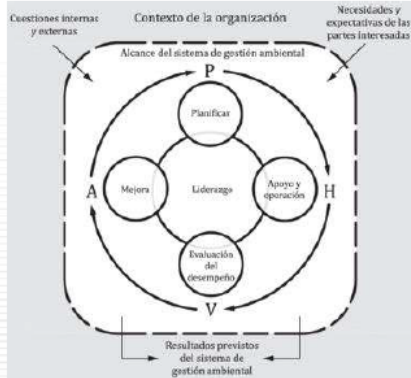
Elaboración propia.

A nivel internacional, diversas universidades también cuentan con un sistema de gestión ambiental, un ejemplo de ello es la Universidad Católica de Manizales (UCM), Colombia. La implementación del SGA es producto de una investigación que cumple con los requisitos de la norma ISO 14001:2015, en donde el 4 de julio de 2017 se presentó y aprobó la Política Ambiental, permitiendo desarrollar un “Plan de Gestión y Cultura Ambiental Universitaria” cuyas acciones son la base para estructurar este sistema que a partir de su identificación se logró implementar lo siguiente: la formulación de la Política Ambiental de la UCM, la valoración de los aspectos e impactos ambientales institucionales, el reconocimiento de los requisitos ambientales legales, la evaluación del desempeño ambiental por medio de una medición periódica de indicadores como consumo hídrico (m3), consumo energético (KWh), generación de residuos sólidos (Kg) y consumos de papel e impresiones. A su vez, cuentan con una caracterización de los residuos sólidos institucionales (ordinarios y peligrosos) y propuestas para la gestión integral de estos, las cuales se han implementado parcialmente siguiendo los lineamientos de los programas planteados “Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos” y “Programa de Gestión Integral de Residuos Peligrosos” (54).

De acuerdo con los componentes que incluye los procesos de liderazgo, planificación, apoyo, operación y evaluación del desempeño ambiental se propone la estructura del sistema de gestión ambiental de la Universidad Católica de Manizales tal como lo muestra la figura n°14 (54).

SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL (SGA)

Acerca del SGA



Descripción general del SGA

Liderazgo

Política Ambiental Universitaria

[Acuerdo 014 del 4 de julio de 2017](#)

Planificación

Aspectos e impactos ambientales

Formatos

[Matriz de aspectos e impactos](#)

Procedimientos

[Procedimiento de identificación de aspectos e impactos ambientales](#)

Requisitos legales

Formatos

[Matriz de requisitos legales ambientales](#)

Procedimientos

[Procedimiento para la identificación de requisitos legales ambientales](#)

Objetivos ambientales

Formatos

[Matriz sobre los objetivos ambientales](#)

Procedimientos

[Procedimiento sobre los objetivos ambientales](#)

SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL (SGA)

7. Apoyo

7.1 Recursos

7.2 Competencia

7.3 Toma de conciencia

Formatos

[¿Sabías qué? - Ambiental \(Bitácora\)](#)

[Calendario Ambiental](#)

7.4 Comunicación

Procedimientos

[Procedimiento de comunicación interna](#)

Metodologías

[Metodología de comunicación interna](#)

7.5 Información Documentada

Procedimientos

[Procedimiento de gestión documental](#)

8. Operación

8.2 Planificación y control operacional

Preparación y respuesta ante emergencias

Procedimientos

[Procedimiento de preparación y respuesta ante emergencias](#)

Metodologías

[Metodología práctica de preparación y respuesta ante eventos sísmicos](#)

9. Evaluación de desempeño

9.1 Seguimiento, medición, análisis y evaluación

Formatos

[Indicadores ambientales](#)

Procedimientos

[Procedimiento metodológico de indicadores ambientales](#)

[Procedimiento de seguimiento, medición, análisis y evaluación de indicadores ambientales](#)

Figura n°14: Resumen del Sistema de Gestión Ambiental. El diagrama visualiza los componentes que forman parte del SGA en la Universidad Católica de Manizales. Tomado de (Universidad Católica de Manizales. 2019. (54)).

Otra universidad a nivel internacional que cuenta con un SGA es la Universidad Mälardalen, Suecia, que es la primera en poseer una certificación ambiental a nivel mundial según la norma internacional ISO 14001. El comienzo de la implementación de un sistema de gestión ambiental fue establecer una política ambiental, por lo que a finales del año 2000 se decide darle un enfoque de desarrollo sostenible lo que involucra aspectos ecológicos, sociales y económico con el fin de incentivar a toda la comunidad que forma parte de la universidad a dar prioridad a medidas de desarrollo sustentable y cuidar al medio ambiente. A continuación, en la tabla n°8 y en la figura n° 15 se resume el modelo de sistema de gestión ambiental utilizado por la Universidad de Mälardalen (52).

Tabla n°8: Resumen del Modelo del Sistema de Gestión Ambiental de la Universidad Mälardalen

Etapas	Descripción
Organización ambiental	El presidente de la universidad es el responsable de supervisar SGA funcione adecuadamente y que el sistema se mantenga en continua mejora. Los jefes de departamento están encargados de mantener el SGA dentro de los límites de las actividades de la institución. Cada institución cuenta con un coordinador que apoya al jefe de departamento en el trabajo ambiental.
Evaluación de los aspectos ambientales	La evaluación de los aspectos ambientales se basa principalmente en los siguientes aspectos: educación e investigación, consumo de calor, electricidad y papel, uso de

	<p>productos químicos peligrosos, productos de desecho y residuos peligroso y uso de equipos de laboratorio.</p>
<p>Estrategias para la disminución de los aspectos ambientales</p>	<p>El consumo de electricidad e iluminación se disminuyen al ser apagados cuando no están en uso.</p> <p>Los productos químicos se utilizan limitadamente por los campus que llevan a cabo actividades de laboratorio.</p> <p>Los productos de desecho peligrosos producidos en las actividades de laboratorio se disponen de acuerdo con las leyes y regulaciones del país.</p>
<p>Establecimiento de metas ambientales</p>	<p>Que los estudiantes e investigadores manejen el concepto de desarrollo sostenible.</p> <p>Que existen redes locales, regionales y globales que incentiven la educación y la investigación en el campo del medio ambiente.</p>
<p>Educación y formación, sensibilización y competencia</p>	<p>La educación y formación sobre aspectos sustentables y promoción de una mejora continua del SGA, comienza por los directores y coordinadores ambientales, representantes del alumnado, y ciertos grupos ocupacionales.</p>
<p>Comunicación externa e interna</p>	<p>La comunicación externa consiste en informar a los estudiantes y otros socios colaboradores. El departamento de información se encarga de elaborar y distribuir documentos universitarios tales como el catálogo de la universidad, afiches campañas de publicidad, etc.</p> <p>La comunicación interna se basa en reuniones programadas a diferentes niveles en la universidad. El medio ambiente es un tema presente en todas las reuniones las cuales se realizan 3 veces al mes.</p>
<p>Documentación ambiental</p>	<p>Toda la documentación se encuentra disponible en la página principal de la universidad en “gestión ambiental”. Los documentos son actualizados por el supervisor y son revisados y aprobados por el presidente de la universidad o el director administrativo.</p>

Evaluación de los esfuerzos ambientales	Anualmente se realiza una auditoría ambiental en donde se hace una revisión del sistema de gestión ambiental en cada institución y departamento. El coordinador del medio ambiente presenta un informe trimestral de los avances ambientales de acuerdo con el plan de acción.
Seguimiento de los esfuerzos ambientales	El supervisor del medio ambiente informa sobre el progreso del trabajo ambiental cada tres meses a la administración. La revisión consiste en los resultados de la auditoría, objetivos ambientales y planes de acción u otras áreas del sistema de gestión ambiental.

Elaboración propia.

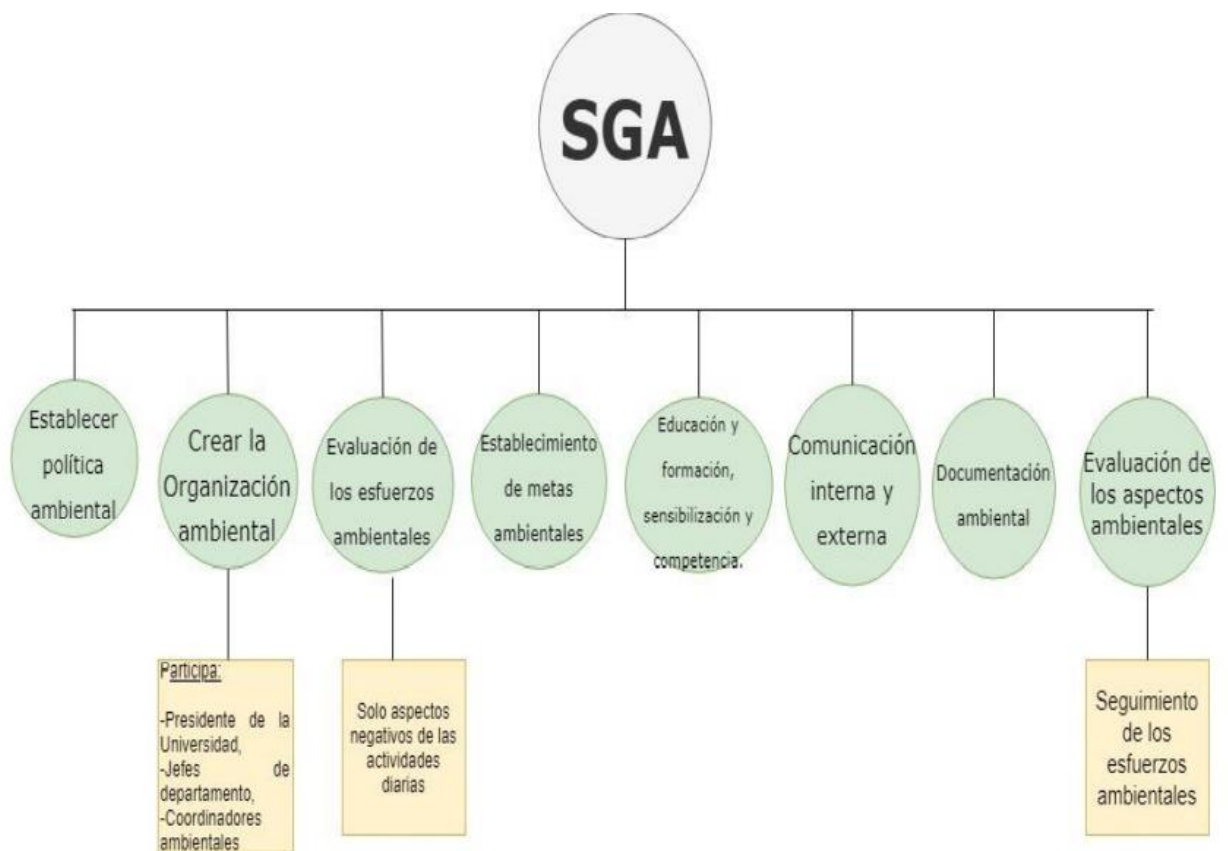


Figura n°15: Resumen del Sistema de Gestión Ambiental. El diagrama visualiza las etapas que componen el SGA de la Universidad de Mälardalen. Tomado de (Muñoz, D. 2018. (52)).

La Universidad Mälardalen, a diferencia de otros establecimientos, fue la primera en estar certificada con la norma ISO 14001 en abril de 1999, por lo tanto, a nivel internacional están más interiorizados en implementar un SGA basado en esta norma y en obtener su certificación. En cambio, en nuestro país, la Universidad Técnica Federico Santa María en el año 2018 recién realizó un trabajo de investigación para la elaboración de un modelo de gestión ambiental tomando como referente universidades que hayan obtenido la certificación ISO 14001 (52).

A continuación, en la tabla n°9 se realiza una comparación de las diferentes modalidades para implementar un SGA de las universidades mencionadas anteriormente.

Tabla n°9: Comparación de Sistemas de Gestión Ambiental implementados en universidades

Características	Universidades Nacionales		Universidades Internacionales	
	<i>Universidad Técnica Federico Santa María</i>	<i>Universidad Tecnológica Metropolitana</i>	<i>Universidad Católica de Manizales</i>	<i>Universidad de Mälardalen</i>
País/ciudad	Viña del Mar	Santiago	Colombia	Suecia
Norma legal aplicable	ISO 14001:2015	ISO 14001:2015	ISO 14001:2015	ISO 14001
Fecha de implementación	2018	2017	2017	1999
Objetivo del SGA	Minimizar la generación de residuos y educar a la comunidad universitaria.	Disminuir y solucionar diferentes impactos ambientales y protección del entorno.	Gestionar los diferentes aspectos ambientales que surgen del quehacer universitario, aportando a la formación integral de los estudiantes.	Incentivar a la comunidad universitaria a dar prioridad a medidas de desarrollo sustentable y cuidar al medio ambiente.
Etapas del SGA	-Descripción de la actividad -Identificación de aspectos e impactos ambientales	-Planificación -Apoyo -Operación	-Acerca del SGA -Liderazgo -Planificación	-Organización ambiental -Evaluación de aspectos ambientales

	<ul style="list-style-type: none"> -Valoración del impacto ambiental -Controles o medidas de intervención 	<ul style="list-style-type: none"> -Evaluación del desempeño 	<ul style="list-style-type: none"> -Aspectos e impactos ambientales -Requisitos legales -Objetivos ambientales -Apoyo -Operación -Evaluación de desempeño 	<ul style="list-style-type: none"> -Estrategias para la disminución de los aspectos ambientales -Establecimiento de metas -Educación y formación, sensibilización y competencia -Comunicación externa e interna -Documentación ambiental -Evaluación de los esfuerzos ambientales -Seguimiento de los esfuerzos ambientales
--	---	---	---	--

Elaboración propia.

5. CONCLUSIONES

A lo largo de la historia, las acciones del ser humano han influido en el medio ambiente de manera negativa, por lo mismo, en nuestro país las universidades cada vez están más comprometidas con incorporar en sus campus el concepto de sustentabilidad, incentivando a toda la comunidad universitaria a cuidar el medio ambiente y como gran desafío crear conciencia en los estudiantes como parte de una cultura ambiental. Una correcta elección del método de evaluación del impacto ambiental de una organización es fundamental para la toma de decisiones que permitan cumplir con los objetivos propuestos y disminuir futuros impactos no deseados.

Las prácticas de laboratorio de docencia e investigación en las universidades generan sustancias peligrosas y no peligrosas, por lo tanto, es fundamental que se lleve a cabo en cada institución las buenas prácticas de laboratorio para disminuir la producción de residuos que pueden afectar la integridad de las personas y al ambiente.

La generación de residuos y una mala gestión de ellos afecta de manera directa sobre el entorno natural y/o ecosistema, hay que tener presente su correcta manipulación y disposición final, de esta manera se debe en primera instancia evitar la generación de residuos, y de no ser posible continuar con otras medidas como la reutilización y el reciclaje.

A nivel internacional como nacional el auge por la gestión ambiental ha ido implementando nuevas mejoras y recursos que mitiguen impactos ambientales negativos. Los modelos de Sistema de Gestión Ambiental implementados en las universidades tienen similitud en cuanto al método y requisitos básicos, debido a que se fundamentan en la norma ISO14001.

Finalmente, como universidades, instituciones formadoras de los recursos humanos que un país requiere, tenemos el gran desafío en crear un cambio inminente a una sociedad más consciente con el medio ambiente y cuidar los recursos naturales con los que contamos hoy en día.

6. BIBLIOGRAFIA

1. Puig, J.; Casas, M. 2017. El impacto ambiental: un despertar ético valioso para la educación. *Teoría de la Educación. Revista Interuniversitaria*. 29(1): 101-128.
2. Cruz, V.; Gallego, E.; González, L. 2009. Sistema de evaluación de impacto ambiental. [citado 20 Jun 2020]. Disponible en <https://eprints.ucm.es/9445/1/MemoriaEIA09.pdf>
3. Perevochtchikova, M. 2013. La evaluación del impacto ambiental y la importancia de los indicadores ambientales. [citado 20 Jun 2020]. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-10792013000200001#:~:text=De%20este%20modo%20se%20puede,uso%20del%20suelo%2C%20entre%20otros.
4. Sánchez, J.; Madriñán, S. *Biodiversidad, Conservación y Desarrollo*. Bogotá: Ediciones Uniandes. Primera Edición. 468 p.; 2012.
5. Cifuentes, F.; Díaz R.; Osses S. 2018. Ecología del comportamiento humano: las contradicciones tras el mensaje de crisis ambiental. *Acta Bioethica*. 24(2): 161-165.
6. Banco Mundial. 2016. La basura, un negocio de doble filo en el Tercer Mundo. [citado 20 Jun 2020]. Disponible en <https://www.iberdrola.com/medio-ambiente/tratamiento-basura>
7. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL); Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). 2016. Evaluaciones del desempeño ambiental. [citado 20 Jun 2020]. Disponible en http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40308/S1600413_es.pdf

8. Castillo, H.; Venegas, G. 2010. Impacto y consecuencia del arsénico en la salud y medio ambiente en el norte de Chile. *Revista Interamericana de Ambiente y Turismo*. (6)1: 53-60.
9. Roviera, J. 2006. Informe y diagnóstico de la basura marina en Chile. [citado 20 Jun 2020]. Disponible en <http://cpps.dyndns.info/cpps-docs-web/planaccion/biblioteca/pordinario/001.Basura%20Marina%20en%20Chile.pdf>
10. Ministerio del Medio Ambiente. 2019. Quinto Reporte del Estado del Medio Ambiente. [citado 05 Jul 2020]. Disponible en <https://sinia.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2019/12/REMA-2019-comprimido.pdf>
11. Pon, J. 2019. Taller regional: Instrumentos para la implementación efectiva y coherente de la dimensión ambiental de la agenda de desarrollo. [citado 22 Jul 2020]. Disponible en https://www.cepal.org/sites/default/files/presentations/gestion_de_residuos_-_jordi_pon.pdf
12. Bonmatí, A; Gabarrel, X. Capítulo 7 conceptos generales sobre residuos. 2008. [citado 22 Jul 2020]. Disponible en <https://docplayer.es/18497834-Capitulo-7-conceptos-generales-sobre-residuos.html>
13. Biblioteca Del Congreso Nacional De Chile. Establece marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y fomento al reciclaje. 2016. [citado 22 Jul 2020]. Disponible <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1090894>
14. Tejada, D. Manejo de residuos sólidos urbanos en la ciudad de la Paz B. C. S.: Estrategia para su gestión y recomendaciones para el desarrollo sustentable. La Paz: Centro de investigaciones Biológicas del Noroeste S.C.; 2013.

15. Urtubia, E. Centro de Clasificación de Residuos Domiciliarios de Pequeño y Gran Volumen. Santiago: Universidad de Chile; 2017.
16. Delgado, G. Diagnóstico situacional de la gestión de los residuos sólidos municipales del centro poblado chiriaco, 2018 [citado 25 Jul 2020]. Disponible en <https://repositorio.udl.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/UDL/197/TESIS%20DELGADO%20NAVAL.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
17. Gutiérrez, M. Plan de gestión integral de residuos industriales sólidos y líquidos en taller metalmecánico. Santiago: Universidad Técnica Federico Santa María; 2017.
18. Elgueta, A. Residuos Hospitalarios. 2010. [citado 28 Jun 2020]. Disponible en <https://www.hrrio.cl/documentos/eLearningIIH/profesionales/residuoshospitalariosnuevoformato.pdf>
19. Cortes, I; Sepúlveda, C. Identificación de residuos inertes en Chile. (Bibliografía y análisis químico). Informe final 2011.
20. Concha, D. Clasificación y Manejo de Residuos Peligrosos. Concepción: Universidad de Concepción; 2016.
21. Ministerio del Medio Ambiente. Residuos. 2015. [citado 16 Jul 2020]. Disponible en <https://www.leychile.cl/Consulta/listaMasSolicitudesxnum?agr=1020&sub=501&tipCat=0>
22. Toro, I. Evaluación de impactos contexto y evaluación en Chile. [citado 10 agosto 2020]. Disponible en https://www.uchile.cl/documentos/presentacion-ignacio-toro-1_97875_0_4229.pdf.

23. García, L. Capítulo 3. Metodologías de evaluación del impacto ambiental. [citado 16 Jul 2020]. Disponible en <http://www.ingenieroambiental.com/4012/04LagI04de09.pdf>
24. Guzmán, A. Guía Mejores Técnicas Disponibles para la prevención y minimización de residuos químicos en laboratorios y talleres en las instituciones de educación superior. 2014. [citado 16 Jul 2020]. Disponible en http://www.upla.cl/sustentable/wp-content/uploads/2014/07/guia_mtd_residuos_quimicos.pdf
25. Forero, L. Técnicas para determinar la viabilidad ambiental de un proyecto en la etapa de formulación. Bogotá: Universidad de San Buenaventura; 2015.
26. Viloría, M. Metodología para la Evaluación de Impacto Ambiental aplicada al ciclo de vida de proyectos de infraestructura en Colombia. Colombia: Universidad Nacional de Colombia; 2015.
27. Acero, L; Valbuena, J. Diagnóstico Ambiental y Sanitario de los Laboratorios del Departamento de Nutrición y Bioquímica de La Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá DC: Pontificia Universidad Javeriana; 2010.
28. Mora, J; Piedra, G. *et al.* Clasificación de reactivos químicos en los laboratorios de la Universidad Nacional. 2012 [citado 20 agosto 2020]. Disponible en https://www.academia.edu/29481290/Clasificaci%C3%B3n_de_reactivos_qu%C3%ADmicos_en_los_laboratorios_de_la_Universidad_Nacional
29. Escanilla, J. Propuesta de acciones para una adecuada gestión de residuos generados por el rubro de la construcción y demolición. Santiago: Universidad de Chile; 2019
30. Bavativa, J. Evaluación de buenas prácticas en laboratorios de docencia universitaria: estrategias de reducción en la producción de residuos peligrosos. Manizales: Universidad Católica de Manizales; 2015.

31. Universidad de Valencia. Servicios de prevención y medio ambiente. 2020 [citado 16 sept 2020]. Disponible en <https://www.uv.es/uvweb/servicio-prevencion-medio-ambiente/es/medio-ambiente/area-medio-ambiente/energia/consumo-generacion-energia-1286009971159.html>
32. Ministerio del Medio Ambiente. Guía de calidad del aire y educación ambiental. 2018 [citado 20 agosto 2020]. Disponible en <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/08/Guia-para-Docentes-Sobre-Calidad-del-Aire-003.pdf>
33. Universidad Austral de Chile. Reporte de sostenibilidad. 2017. [citado 17 agosto 2020]. Disponible en <https://www.uach.cl/documentos/Reporte-de-Sostenibilidad-2017.pdf>
34. Universidad Austral de Chile. Manual de procedimientos para el manejo de residuos de la Universidad Austral de Chile. 2019. [citado 17 agosto 2020]. Disponible en <https://www.uach.cl/documentos/Reporte-de-Sostenibilidad-2017.pdf>
35. Universidad de Santiago de Chile. Campaña de reciclaje. 2015. [citado 17 agosto 2020]. Disponible en <http://rsu.usach.cl/campana-de-reciclaje-universidad-de-santiago-de-chile>
36. Universidad de Santiago de Chile. Acuerdo de la producción limpia campus sustentable. 2015. [citado 28 agosto 2020]. Disponible en http://rsu.usach.cl/sites/rsu/files/paginas/el_acuerdo_de_produccion_limpia_campus_sustentable_una_herramienta_de_gestion_integral_para_mejores_practicas_en_sustentabilidad.pdf
37. Mora, J; Benavides, D. 2011. Clasificación de residuos químicos en laboratorios de la Universidad Nacional. 41(1): 61-69

38. Nieto, O; Nieto, M. *et al.* Diagnóstico de la generación y manejo de residuos sólidos en la Universidad del Quindío. 2010. [citado 17 agosto de 2020]. Disponible en http://blade1.uniquindio.edu.co/uniquindio/revistainvestigaciones/adjuntos/pdf/352f_RIUQ2019.pdf
39. Universidad de Talca. 2018. Reporte de Sustentabilidad. [citado 4 sept 2020]. Disponible en http://www.vinculacion.otalca.cl/assets/reporte_sustentabilidad_2018_.pdf
40. Universidad de Talca. 2017. Reporte de Sustentabilidad. [citado 4 sept 2020]. Disponible en http://www.vinculacion.otalca.cl/assets/reporte_sustentabilidad_2017.pdf
41. Chiroque, M; Llana, B. Buenas prácticas de laboratorio en industria farmacéutica. 2017. [citado 04 agosto 2020]. Disponible en http://www.digemid.minsa.gob.pe/UpLoad/UpLoaded/PDF/Establecimientos/Reuniones/Reunion_Tecnica/IV_ControlCalidad.pdf
42. Ministerio de Desarrollo Social. Metodología de formulación y evaluación socioeconómica de proyectos de valorización de residuos municipales. 2013. [citado 17 agosto 2020]. Disponible en <http://www.santiagorecicla.cl/wp-content/uploads/2015/03/Metodologia-Valorizacion-Residuos-Final-2013.pdf>
43. Universidad Pontificia Bolivariana. 2008. Guía para el Manejo Integral de Residuos. [citado 03 sept 2020]. Disponible en https://www.sabaneta.gov.co/files/doc_varios/Gu%C3%ADa%20para%20el%20Manejo%20Integral%20de%20Residuos-%20Subsector%20instituciones%20educativas.pdf
44. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Manual de Seguridad Laboratorios Instituto de Química. 2011. [citado 05 agosto 2020]. Disponible en

https://www.pucv.cl/uuaa/site/artic/20160907/asocfile/20160907170641/manual_seguridad_labquimica.pdf

45. Universidad de San Pablo. Normas básicas de seguridad en los laboratorios. 2016. [citado 03 agosto 2020]. Disponible en https://www.uspceu.com/portals/0/docs/centros/FM/laboratorios/normas-seguridad-en-los-laboratorios/InfU_normas-basicas-seguridad-laboratorios.pdf
46. Pontificia Universidad Católica de Chile. Manual de seguridad para laboratorios. 2013. [citado 03 agosto 2020]. Disponible en https://www.uc.cl/site/assets/files/10119/manual_de_seguridad_para_laboratorios.pdf
47. Manzano, C. Evaluación del impacto de sistemas de gestión ambiental en instituciones de educación superior certificadas con ISO 14001. Barcelona: Universidad de Barcelona;2017.
48. Organización Internacional de Normalización. 2015. Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso. [citado 30 agosto 2020]. Disponible en <http://www.itvalledelguadiana.edu.mx/ftp/Normas%20ISO/ISO%2014001-2015%20Sistemas%20de%20Gestion%20Mabiental.pdf>
49. Red Campus Sustentable. Memoria. 2017. [citado 24 agosto 2020]. Disponible en <https://redcampussustentable.cl/wp-content/uploads/2018/10/Memoria-2016-2017.pdf>
50. Universidad Austral de Chile. Manual de procedimientos para el manejo de residuos. 2019. [citado 24 agosto 2020]. Disponible en <https://campussustentable.uach.cl/wp-content/uploads/2019/09/MANUAL-DE-PROCEDIMIENTOS-PARA-EL-MANEJO-DE-RESIDUOS-EN-LA-UACH-V.5-2019-1.pdf>

51. Soto, E. Diagnóstico de sustentabilidad universidad de playa ancha. 2013. [citado 23 agosto 2020]. Disponible en <http://www.upla.cl/sustentable/wp-content/uploads/2014/07/Autodiagno%CC%81stico-de-Sustentabilidad-UPLA-2013.pdf>
52. Muñoz, D. Modelo de gestión ambiental para instituciones de educación superior en Chile. Santiago: Universidad Técnica Federico Santa María; 2018
53. Universidad Tecnológica Metropolitana. Manual de gestión ambiental.2017. [citado 23 agosto 2020]. Disponible en http://sustentabilidad.utem.cl/wp-content/uploads/2017/05/SGA-M1-Manual-2017_CNC.pdf
54. Universidad Católica de Manizales.2019. Sistema de Gestión Ambiental Institucional. [citado 6 sept 2020]. Disponible en http://www.ucm.edu.co/wp-content/uploads/docs/normativas/normativas/Informe_ejecutivo_SGA_UCM_Marzo_2019.pdf