

Política de la Universidad de Antofagasta para el Medio Ambiente y la Sustentabilidad (+APL/CS)



Tabla de Contenidos

Prólogo

- 1. Marco Teórico
- 1.1. Contexto Internacional
- 1.2. Qué entendemos como "Desarrollo Sustentable"
- 2. Chile en el ámbito del Acuerdo de Producción Limpia Campus Sustentable (APL-CS)
- 2.1. Agencia de Sustentabilidad y Cambio climático
- 3. Hacia donde queremos avanzar
- 3.1. Conformación y Rol del Consejo de Sustentabilidad de la Universidad de Antofagasta
- 3.2. Objetivo General y Específicos, en Docencia, Investigación, Vinculación, Extensión, Comunicaciones y Gestión Ambiental de Campus.
- 4. El Compromiso de la Univ. de Antofagasta en el marco del Acuerdo de Producción Limpia y Campus Sustentable (APL-CS)
- 4.1. Compromiso UA
- 4.2. Metas APL-CS
- 4.3. Certificación APL-CS

5. Logros en los últimos años

- 5.1. Definiciones y participación de la Comunidad Universitaria.
- 5.2. La Universidad inserta en el medio social, político y productivo
- 5.3. Formando profesionales con visión de futuro
- 5.4. La Investigación para un mundo que demanda más ciencia
- 5.5. Preparándonos para mejorar permanentemente
- 5.6. ¿podemos reducir nuestra Huella de Carbono?
- 5.7. En el camino de la eficiencia y el uso de Energías Limpias
- 5.8. El desafío del buen uso del agua
- 5.9. Avances en el Manejo de Residuos Sólidos
- 5.10. Reducir Riesgos: esencial para una sana convivencia
- 5.11. Residuos Líquidos en una institución heterogénea

6. Anexos



Dr. Luis Alberto Loyola Morales Rector Universidad de Antofagasta

Prólogo

El presente libro "Política de la Universidad de Antofagasta para el Medioambiente y la Sustentabilidad (+APL/CS)" es fruto de un compromiso institucional que asumimos en el marco del Proyecto ANT 1795 del Ministerio de Educación, y que llevamos adelante de manera mancomunada desde la comunidad universitaria.

En esa misma dirección, nuestra Universidad años antes, había suscrito con el Ministerio de Economía y el Ministerio del Medio Ambiente, el Acuerdo de Producción Limpia + Campus Sustentable (APL-CS), manifestando nuestro decidido empeño por aportar con acciones concretas al cuidado del medioambiente.

El resultado de ese trabajo se traduce en la Política de la Universidad en el tema medioambiental, en el que participaron colaborativamente las distintas unidades académicas, administrativas y estamentos que fueron parte del Consejo de Sustentabilidad de la Universidad.

Mi especial reconocimiento al liderazgo que le correspondió asumir al Centro Regional de Estudios y Educación Ambiental, CREA, que debió desarrollar varias tareas, todas las cuales culminaron exitosamente, contribuyendo a la finalización del proyecto.

Este libro recoge el trabajo realizado y también la experiencia y los compromisos adquiridos. Define, además, los principales lineamientos, y profundiza en conceptos claves de la temática, logros institucionales y herramientas necesarias para seguir implementando y perfeccionando la política ambiental de nuestra Universidad.

Los invito a conocer en mayor detalle la Política Medioambiental y de Sustentabilidad de la Universidad de Antofagasta, y de esta forma sumarse con mayor convicción a este esfuerzo por el cuidado y respeto a nuestro planeta, que es el hogar de todos.

Dr. Luis Alberto Loyola Morales Rector Universidad de Antofagasta

Equipo CREA: Carlos Guerra-Correa; Beatriz Helena Soto; Barnett Bustamante López; Patricio Cortés Páez; Catalina Prado Bustamante.



1. Marco Teórico

1.1.Contexto Internacional

Tras una mirada al contexto internacional de la situación planetaria, se observa que, en los años 70, el mundo científico alertó a la comunidad mundial sobre la fragilidad de los ecosistemas naturales. Sin embargo, la conciencia ambiental emerge en los años sesenta con la Primavera Silenciosa de Rachel Carson, y se expande en los años setenta, luego de la Conferencia de la Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano, celebrada en Estocolmo en 1972. Es en ese momento cuando se señalan los límites de la racionalidad económica y los desafíos que genera la degradación ambiental al proyecto civilizatorio de la modernidad. (Leff, 1998).

En la Conferencia de Estocolmo, las prioridades fueron el promover en las instituciones de educación superior la preocupación por la crisis ambiental y por los problemas del desarrollo; posteriormente en el año 1975 se realizó el Coloquio Internacional sobre la Educación relativa al Medio Ambiente, celebrado en Belgrado, Programa Internacional de Educación Ambiental, auspiciado por el PNUMA-UNESCO. Representó la primera aportación sustancial a la responsabilidad de la educación superior y, consecuentemente, de las universidades- en las estrategias globales de modificación del comportamiento ambiental de la sociedad. (Gomez, et al 2012).

La Conferencia Intergubernamental de Educación Ambiental, celebrada en Tbilisi en 1977, se redactaron los grandes principios que deberían inspirar la presencia de la educación ambiental en todo el sistema educativo, entre ellas la educación universitaria, de la que se valora su extraordinario potencial para articular la formación y la investigación con una visión sistémica y compleja de la crisis ambiental y de los modos de hacerle frente preparando expertos, desarrollando programas docentes e investigadores de naturaleza interdisciplinar.

Otro hito importante que ha resaltado la problemática del desarrollo basado en la equidad y la racionalidad fue el encuentro realizado en el año 1987, en donde concluye, después de un arduo trabajo participativo, la elaboración demográfico a través de las tasas de natalidad y el cuidado de los sistemas naturales que sostienen la vida, la

conservación de los ecosistemas subordinados al bienestar humano, el peligro del consumismo, el uso eficiente de los recursos no renovables, entre otros. Paralelamente, en el año 1983, se instaura el Programa del Medioambiente de las Naciones Unidas (PNUMA) (2) y la Comisión Mundial sobre Medioambiente y Desarrollo de la ONU (3). En 1989 la ONU comenzó a desarrollar la Agenda 21 (o Programa 21) (4). El concepto de Programa 21 se gestó en la Conferencia Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible organizada por Naciones Unidas en Río de Janeiro (Brasil) el año 1992, también conocida como Cumbre de la Tierra. Se trataba de apoyar iniciativas que construyeran un modelo de desarrollo sostenible para el siglo XXI.

La Agenda 21 se gestó como una estrategia global que se lleva a la práctica de manera local y señala que todos los actores de una comunidad, sociales, culturales, económicos y ambientales deben comprometerse hacia la mejora del medio ambiente y, de la calidad de vida de los habitantes de una comunidad, municipio o región. Las universidades son ejes principales para avanzar en la aplicación de los preceptos definidos en la Agenda, tanto por su capacidad de generar conocimiento, como por la misión educativa implícita en el centro de su quehacer. El aporte de las universidades en las cuatro secciones (I. Dimensión Social y Económica; II. Conservación y Manejo de Recursos para el Desarrollo; III. Fortalecimiento del Rol de los Grupos Principales; IV. Mecanismos de Implementación) es fundamental, especialmente en el diseño y aplicación de los mecanismos de implementación.

En este sentido es indiscutible el rol de la educación superior en la contribución al desarrollo sustentable. Las Universidades del Estado, juegan un rol preponderante en este proceso, por ser instituciones creadoras de opinión y generadoras de los paradigmas metodológicos que rigen el progreso económico y social, y porque la sociedad no sólo requiere de capital humano capaz de enfrentarse al reto del desarrollo sustentable, sino también por su calidad de organización que debe predicar con el ejemplo hacia la comunidad.

La Asociación de Líderes de Universidades para un Futuro Sostenible (ULSF) (5) integrada por 350 presidentes y Rectores Universitarios, de más de 40 países, firmaron la Declaración de Talloires (6) en la Conferencia Internacional realizada en la ciudad de Talloires, Francia, 1990. Esta Declaración es para que las Instituciones de Enseñanza Superior (IES) tomen el liderazgo mundial en el desarrollo, creación, apoyo y mantenimiento de la sostenibilidad.

En Canadá (1991) se firmó la Declaración de Halifax (7), integrada por 33 Rectores de Universidades provenientes de 10 países. La Declaración propone un plan de acción para el diseño de estrategias prácticas y enfatiza la importancia de la educación, de la capacitación, de la investigación, de la disponibilidad de información; sobre todo valora el trabajo interdisciplinario y resalta la actitud proactiva que han de tener las universidades en el contexto de desarrollo sostenible.

En agosto de 1993, se firmó la Declaración de Swansea (8) por 400 delegados de Educación Superior de la Association of Commonwealth Universities, en el marco de la Conferencia "Gente Medio Ambiente – Preservando el Balance". Dicha Declaración propone fortalecer la capacidad de las Universidades para enseñar e investigar los principios del Desarrollo Sostenible, incrementar la información ambiental y fortalecer la ética ambiental.



En la Conferencia Bi-anual de la Asociación Europea de Universidades (1993), se elaboró la Carta Copérnico (9) (Programa Europeo de Cooperación para la Investigación de la Naturaleza y la Industria a través de los Estudios Universitarios Coordinados) por 213 Universidades Europeas, que declararon el compromiso para promover el Desarrollo Sustentable. La Carta fomenta la discusión sobre cómo pueden contribuir las Universidades al Desarrollo Sustentable. Para más de 300 Universidades Europeas la Carta Copérnico es la Base para una política universitaria sustentable (10).

En el Congreso Anual del 2001 de COPERNICUS, "Higher education for sustainability towards the world summit on Sustainable Development 2002", en la Universidad de Lüneburg, fue aprobada la Declaración de Lüneburg (11), en la cual se hace manifiesto el papel de las Universidades en el contexto del Desarrollo Sustentable.

La Declaración UBUNTU (12) presentada en la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, celebrada en Sudáfrica (2002), propone unir esfuerzos para trabajar y movilizar el sector educativo para contribuir a la sustentabilidad.

La Asamblea General de las Naciones Unidas aprobó la Resolución 57/254 por la que proclamó el Decenio de las Naciones Unidas de la Educación (13) con miras al Desarrollo Sostenible (DEDS), (2005-2014). La UNESCO como organismo rector del decenio, preparó el proyecto del plan de aplicación internacional al DEDS, dando a conocer el Plan en todo el mundo en el año 2003.

En el 2004 en la Conferencia Internacional sobre "Engineering education in sustainable development" se firmó la Declaración de Barcelona (14), en la que se subraya la necesidad de que en las universidades se facilite a los futuros profesionales el desarrollo de competencias no sólo científicas y técnicas, sino también sociales y éticas coherentes con un desarrollo humano sostenible.

En mayo de 2009, se lanza en la cumbre G8 en Turín, Italia, la Declaración de Turín (15), que hace hincapié en la "Ciencia de la Sostenibilidad". Los rectores de las universidades, que asistieron a la Cumbre el 2009, coincidieron en que las universidades deben fomentar el desarrollo sostenible y responsable a nivel local como a nivel mundial, a través de un nuevo enfoque a la educación y la investigación y aplicar nuevos modelos de desarrollo social y económico en consistencia con los principios de sostenibilidad.

En junio del 2012, se realizó el Simposio Mundial sobre el Desarrollo Sostenible en las Universidades (WSSDU) (16), el objetivo del WSSDU fue ofrecer a las Universidades alrededor de todo el mundo, la oportunidad de mostrar y presentar sus trabajos en innovación curricular, investigación, actividades, prácticas, proyectos en lo que respecta a la educación para el desarrollo sostenible a nivel universitario. Se realiza nuevamente esta actividad en septiembre de año 2014 en Mánchester, Reino Unido.



1.2. Qué entendemos como "Desarrollo Sustentable"

Desarrollo Sustentable

Proceso de mejoramiento permanente y equitativo de la calidad de vida del ser humano mediante el uso racional de los recursos naturales, a través de la Interacción armónica de los capitales natural, social, humano, financiero y de los bienes construidos, sobre la base de los pilares de la conservación de la naturaleza.

Conceptos de la Definición:

Equitativo:

Cualidad que debería lograrse y estar presente en todos los ámbitos en los cuales el ser humano interviene, que no beneficie a una de las partes, sino que se produzca de manera equilibrada para todos.

Calidad de Vida:

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la calidad de vida es: "la percepción que un individuo tiene de su lugar en la existencia, en el contexto de la cultura y del sistema de valores en los que vive y en relación con sus objetivos, sus expectativas, sus normas, sus inquietudes, su valor y rol en la relación productiva de bienes y servicios. Se trata de un concepto muy amplio que está influido de un modo complejo por la salud física del sujeto, su estado psicológico, su nivel de independencia, sus relaciones sociales, laborales, así como su relación con los elementos esenciales de su entorno".

El modelo de los cinco capitales para la sustentabilidad: adaptado por forum for the future de ekins 199217; seregeldin & steer 199418; parkin, october 1999 y otros en forum for the future, son parte del concepto que define a la Universidad de Antofagasta.

a) Capital Natural:

También se conoce como capital ecológico. Representa la reserva de bienes ambientales y se divide en dos categorías: Recursos: Algunos de los cuales son renovables (ej. árboles, vegetación, peces, agua), otros no renovables (ej. combustibles fósiles, minerales). En algunos lugares los recursos son renovables como en el caso de los suelos de alta fertilidad y en otros lugares dichos recursos se han convertido en no-renovables (ej. los desiertos). Servicios de la naturaleza: Como los poderosos ciclos de procesamiento de residuos o de la regulación climatológica.

b) Capital Humano:

Construido por la salud, el conocimiento, la herencia sociocultural, las habilidades y destrezas, la motivación y el estado anímico/espiritual de un grupo humano. Esto permite al grupo y cada uno de sus integrantes sentirse bien con respecto a los otros y a sí mismos, les permite participar en sociedad, construir su identidad cultural, pero aceptando la diversidad de las manifestaciones humanas contribuyendo de este modo a su bienestar. Solo recientemente ha sido reconocido como el capital que proporciona un alto retorno de la inversión en sí mismo, en especial en las sociedades en desarrollo (donde la inversión en capital humano es vista como el ingrediente principal de las estrategias de desarrollo19) pero también en los países más industrializados20.

c) Capital Social:

Son los sistemas de cooperación social construidos por los grupos humanos mediante relaciones de confianza y reciprocidad, que contribuyen a la cohesión social y bienestar de la sociedad, y el uso individual de las oportunidades surgidas a partir de ello en beneficio colectivo, con apego al principio de la solidaridad. El capital social involucra diversos tipos de organizaciones y relaciones de confianza, afectos, normas sociales y uso de las redes sociales; todo ello conforma instituciones o estructuras (formales o informales) que agregan valor a dicho capital21.

d) Capital de los bienes construidos:

Incluye toda la infraestructura existente. Las herramientas, máquinas, carreteras, construcciones, etc. No incluye los bienes y servicios que son producidos a través de él. El capital industrial es algunas veces visto como fuente material (ej. desechos de la industria de la construcción usados en la construcción de vías o en su reparación).

e) Capital Financiero:

Este capital, no tiene valor intrínseco; sea en acciones, bonos o circulante, tan solo representan al capital industrial, social o humano. Sin embargo, el capital financiero es muy importante porque refleja el poder productivo de los otros tipos de capitales y permite su negociación.

Conservación:

Es la gestión del uso humano de la biosfera respetando los procesos que la sustentan: a) La diversidad genética de las especies, las comunidades y los ecosistemas; b) La mantención de los procesos ecológicos esenciales (ej. ciclos biogeoquímicos; fotosíntesis...); y c) El aprovechamiento de las poblaciones de vegetales y animales sin afectar su capacidad de perpetuación. Es decir, cosechar sus excedentes sin afectar su capital reproductivo. Todo lo anterior con el propósito de que el desarrollo sea sostenido en el tiempo.



2. Chile en el ámbito del Acuerdo de Producción Limpia Campus Sustentable (APL-CS)

2.1. Agencia de Sustentabilidad y Cambio climático

En Chile la promoción de la Producción limpia es realizada por la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático (ASCC), institución creada bajo el nombre de Consejo Nacional de Producción Limpia (CPL) mediante el Acuerdo 2091/2000 del Consejo Directivo de la corporación de Fomento de la Producción (CORFO) en diciembre de 2000. La ASCC se define como una instancia de diálogo y acción conjunta entre el sector público, las empresas, sus trabajadores, las comunidades y la sociedad civil, con el fin de establecer y difundir un enfoque de gestión productivo ambiental que pone el acento en la prevención y fomento productivo.

Los Acuerdo de Producción Limpia en Chile están definidos por el artículo décimo de la Ley 20.416 del Ministerio de Economía en el cual se señala que "se entenderá por Acuerdo de Producción Limpia el convenio celebrado entre un sector empresarial, empresa o empresas y el o los órganos de la administración del Estado con competencia en materias ambientales, sanitarias, de higiene y seguridad laboral, uso de la energía y fomento productivo, cuyo objetivo es aplicar la producción limpia a través de metas y acciones específicas".

Los APL forman parte de una estrategia preventiva, que aboga por la integración entre distintos sectores de la economía (público y privado) y que actúa de forma continua en el tiempo. Dependiendo del acuerdo en cuestión las acciones y metas son aplicables a productos, procesos o servicios y los beneficios que conlleva pueden ser de carácter económico, ambientales y/o sociales.

De esta forma, la ASCC actúa como un agente coordinador entre los gremios de empresas e instituciones gubernamentales para generar un acuerdo con metas y acciones específicas en cuanto a energía, eficiencia en el uso de recursos hídricos, residuos y eficiencia productiva. El acuerdo contempla la creación de estándares voluntarios a cumplir, objetivos específicos y acciones para la producción limpia y períodos definidos para su cumplimiento. (reporte 2019 https://www.ascc.cl/pagina/apl).

Las Universidades chilenas han asumido los desafíos de la Sustentabilidad Universitaria que nació con la Declaración de Talloires en el año 1990 (http://talloiresnetwork.tufts.edu/). Esta Declaración es para que las Instituciones de Educación Superior (IES) tomen el liderazgo mundial en las temáticas de la sostenibilidad. En Chile, se firma el primer acuerdo entre las Instituciones de Educación Superior para trabajar por la sustentabilidad en el año 2010 mediante el Protocolo Campus Sustentable (CS) el cual favoreció la creación del Acuerdo de Producción Limpia Campus Sustentable (APL-CS).

El APL-CS, es impulsado y coordinado por la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático a nivel nacional y entrega las bases para que cada Universidad adherente comience su camino hacia la sustentabilidad mediante: el compromiso institucional, el diseño curricular, la investigación, la vinculación y extensión universitaria, y la operación de campus, en la forma de buenas prácticas en el uso eficiente de recursos, manejo integral de residuos sólidos, seguridad y salud ocupacional, caracterización de residuos líquidos, mediciones y compromisos de reducción de la huella de carbono corporativa. En este sentido se considera el APL como un instrumento de gestión sustentable, que constituye la instancia para identificar los aspectos ambientales de mayor relevancia, jerarquizar prioridades en la gestión, comprometer actividades y metas específicas en pos del mejoramiento continuo, contribuyendo positivamente a la materialización de estándares de sustentabilidad. (APL Campus Sustentable 2012)

La Universidad de Antofagasta firmó su adhesión voluntaria al APL-CS el 5 de marzo del año 2013 y puso en marcha el Programa "Acuerdo de Producción Limpia Campus Sustentable en el Marco de una Política Universitaria para el Medio Ambiente y la Sustentabilidad".



3. Hacia donde queremos avanzar

3.1. Conformación y Rol del Consejo de Sustentabilidad de la Universidad de Antofagasta

El Acuerdo de Producción Limpia Campus Sustentable de la Universidad de Antofagasta, es gestionado por el Consejo de Sustentabilidad y el Comité Ejecutivo, bajo el alero de la División de Sustentabilidad del Centro Regional de Estudios y Educación Ambiental (CREA-UA) (Decreto Exento N ° 107 14 de enero 2014).

El Consejo de Sustentabilidad tiene carácter de plenario, cuyo fin es asegurar la más amplia participación de la Comunidad Universitaria. Para ello, consta con un representante de las distintas unidades y estamentos de la Universidad, designando un representante titular y un suplente, pudiendo participar ambos simultáneamente, pero asegurando en cada sesión la presencia de al menos uno de ellos.

El Consejo de Sustentabilidad está conformado por 20 Miembros Oficiales y un número indeterminado de Miembros Observadores. (Decreto Exento N° 1296 del 13 de diciembre del 2013, Decreto exento N° 693 18 de junio 2018).

La misión del Consejo de Sustentabilidad es:

- Generar una estrategia que permita elaborar, proponer y desarrollar una política de Campus Sustentable en la Universidad de Antofagasta, dando cumplimiento al APL-CS del Gobierno de Chile.
- Promover la participación en esta Política, de la Comunidad universitaria: Autoridades, Académicos, Funcionarios
 y Estudiantes. Formar, capacidades relacionadas con materias de medio ambiente y sustentabilidad.
- Identificar y promover la presencia de materias de medio ambiente y sustentabilidad en el currículo académico, programas de extensión y en proyectos de investigación.
- Proponer, orientar y coordinar un Plan Integral de Prácticas Sustentables en la Universidad.

El Comité Ejecutivo de Sustentabilidad, está conformado por siete integrantes provenientes del conjunto de miembros oficiales del Consejo de Sustentabilidad, presididos por representantes titular y suplente del CREA-UA, con la asistencia de un profesional de tiempo completo dedicado exclusivamente al Compromiso del APL-CS de la Universidad de Antofagasta. Estos mismos presiden a su vez, el Consejo de Sustentabilidad de la Universidad.





La misión del Comité Ejecutivo es la de gestionar y asegurar el cumplimiento de los acuerdos del Consejo de Sustentabilidad, así como los requerimientos provenientes de la vinculación con la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático del Gobierno de Chile.

Debido a la necesidad de que el Programa de APL-Campus Sustentable sea transversal a todos los estamentos de la Universidad, se estableció la conformación de dos tipos de membrecías:

a. los Miembros Titulares, quienes tienen la obligación de participar en el Consejo y servir de nexo de gestión desde y hacia sus respectivas unidades académicas y/o administrativas, incluyendo al estamento estudiantil.

b. los Miembros Observadores, quienes pueden acreditar a un representante ante el Comité, pero su participación es voluntaria, aunque su acción en el Comité cuente con los derechos de voz y voto, similar a los Miembros Titulares.

4. El Compromiso de la Universidad de Antofagasta en el marco del Acuerdo de Producción Limpia y Campus Sustentable (APL-CS)

4.1. Compromiso de Sustentabilidad de la Universidad de Antofagasta

Esta política de sustentabilidad encuentra sus fundamentos más inmediatos en la propia normativa y documentos oficiales de la Universidad de Antofagasta. Como Institución de Educación Superior, tiene la tarea de formar a los nuevos profesionales líderes del futuro, contribuyendo al desarrolloeconómico a través de la educación, la investigación, la transferencia de conocimiento, la gestión responsable de los recursos y a la difusión de nuevas actividades que concienticen las temáticas del Desarrollo Sustentable en todas sus líneas de acción, las que se sintetizan bajo el concepto de "Campus Sustentable".

La Universidad juega un rol importante en la creación del camino hacia la sustentabilidad, y coherente con su Plan de Desarrollo Estratégico 2016- 2020 Decreto Exento 462, establece como parte de la misión de la casa de estudios, liderar y contribuir con el desarrollo humano2 y el mejoramiento social y productivo del entorno regional y nacional, y proyectar el quehacer Institucional al ámbito internacional, concretándose a través de:

- La formación de personas como profesionales y el desarrollo del talento humano en un nivel continuo y avanzado, con la impronta de la responsabilidad con la sociedad y el desarrollo sostenible.
- La generación, transmisión y fortalecimiento de las áreas del saber consolidadas en la institución y el fomento al desarrollo de las áreas emergentes competitivas.
- El establecimiento de vínculos de carácter permanente y de mutuo beneficio con el entorno, en los ámbitos patrimonial, cultural e intercultural, académico, científico y de la innovación, que favorezcan el desarrollo y mejoramiento social y productivo de las comunidades correspondientes.
- La gestión eficiente de los recursos, la rendición de cuentas públicas y el desarrollo de las actividades académicas y administrativas en un marco de un sistema interno de gestión de la calidad.

En su visión contempla, ser un referente nacional e internacional como Universidad regional y estatal compleja, con altos estándares de calidad en todos los ámbitos del quehacer universitario, desarrollando tecnologías y sistemas para el uso eficiente y efectivo de los recursos naturales de la región de Antofagasta y del norte de Chile y de esta forma contribuir a alcanzar un desarrollo social y económico con armonía ambiental y paz social, formando profesionales socialmente responsables con sólida formación y que lideren el desarrollo sustentable de la región y del país.

Menciona en su lineamiento estratégico 3; Gestión orientada a la autorregulación y manejo eficiente de los recursos, y su objetivo estratégico 14; consolidar la evaluación de los procesos críticos de la Universidad para instalar una conducta de autorregulación, en el contexto de mejora continua institucional, objetivo que será medido a través de los avances en Programa de Producción Limpia de la Universidad.

En concordancia con la misión de la Universidad de Antofagasta, el Proyecto Educativo Institucional declara que su Competencia Genérica Sello es el "Desarrollo Sostenible", definiéndola como el manejo de los recursos naturales, humanos, sociales, económicos y tecnológicos, con el fin de alcanzar y mantener en el tiempo una mejor calidad de vida para todos los habitantes sin distinción (Decreto exento N ° 1158 del 30 de septiembre 2014).

Asimismo, nuestra Universidad firmó el Acuerdo de Producción Limpia Campus Sustentable, el cual establece las bases de la creación de una Política Universitaria para el Medioambiente y la Sustentabilidad que contribuya a transformar a la Universidad de Antofagasta en una Institución Sustentable.

4.2. Metas APL-CS

Todas las Instituciones de Educación Superior Adheridas al Acuerdo se comprometen a:

Metas Institucionales:

- 1. Expresar el compromiso por la sustentabilidad y lo evidenciarán en sus lineamientos básicos.
- 2. Identificar y promover la presencia de materias de sustentabilidad en el curriculum académico de todas las carreras que se imparten.
- 3. Implementar un programa de extensión en materias de sustentabilidad y/o producción limpia con impacto directo en la comunidad.
- 4. Identificar y promover la presencia de materias de sustentabilidad en la investigación académica.
- 5. Capacitar al 10% de los funcionarios y al 10% de los académicos en materias de sustentabilidad.
- 6. Medir y hacer seguimiento a la Huella de Carbono corporativa.

Metas Por Instalación Adherida

- 7. Reducir en un 5% el consumo de energía en kwh equivalente por m2.
- 8. Reducir en un 5% el valor indicador de consumo de agua por persona.
- 9. Implementar sistemas de minimización, clasificación en origen y separación de residuos sólidos para contribuir al reciclaje en el 100% de las instalaciones.
- 10. Identificar los peligros e implementarán medidas preventivas para minimizar los riesgos laborales.
- 11. Cuantificar y caracterizar los residuos líquidos asimilables a riles



4.3. Objetivo General y Específicos, en Docencia, Investigación, Vinculación, Extensión -Comunicaciones y Gestión Ambiental de Campus.

En el contexto de cambio Institucional, el Consejo de Sustentabilidad de la Universidad de Antofagasta, ha establecido en común acuerdo, una serle de actividades y acciones a corto, mediano y largo plazo en cada una de las líneas de acción del Campus Sustentable. Estos objetivos contribuirán al cambio para alcanzar los desafíos de la sustentabilidad y es prioridad de los Directivos a cargo de cada unidad llevar a cabo de forma exitosa los objetivos planteados en función de las líneas de acción en Docencia, Investigación, Vinculación-Extensión y Comunicaciones y Gestión Ambiental de Campus.

Objetivos Generales y Específicos

El objetivo general de la Política Universitaria para el Medioambiente y la Sustentabilidad es contribuir a transformar a la Universidad de Antofagasta en una Universidad con sello ambiental, que contribuya al Desarrollo Sustentable de manera transversal en todas las líneas de acción del Campus Sustentable.

A continuación, se presentan los objetivos específicos a corto plazo (1-2 años), mediano plazo (3-5 años) y largo plazo (5-10 años) en cada una de las áreas de acción del Campus Sustentable.

Docencia

Corto Plazo (1-2 años

- Elaborar un plan de Capacitaciones a Académicos para diseñar, desarrollar y evaluar la competencia sello Desarrollo Sostenible.
- 2. Desarrollar planes de capacitación en conjunto con el CREA.
- 3. Difusión de cursos de formación general y/o profesional dictados en el CREA u otra unidad, que incorporen en sus materias la Sustentabilidad.
- 4. Incorporar gradualmente la competencia sello "Desarrollo Sostenible" en la malla curricular de todas las carreras rediseñadas de la Universidad.

Mediano Plazo (3-5 años)

- 1. Incorporar actividades de aprendizaje en asignaturas que aborden temas de sustentabilidad y permitan el desarrollo de la competencia sello.
- 2. Incorporar la competencia Sello Desarrollo Sostenible, en las guías de aprendizaje de las asignaturas definidas en la malla curricular y comprometida con el desarrollo de esta competencia.
- 3. Evaluar la progresión del curriculum y la incorporación de la competencia sello en los desempeños de los estudiantes.

Largo plazo (5-10 años).

- 1. Incorporar en las evaluaciones de práctica profesional la medición de la competencia sello.
- 2. Aplicar encuestas a empleadores y egresados para contrastar desarrollo de la competencia sello.



Investigación

Corto Plazo (1-2 años)

- 1. Definir qué se entiende por investigación Sustentable.
- 2. Detectar y difundir oportunidades de apoyo y financiamiento a proyectos de investigación en sustentabilidad.
- Crear un instrumento que permita catalogar los proyectos en materias de sustentabilidad, generando un catastro de los proyectos que se encuentren enfocados a la investigación sustentable y de los investigadores que trabajan en esta área.
- 4. Incentivar y promover la investigación y el desarrollo de innovaciones tecnológicas en materias de sustentabilidad.

Mediano Plazo (3-5 años)

- 1. Fomentar la realización de investigación que incorpore conocimientos en Desarrollo Sustentable y orientadas a problemáticas de interés públicos.
- 2. Actualizar y difundir nuevas oportunidades de apoyo y financiamiento a proyectos de investigación en el área de sustentabilidad.
- 3. Aplicar el instrumento y otorgar a los proyectos un reconocimiento que lo identifique con el sello de la universidad en materias de sustentabilidad.
- 4. Fomentar la vinculación interdisciplinaria en proyectos de investigación en el área de sustentabilidad.

Largo Plazo (5-10 años)

- 1. Impulsar la generación de una línea de investigación en áreas del Desarrollo Sustentable, que incluya todas las áreas del conocimiento.
- Detectar, difundir y/o diseñar congresos, seminarios, charlas, capacitaciones, talieres u otro, de nivel nacional e internacional, en materias de sustentabilidad.
- 3. Fomentar el incremento del número de proyectos que incluyan materias de sustentabilidad.
- 4. Impulsar iniciativas en materias de sustentabilidad en alianza con centros de investigación, nacionales e internacionales.

Vinculación, Extensión y Comunicaciones

Corto Plazo (1-2 años)

- Realizar un catastro y diseñar programa acorde a las necesidades de la comunidad y organizaciones sociales en temas de sustentabilidad.
- 2. Promover la educación ambiental a través del desarrollo de proyectos educativos con participación ciudadana.
- 3. Hacer un catastro de todos los programas y proyectos en la universidad que se realizan en temas de sustentabilidad.

Mediano Plazo (3-5 años)

- 1. Implementar un Programa de extensión y vinculación con impacto directo en la comunidad en temas de sustentabilidad.
- 2. Generar convenios con organismos sociales, culturales y organizaciones educacionales, tanto del sector no gubernamental (ONGs) como gubernamental (OGs).
- 3. Promover proyectos académicos y estudiantiles de vinculación enfocados a la sustentabilidad.

Gestión Ambiental de Campus

Corto Plazo (1-2 años)

1. Plan de Ordenamiento Territorial:

- · Oficialización de Comité de Ordenamiento Territorial
- · Definir los límites territoriales de la Universidad.
- · Sistema de Información Territorial piloto en CET+AU.
- · Levantamiento Topográfico de alcantarillado, agua potable, línea eléctrica y de datos (red externa).
- · Establecer el procedimiento para aprobar el plan regulador sustentable.
- 2. Diseñar e implementar un programa de capacitación transversal en temas de seguridad y medioambiente para el personal.
- 3. Fortalecer convenio con la ACHS para la realización de cursos en temáticas del APL.
- 4. Medición de la Huella de Carbono del Campus Coloso.
- 5. Crear Comité de energía para definir sectores que necesitan instalación de remarcadores.
- 6. Realizar un diagnóstico energético en cada unidad y generar proyectos de optimización.
- 7. Crear Comité de consumo de agua para definir sectores que necesitan instalación de remarcadores.
- 8. Realizar un diagnóstico del recurso agua en cada unidad y generar proyectos de optimización.
- 9. Proyectar el crecimiento de áreas verdes con optimización del recurso hídrico.
- 10. Implementar en el Campus un programa de separación de residuos para facilitar el reciclaje.
- 11. Implementar un plan de manejo de residuos domiciliarios.
- 12. Diseño, decretación y difusión de los reglamentos implementados.
 - · Plan de Emergencia
 - · Reglamento Pool de vehículos
 - · Reglamento de seguridad para empresas contratistas.
 - · Reglamento interno.
 - · Reglamento uso de estacionamientos.
 - · Normas de seguridad y vigilancia campus
 - · Reglamento condiciones mínimas de las instalaciones (oficinas).
- 13. Definir un protocolo de procedimientos de trabajo seguro para laboratorios.
- 14. Implementar Plan de manejo de residuos líquidos peligros.
- 15. Implementar un Plan de manejo de residuos sólidos peligrosos.
- 16. Implementar un plan de manejo de plagas y organismos dañinos.
- 17. Cuantificar y caracterizar los residuos líquidos asimilables a riles.

Mediano Plazo (3-5 años)

- 1. Implementación del Sistema de Información Territorial en la Universidad.
- 2. Elaborar un plan regulador sustentable de los Terrenos del Campus Coloso.
- 3. Evaluar la implementación del programa de capacitaciones en temas de seguridad y medioambiente para el personal.
- 4. Incorporar mejoras al programa de Capacitaciones.
- 5. Implementación y seguimiento de mejores prácticas para la reducción de la Huella de Carbono del Campus Coloso.
- 6. Incorporar la medición de la Huella de Carbono en todas las sedes y dependencias de la Universidad.
- 7. Implementar proyectos de eficiencia energética y mejores prácticas.
- 8. Implementar proyectos de optimización del recurso agua y mejores prácticas.
- 9. Cuantificar la cantidad de residuos generados.
- 10. Implementación del 100% de los Reglamentos.
- 11. Implementar un Plan de sistema de gestión de riles.

Largo Plazo (5-10 años)

- 1. Seguimiento y Gestión del Plan de Ordenamiento territorial.
- 2. Mantener programas en temas de seguridad y medioambiente para el personal.
- Seguimiento y monitoreo de la Huella de Carbono del Campus Coloso y de todas las sedes y dependencias de la Universidad.
- 4. Seguimiento y evaluación energética para la reducción de consumos.
- 5. Seguimiento y evaluación del recurso agua, análisis de reducción de consumos.
- 6. Seguimiento y monitoreo del programa de separación de residuos reciclables y domiciliarios.
- 7. Mantención y actualización de Reglamentos.
- 8. Mantención y seguimiento de los residuos asimilables riles.

4.3 Certificación APL-CS

Después de realizar los esfuerzos necesarios para dar cumplimiento a las acciones comprometidas en las 11 metas establecidas en el acuerdo, el programa Acuerdo de Producción Limpia Campus Sustentable logró obtener la certificación APL-CS en abril del año 2017, certificación otorgada hasta el año 2020.

La Agencia del Sustentabilidad y Cambio Climático del Ministerio de Economía, certificó el 100% de cumplimiento las metas Institucionales y las metas por Instalación adherida en conformidad con los requisitos establecidos en las Normas Chilenas NCh2796.Of2009, NCh2797.Of2009, NCh2807.Of2009 y NCh2825.Of2019. Las Instalaciones adheridas acreditadas fueron la Facultad de Ciencias Básicas, el Instituto Antofagasta y el Centro Regional de Estudios y Educación Ambiental (CREA). El fruto del trabajo realizado por el Consejo de Sustentabilidad de la Universidad de Antofagasta que funciona mediante la coordinación y gestión del CREA, permitió que la Institución incorporara la sustentabilidad en sus lineamientos básicos, específicamente en la creación de esta Política Universitaria (Decreto Exento N°477), como parte de la cultura organizacional del campus universitario, lo que se refleja en nuevos lineamientos en el currículum académico, investigación, extensión, vinculación y comunicaciones y gestión ambiental del Campus.



Para mantener la certificación APL-CS, en abril del año 2019 el programa fue sometido a una auditoría externa e independiente sobre cumplimiento anual de los compromisos suscritos por el Rector en el ámbito del Acuerdo de Producción Limpia. Esto, para certificar el cumplimiento de las once metas comprometidas con la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático, según plazos establecidos. El resultado de esta auditoría obtuvo 100 % de aprobación de cumplimiento, de esta manera nuestra Universidad fue recomendada por el auditor para mantener la certificación otorgada hasta el año 2020. Sin embargo, varios de los puntos analizados fueron aceptados como cumplidos en la forma de esfuerzos por alcanzar los objetivos y no debido a que estuvieran plenamente abordados. Por tal motivo, se informó al Vicerrector Económico mediante oficio CREA N°79/2019 la necesidad de resolver las debilidades a fin de responder eficientemente las observaciones realizadas por el auditor

Bibliografía

Referencias y sus fuentes verificables:

- 1. (1)http://desarrollosostenible.wordpress.com/2006/09/27/informe-brundtland/
- 2. (2)http://www.un.org/Depts/dhl/spanish/resguids/specenvsp.htm
- 3. (3)http://hispagua.cedex.es/documentacion/noticia/49739
- 4. (4) Coria, Antequera Baiget y Osório: (2011) La Agenda 21 Local Reseñas desde Iberoamérica, ISBN-13: 978-84-694-1392-0 N° Registro: 11/21501 www.eumed.net/libros/2011a/903/
- 5. (5) www.ulsf.org
- 6. (6) http://talloiresnetwork.tufts.edu/wpcontent/uploads/DECLARACIONDETALLOIRES.pdf
- 7. (7) DeclaraciónHalifax:http://www.iisd.org/educate/declarat/halifax.htm
- 8. (8) Declaración de Swansea: http://www.iisd.org/educate/declarat/swansea.htm
- 9. (9) CartaCopérnico:http://www.iisd.org/educate/declarat/coper.htm
- (10) Conde, R., González, O., Mendieta, E. (2006): Hacia una Gestión Sustentable del Campus Universitario. Casa del Tiempo. Vol. VIII época III Nº 93-94 http://www.difusioncultural.uam.mx/casadeltiempo 93_94_oct_nov_2006/
- 11. (11) Declaración de Luneburg: http://portal.unesco.org/education/en/ev.phpURL_ID%3D37585%26URL_DO%3DDO_TOPIC %26URL_SECTION%3D201.html
- 12. (12) Declaración de Ubuntu: http://www.un.org/events/wssd/pressconf/020901conf1.htm
- 13. (13) Aznar, P. (2005). Addenda: "La cultura de la sostenibilidad en el marco de la convergencia europea (EEES)", XXIV Seminario Interuniversitario de la Teoría de la Educación "El Espacio Europeo De Educación Superior", Universidad Politécnica de Valencia, Noviembre 2005.
- 14. (14) Declaración de Barcelona: http://www.upc.edu/eesd-observatory/who/declaration-of-barcelona
- 15. (15) Declaración de Turin: http://www.crui.it/crui/g8us_torino%20_2009.pdf
- 16. (16) Simposio Mundial: http://www.haw-hamburg.de/wssd-2012.html
- 17. (17) Ekins P & Jacobs M, Environmental Sustainability and the Growth of GDP: Conditions of Compatibility, in Bhaskar V & Glyn A (eds) The North, the South and the Environment, 1995, Earthscan, London.
- 18. (18) Serageldin I & Steer A, Expanding the Capital Stock, in Seregeldin I & Steer A (eds), Making Development Sustainable; From Concepts to Action, ESD Occasional Paper Series No 2, 1994, The World Bank, Washington DC.
- 19. (19) United Nations, UNDP Human Development Report 1999, 1999, Oxford University Press, Oxford.
- 20. (20) Edvinsson L and Malone M S, Intellectual Capital, 1997, Harper Collins, New York. (21) Social Exclusion Unit, Bringing Britain Together; a national strategy for neighbourhood renewal, 1999, Cm 4045, HMSO, London.
- Decreto Exento 107
- · Decreto 1296
- Decreto Exento 693
- Decreto Exento 1158
- Decreto Exento 462
- Reporte 2019 https://www.ascc.cl/pagina/apl
- APL Campus Sustentable 2012

Leff E. Saber ambiental, sustentabilidad, racionalidad, complejidad, poder, 1998, ISBN 968-23-2402-5 Gómez C & Botero C. La ambientalización de la educación superior: estudio de caso en tres instituciones de Medellín, Colombia. 2012. Revista gestión y ambiente.









UNIVERSIDAD DE ANTOFAGASTA

CREA-UA: División de Sustentabilidad Política Universitaria para el Medio Ambiente y la Sustentabilidad D.E. N° 477



iPARTICIPA!

HACIA UNA UNIVERSIDAD CON SELLO AMBIENTAL Y COMPROMETIDA CON EL DESARROLLO SUSTENTABLE









www.uantof.cl

Logros en los últimos años

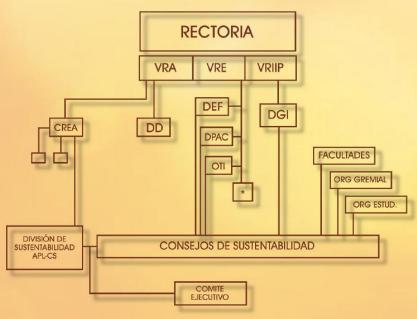
1. Definiciones y participación de la Comunidad Universitaria.

Tempranamente en las gestiones para la Política de la Universidad sobre Sustentabilidad, los miembros del Consejo debatieron y concordaron en la definición propia de lo que la UA entiende por Sustentabilidad y Desarrollo Sustentable (ver punto 3.2 en este libro). Sobre esta definición orientadora, el Centro Regional de Estudios y Educación Ambiental (CREA) coordina y/o colabora con las diversas unidades y direcciones para que la institución contribuya con información científica y tecnológica para el diseño de políticas sobre medioambiente y desarrollo sustentable en los ámbitos gubernamentales de nivel regional y comunal, así como académicos, productivos y sociales. La Universidad de Antofagasta está comprometida con los objetivos y metas del Plan de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas (Plan de fortalecimiento Versión 1 2020 https://sdgs.un.org/goals).

La creación del Consejo de Sustentabilidad ocurrida en diciembre del año 2013 (D.E. N° 1296), junto con la designación del Centro Regional de Estudios y Educación Ambiental (CREA), como unidad académica encargada de gestionar, impulsar, coordinar y administrar el cumplimiento del Acuerdo de Producción Limpia, según Decreto Exento N° 107 de enero del año 2014, dieron inicio al debate ampliado que formuló las bases del concepto de desarrollo sustentable propio de la Universidad de Antofagasta. Este Consejo, integrado por representantes de la planta directiva, académica, estudiantil, profesional y administrativa, se reúne en forma permanente durante cada año académico desde el 2014. Cada estamento, expresó libremente sus opiniones y comprometió los esfuerzos necesarios para lograr describir en las líneas de acción: de docencia, investigación, vinculación, extensión, comunicaciones, y gestión ambiental de campus, los objetivos a corto, mediano y largo plazo de su quehacer Institucional. De esta manera se elabora el Plan de Acción a seguir, en materias de sustentabilidad, lo que se concreta el 25 de abril del año 2017, cuando se promulga el D.E. N° 477 que define la Política de Sustentabilidad de la Universidad, compromiso que se Indicó en la Meta 1 del Acuerdo de Producción Limpia – Campus Sustentable (APL-CS).

Para efectos de facilitar la comprensión y práctica efectiva de los principios de la Sustentabilidad definida por la Universidad, se acordó utilizar indistintamente los vocablos sostenibilidad y sustentabilidad, aunque otros mencionen diferencias entre ambos.

La sustentabilidad institucional debe ser transversal y participativa, involucrando a la totalidad de los estamentos de la comunidad universitaria, lo que requiere de una estructura que permita asegurar los espacios de cada sector. La estructura organizacional del APL-CS de la Universidad de Antofagasta se ilustra en la Figura 1.



* OTRAS DIRECCIONES Y UNIDADES (VER TABLA 2)

Figura 1.- Estructura organizacional del APL-CS UA. VRA: Vicerrectoría Académica; VRE: Vicerrectoría Económica; VRIIP: Vicerrectoría de Investigación Innovación y Postgrados; DDC: Dirección de Desarrollo Curricular; DEF: Dirección Económica y Finanzas; DPAC: Dirección de Personal y Administración de Campus; OTI: Oficina Técnica de Infraestructura; DGI: Dirección de Gestión de la Investigación; CREA: Centro Regional de Estudios y Educación Ambiental.

2. Formando profesionales con visión de futuro

Desde la acción docente: educar para la sustentabilidad, ha contribuido a que los académicos asuman y empleen en sus prácticas docentes las temáticas de la sustentabilidad, y así lograr incorporar la competencia sello "Desarrollo Sostenible" en la formación de los estudiantes. En concordancia con la misión de la Universidad de Antofagasta, la formación integral de los profesionales líderes en la toma de decisiones futuras se aborda en lo declarado en el Proyecto Educativo Institucional (PEI Decreto Exento N º 4061 del 14 de septiembre de 2012). En este Decreto se establecen seis competencias genéricas: Desarrollo Sustentable, Emprendimiento, Comunicación, Trabajo en Equipo, y Solución de Problemas, todas estas complementadas con la habilitación en el idioma inglés. De entre todas estas competencias, una es considerada como competencia sello, lo que Implica su incorporación en las actividades curriculares del plan de formación profesional de pre y post-grado. Esta competencia sello es el Desarrollo Sostenible, lo que queda establecido institucionalmente en el Decreto Exento N°1158 del 30 de septiembre de 2014. Este documento describe el Desarrollo Sostenible, como el manejo de los recursos naturales, humanos, sociales, económicos y tecnológicos, todo con el fin de alcanzar una mejor calidad de vida para la población.

Bajo estos preceptos y los declarados en el D.E. N°477 de esta Política, la Universidad presenta el Informe de Formación Integral, elaborado por la Dirección de Registro Curricular 2018, documento que exhibe los 3 niveles de apropiación de la competencia y los resultados de aprendizaje correspondientes a cada uno, además Incorpora una propuesta de Estrategias Didácticas para el desarrollo de la Competencia sello y una Propuesta de Indicadores de Logro para evaluar esta competencia. Las vías formales a través de las cuales estas competencias pueden ser canalizadas son: las Asignaturas de Formación Integral (AFI), los Electivos de Formación Integral (EFI), y el mismo currículo, a lo largo del cual tales competencias pueden ser desplegadas de manera transversal.

Asimismo, la Dirección de Docencia y Desarrollo Curricular, elaboró las rúbricas para evaluar las competencias genéricas y la competencia sello de la Universidad de Antofagasta en concordancia con lo declarado en el PEI. La evaluación de las competencias se distingue por ser un proceso centrado en el estudiante, por medio de procedimientos de evaluación auténtica, cuya modalidad comprende la autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación. La incorporación de materias de sustentabilidad en la docencia de pregrado a los estudiantes de diferentes carreras de la Universidad se ha estado incluyendo en el currículo desde el año 2001. Por lo tanto, se están introduciendo temas transversales en los contenidos curriculares de todas las carreras que dicta la Universidad, otorgando a los futuros profesionales un "adicional" ambiental, lo que ha permitido establecer una Identidad propia con la Competencia Sello de la Universidad (expresado en documento Auditoria Dos del APL-CS).

En el marco del Proyecto MECESUP ANT 0003, se definió la misión del CREA, la que busca mejorar la educación en tópicos de la sustentabilidad y Campus Sustentable, considerados como temas transversales en los contenidos curriculares. Este proyecto incorporó una serie de asignaturas enfocadas con estas temáticas como un objetivo transversal en las diferentes diciplinas de las carreras que se imparten en la universidad, creando así un programa de perfeccionamiento que mejora la calidad de los recursos profesionales de esta casa de estudios. Oficializándose el Programa de Diplomado en Medio Ambiente con el Decreto Exento N º 1802 del 17 de mayo de 2010. El programa tiene los siguientes objetivos: Complementar la formación profesional de los estudiantes de la Universidad de Antofagasta y profesionales externos, en la temática ambiental y desarrollo sustentable y capacitar a los estudiantes y profesionales externos en algún tópico particular y/o específico relacionado con el medioambiente y desarrollo sustentable. Existe un listado de cursos EFI asociados al Diplomado de Medio Ambiente del CREA, con asignaturas enfocadas en sustentabilidad, cuenta con módulos generales y módulos específicos para la obtención de las menciones en Gestión Ambiental, Salud Ambiental y Educación Ambiental. Este diplomado se encuentra disponible para todos los alumnos de las carreras que imparte la Universidad. La Institución ya cuenta con más de

330 alumnos aprobados en este diplomado. El registro de cursos que se imparten se encuentra disponibles en la página web https://intranetua.uantof.cl/crea/. Desde año 2015, se incorporaron dos cursos de formación profesional transversal a todas las carreras: la asignatura "Sustentabilidad en las Instituciones de Educación Superior" y la asignatura "Acuerdo de Producción Limpia Campus Sustentable".

Por otra parte, a través del proyecto ESR ANT 1795, Objetivo tres, "Un Aporte de la Universidad de Antofagasta al Desarrollo Sostenible de la Región de Antofagasta a Través de la Transferencia Científica y Tecnológica Hacia los Sectores Productivo, Social y Medio Ambiental", se imparte la primera versión del curso: "Universidad Sostenible, una co-creación para la Competencia Sello en la Universidad de Antofagasta". Consiste en un ejercicio de gestión curricular que ayuda a los académicos a implementar la competencia sello en el diseño de sus planificaciones y experiencias de enseñanza aprendizaje.











3. La Universidad inserta en el medio social, político y productivo.

Para promover el rol que cumple la Institución, el Consejo de sustentabilidad a través de la comisión de vinculación, extensión y comunicaciones, logró elaborar la estrategia de difusión en materias de sustentabilidad en las temáticas del APL-CS, con el objetivo de vincular y difundir una cultura sustentable (o sostenible) para potenciar las actividades del quehacer Universitario en materias de sustentabilidad, estableciendo vínculos sociales, culturales y educacionales con los distintos actores que integran la universidad y la comunidad regional.

Varios espacios de comunicación abiertos entre los actores de la comunidad se han llevado a cabo. Diversas campañas han ido evolucionado desde el posicionamiento inicial del tema ambiental, la difusión de información, los conocimientos y métodos de prevención en las diferentes temáticas que aborda la sustentabilidad, han fortalecido iniciativas ambientales a nivel estudiantil. Un ejemplo fue el proyecto "Formación de Agentes de Cambio Universitario para la Sustentabilidad", que consistió en capacitar en diferentes módulos a estudiantes universitarios comprometidos voluntariamente con el cuidado del ambiente y el programa APL-CS. Entre los tópicos que fueron desarrollados se mencionan: Sustentabilidad, Producción Limpia, Cultura Regenerativa y Estilo de Vida Sostenible, Habilidades Blandas, Taller de Huerto Urbano, entre otros. Este proyecto logró juntar a grupos ambientales estudiantiles de distintas carreras de la Universidad, a través del grupo de voluntarios del programa APL-CS "Agentes de Cambio", el proyecto de vinculación UA en transición y otras organizaciones estudiantiles de la Universidad de Antofagasta, se consolida el Grupo Ambiental Interdisciplinario en Acción (GAIA) en el año 2019, se unen bajo el propósito de contribuir a la competencia sello de Desarrollo Sustentable de la Universidad, con el fin de fortalecer y promover conciencia universitaria para el medio ambiente y sustentabilidad, fomentando espacios de capacitación, voluntariado estudiantil y contribuir con los objetivos de desarrollo sostenible. Desde el año 2018 participa en campañas de medio ambiente dentro del recinto universitario, contribuyendo a la conciencia ambiental del estudiante. El grupo postuló a los fo<mark>ndos concursables de la Dirección de</mark> Vinculación con el Medio de la Universidad de Antofagasta, y adjudicándose el proyecto "Ciclo de talleres de Eco-construcción Aula Abierta Espacios que conectan" periodo 2020, bajo la dirección del CREA. El objetivo es construir eco estructuras que permitan implementar un lugar de esparcimiento amigable con el medio ambiente, donde se puedan desarrollar talleres u otras actividades al aire libre y de esta manera, generar conciencia ambiental en la comunidad. El Centro de Rescate y Rehabilitación de Fauna Silvestre (CRRFS) del CREA, que cuenta desde 1998 con la Resolución Nº 2933 del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) y un Convenio de Operación y Colaboración con el Servicio Nac. de Pesca (SERNAPESCA), desarrolla actividades en el ámbito de la educación ambiental, la protección y la conservación de la fauna. Además de la estrecha vinculación con las entidades del Estado mencionadas precedentemente para el cumplimiento de misiones compartidas respecto de la protección de la fauna, las actividades son transmitidas a todas las áreas del ámbito social a través de programas de educación ambiental, charlas y capacitaciones entre otros. Basado en la actividad de este Centro, la Universidad celebra convenios de colaboración con empresas productivas de la Región, lo que permite que animales en interacciones riesgosas con faenas productivas puedan ser trasladados y atendidos en el Centro con el fin de reintroducirlos a la vida silvestre una vez rehabilitados. Producto de estos convenios el CREA capacita a funcionarios de las empresas en conocimiento de fauna silvestre y procedimientos de primeros auxilios para animales afectados en faenas. Esta interacción promueve la donación de recursos financieros por parte del sector privado, lo que ha permitido mantener, mejorar y equipar la unidad para la adecuada atención de sus pacientes. La misma actividad del Centro se convierte en una provechosa oportunidad de disponibilidad para el desarrollo de tesis y fortalecimiento práctico de asignaturas de carreras del área de las ciencias naturales de la Universidad. Asímismo recibe frecuentemente estudiantes en práctica de carreras de veterinaria de otras universidades o de carreras biológicas de nuestra Universidad. Los visitantes del CRRFS, guiados por monitores voluntarios, previa coordinación, pueden recorrer el Centro aprendiendo sobre fauna silvestre y medio ambiente.

El CREA y sus programas es miembro activo del Círculo de Seguridad y Protección de la Bahía de Antofagasta (CSPA), entidad que agrupa a instituciones del Estado (Armada, ONEMI, entre otras), ONGs, Cuerpo de Bomberos, Entidades de Rescate y empresas de la zona, que desarrollan actividades u operan en las costas y mar adyacente. En el seno de esta institución se realizan seminarios, cursos de capacitación, exposiciones públicas, limpieza de playas y principalmente, operativos de simulación de accidentes y/o catástrofes que afectan la salud de las personas y al medio ambiente. Gracias a esta vinculación se ha incorporado en los procedimientos de coordinación sobre abatimiento y rescate, la dimensión ambiental, con el fin de evitar o mitigar oportunamente eventuales daños ambientales (derrames de sustancias químicas a medios terrestres o acuáticos) así como la oportuna toma de muestras de variables claves, y el rescate de fauna silvestre afectada. Como parte del funcionamiento de esta entidad, se han establecido las coordinaciones de acción y sistemas de información permanente de las condiciones de seguridad de la Región.

Similar a la actividad anterior, el CREA participa en la Comisión COLFAS de la Dirección General de Aeronáutica Civil de la Región de Antofagasta, entidad que asesora y comparte información sobre riesgos de interacción de aviones con fauna silvestre o animales domésticos fuera de control (perros). En el seno de esta Comisión se comparte información y se analizan focos o áreas de conflicto y las acciones de eliminación de riesgos que pueden aplicarse para evitar accidentes aéreos, especialmente en el área de aproximación y despegue del aeropuerto comercial y base aérea local.

La institucionalidad ambiental, genera espacios de participación de la ciudadanía, donde se constituye el Consejo Consultivo Regional del Medio Ambiente, que es una instancia representativa de los distintos sectores de la sociedad a nivel regional. Este consejo consultivo está conformado por dos científicos, dos representantes de organizaciones no gubernamentales sin fines de lucro que tengan por objeto la protección o estudio del medio ambiente, dos representantes del empresarlado, dos representantes de los trabajadores, un representante del Ministerio del Medio Ambiente.

La Universidad de Antofagasta participa en el Consejo Consultivo Regional del Medio Ambiente con un representante clentífico, perteneciente al Centro Regional de Estudios y Educación Ambiental (CREA), designado por el Rector Dr. Luis Loyola Morales a la académica Dra. Beatriz Helena Soto, por un periodo de dos años (2020 al 2022).

Según Decreto №25/2001 (Reglamento del Consejo Consultivo del Ministerio de Medio Ambiente), señala que dentro de las funciones y atribuciones del Consejo Consultivo es debatir y pronunciarse de manera no vinculante sobre temas de relevancia ambiental vinculados a:

- a) Absolver consultas que le formule el Intendente, el Gobierno Regional y el Secretario Regional Ministerial del Medio Ambiente.
- b) Emitir su opinión sobre los anteproyectos de ley y anteproyectos de decretos supremos que fijen normas secundarias de calidad ambiental, de preservación de la naturaleza y conservación del patrimonio ambiental, de planes de prevención y de descontaminación, de regulaciones especiales de emisiones y de normas de emisión, que afecten al territorio regional y les sean sometido a su conocimiento.
- c) Pronunciarse, de oficio, sobre tema ambientales de interés general con alcance en la región.
- d) Ejercer todas las demás funciones que le encomiende el Ministerio y la Ley.

Dicho Consejo cuenta con un plan de trabajo con los temas más relevantes que se encuentra desarrollando la institución, entre los que se destacan: Avances de la Ley de Responsabilidad Extendida al Productor y Fomento al Reciclaje (REP)-Economía Circular, Proyecto regional "reducción de la vulnerabilidad climática y riesgo de inundación en áreas urbanas y semiurbanas costeras en ciudad de América Latina, Acciones de alcance nacional sobre cambio climático (estado de avance): Contribución Nacional Determinada (NDC), Estrategia Climática de Largo plazo (ECLP), Anteproyecto de Ley cambio climático, Gestión Ambiental en la Comuna de Mejillones (enfatizando en aquellas orientadas a la conservación de la biodiversidad,) programa Fondo de Protección Ambiental (FPA) y Sistema de Certificación Ambiental Municipal (SCAM), Borrador de Protocolo de implementación Ley 20.879 (procedimiento para detectar, fiscalizar y evitar la aparición de vertederos y quemas ilegales en la ciudad de Antofagasta), avances del Plan de Acción Regional/Cumbre Regional Ambiental 2020 de la Universidad de Antofagasta.

Otro ámbito en donde el CREA participa en representación de la Universidad para asuntos relacionados con el medio ambiente, es en la Comisión Regional de Uso del Borde Costero (CRUBC), entidad cuya misión es asesorar al Intendente Regional en temáticas que dicen relación al mismo nombre de la Comisión. También ha sido miembro permanente del Comité Ambiental Comunal (CAC) de la llustre Municipalidad de Antofagasta, instancia legal de participación ciudadana a través de organizaciones civiles e instituciones académicas y gubernamentales.

Con el fin de difundir la política de sustentabilidad de la Universidad y la importancia de cuidar el medio ambiente, se han confeccionado afiches publicitarios con las líneas de acción del Programa APL-CS, los que se entregan a la comunidad universitaria, promovidos a través de correos electrónicos masivos, con la gestión de la Dirección de Comunicaciones y la Unidad de Imagen Institucional.

Los reportes de las actividades de la Universidad se presentan bajo un compilado de actividades destacadas desde la página web institucional; ferias, seminarios, proyectos, charlas, actividades con la comunidad u otro. Junto con los proyectos internos de la Dirección de Vinculación con el medio y extensión. El listado de actividades registradas se destaca en el sitio web http://www.uantof.cl/vinculacion/vinculacion_academica

https://intranetua.uantof.cl/crea/ https://www.facebook.com/UACRRFS/

http://www.comunicacionesua.cl/2018/08/06/preparando-agentes-de-cambio-para-una-sustentabilidad-ambiental



4. La Investigación para un mundo que demanda más ciencia

La Investigación, es una de las actividades primordiales de la Universidad de Antofagasta, la que desempeña un papel fundamental por su carácter estratégico y su rol determinante en la búsqueda de respuestas y soluciones creativas para mejorar la calidad de vida de las personas y fortalecer el progreso social de la región y el parís (fuente: Cuenta de Gestión Rectoría 2019).

Es en este sentido que la Comisión de Investigación del Consejo de Sustentabilidad logró establecer como propuesta inicial, los lineamientos generales que permitirán evaluar proyectos en materias de sustentabilidad. De esta manera incentivar y promover esta línea de investigación con el fin de desarrollar programas orientados al desarrollo sustentable en problemáticas de interés para la Región y el país. Asimismo, mediante un largo proceso de debate, se logró de manera consensuada definir los siguientes conceptos que quedaron establecidos en el DE N°477:

Investigación para la Sustentabilidad:

Es toda investigación e innovación científico – tecnológica tanto básica como aplicada, orientada al uso racional y al mejoramiento de la interacción armónica de los capitales natural, humano, social, financiero y de los bienes construidos, todos con enfoque multi e interdisciplinario de interés público, que tenga un impacto positivo a nivel regional, nacional o internacional y contribuya a una mayor comprensión de los sistemas complejos.

Investigación Sustentable:

Proceso orientado a la generación de conocimiento y que en su desarrollo no produzca impacto negativo en el valor ni en la interacción de los capitales.

Por otra parte, la Institución registra sus proyectos de Investigación vinculados con la sustentabilidad a través del sitlo web://www.uantof.ci/Investigacion/dgl#pub.





5. Preparándonos para mejorar permanentemente

Para proporcionar a sus funcionarios y académicos nuevos conocimientos y herramientas para el desarrollo de habilidades y destrezas en el desempeño de sus labores en temáticas ambientales, la Institución a través del comité bipartito de capacitación, logró con fecha 9 de abril de 2015, aprobar el curso APL-CS, con los Lineamientos Básicos del Programa Formación de Capacidades, documento elaborado por el Comité de Formación de Capacidades del APL. Curso vigente que es realizado en modalidad online. Asimismo, cuenta con un área de capacitación en la Dirección de Personal y Administración de Campus (DPAC), encargada de entregar programas de capacitación a las diferentes unidades de la universidad según se requiera y mantener registro de capacitaciones obligatorias en materias de prevención de riesgo ligadas al APL-CS.

Por otra parte, se difundieron las guías de mejores prácticas sustentables, para laboratorios talleres, salas de computación y oficinas, las cuales están orientadas a llevar a cabo un comportamiento responsable en sus lugares de trabajo. Para evaluar la aplicación de estas prácticas, se aplicó una lista de comprobación y autoevaluación en las instalaciones de la Universidad adheridas al APL-CS, para posteriormente, reconocer públicamente a las Unidades destacadas en practicas sustentables. Bajo este criterio fueron reconocidas quince unidades por sus aportes en estas prácticas en el año 2019, destacan los funcionarios:

Juan Carlos Peralta Rojas, Dirección de Personal y Administración de Campus
Luis Medina Camaño, Dirección de Gestión de la Investigación
Jocelyn Tabilo Morales, Departamento de Administración – Prevención de Riesgos
Manuel Vernal Alfaro, Oficina técnica de Infraestructura
Helmut Leighton Álvarez, Facultad de Educación
Jan Cademartori Dujisin, Departamento de Ingeniería Comercial
Daisy Serrano Bolados, Coordinadora Campus Clínicos FACMO
Lenka Nicolic Illanes, Departamento de Odontología
Claudio Pereira Salazar, Departamento de Ciencias Sociales
Tatiana Morales Silva, Departamento de Química
Erick Barra Urra, Servicio de Deportes UA
Patricio Morales Retamal, Instituto Antofagasta
Iván Neira Cortés, Comité de Ética en Investigación Científica
Juan Sánchez Escobar, Comité Paritario de Higiene y Seguridad

http://www.comunicacionesua.cl/2019/05/03/crea-entrego-reconocimientos-por-buenas-practicas-por-acuerdo-de-produccion-limpia/



Luis Araya Lepicheo, Centro de Estudios Territoriales

















PAPELETÓN

TRAE TUS APUNTES, CUADERNOS, PRUEBAS, IMPRESIONES, FOTOCOPIAS, ETC

FRENTE CASINO UA 25 y 26

SEPTIEMBRE 2019 **DESDE LAS 12:00 HASTA 15:00 HRS.**

UNIVERSIDAD DE ANTOFAGASTA **PREMIOS SUSTENTABLES**



ORGANIZAN

















6. ¿Podemos reducir nuestra Huella de Carbono?

En el contexto de la medición de la Huella de Carbono Corporativa, fue posible cuantificar la cantidad de emisiones de gases efecto invernadero (medidas en emisiones de CO2e) que son liberadas a la atmósfera derivado de las actividades propias de la Institución, ya sea en forma directa o indirecta.

Para realizar la estimación de la Huella de Carbono de la Universidad de Antofagasta se establecieron diferentes parámetros que permitieron identificar lo siguiente:

- Alcance 1: Emisiones Directas, (combustible flota vehículos, gas licuado)
- Alcance 2: Emisiones Indirectas por consumo de energía y
- Alcance 3: Otras emisiones indirectas (consumo de papel, traslado de la comunidad, residuos y transporte aéreo nacional e internacional).

Estos registros fueron estimados según datos entregados por las diferentes unidades de la Universidad. El período analizado contempló una primera medición comparando los años 2014 - 2015 y una segunda medición entre los años 2016 - 2017 (Tabla 1). Entre estos períodos, el Alcance 3 permitió identificar diferencias en las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera, lo que estuvo dado por la disminución o aumento en la compra de pasajes aéreos nacionales e internacionales por parte de la institución. En el año 2015, se destaca una disminución de la Huella de Carbono, debido a que el traslado aéreo nacional e internacional se redujo en comparación a los otros años (Tabla 2).

Cabe señalar que el compromiso de reducción en la medición de la Huella de Carbono fue 1% anual, por lo tanto, en el futuro se seguirán haciendo esfuerzos para reducir y mantener en el tiempo este compromiso, a través del indicador por m2 construidos que se tomó como referencia.

Tabla 1.- Huella de Carbono entre los años 2014 y 2017 medida en toneladas de CO2 equivalente (tCO2e). Combustible flota vehículos (m3), gas licuado (m3), consumo Energético (kwh), papel (kg), traslado comunidad (km) residuos (kg) transporte aéreo nacional e internacional (km).

HUELLA DE CARBONO	2014	2015	2016	2017
ALCANCE 1	93	104	88	105
COMBUSTIBLE FLOTA VEHICULOS	73	79	73	79
GAS LICUADO	20	26	15	26
ALCANCE 2	2.168	2.057	2.160	2.331
CONSUMO ENERGETICO	2.168	2.057	2.160	2.331
ALCANCE 3	1.206.355	145.570	1.215.011	580.188
PAPEL	16	17	10	33
TRASLADO COMUNIDAD	7.600	7.312	6.741	7.353
RESIDUOS	50	50	50	50
TRASLADO AEREO NACIONAL E INTERNACIONAL	1.198.689	138.191	1.208.210	572.752
TOTAL (†CO2e)	1.208.616	147.731	1.217.259	582.624

Tabla 2.- Transporte Aéreo Nacional e Internacional entre los años 2014 y 2017, medidos en tCO2 eq/pkm.

AÑO	VUELOS NACIONALES kgCO2 eg/pqm	VUELOS INTERNAC. kgCO2 eq/pqm	TOTAL kgCO2 ea/pqm	TOTAL tCO2 ea/pqm		
2014	1.109.162.945	89.525.859	1.198.688.804	1.198.689		
2015	128.416.062	9.775.184	138.191.246	138.191		
2016	1.131.333.422	76.876.632	1.208.210.054	1.208.210		
2017	568.593.785	4.157.940	572.751.725	572.752		

7. En el camino de la eficiencia y el uso de Energías Limpias

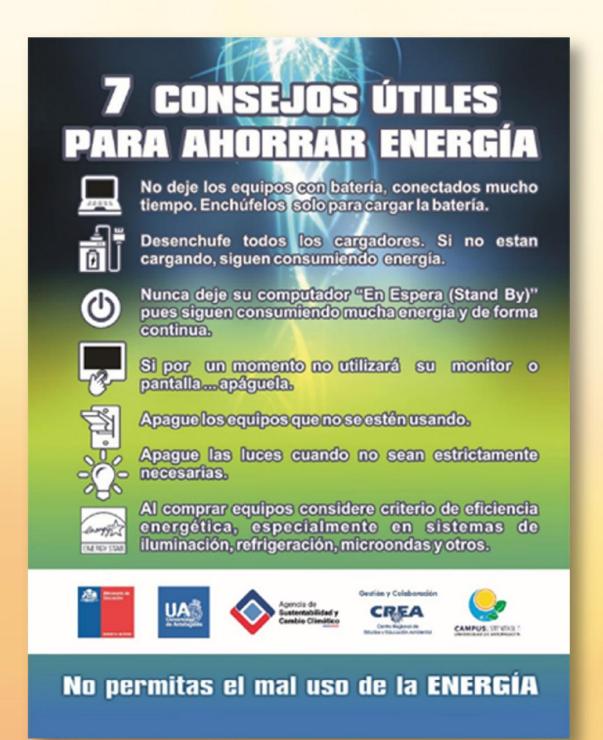
Respecto a la implementación de acciones en materia de energía, la Universidad de Antofagasta, en una primera etapa, realizó un diagnóstico energético que permitió identificar el uso de la energía en las cinco Instalaciones Adheridas al APL-CS. En el año 2016 se elaboró un informe de auditoría energética y un estudio de factibilidad técnica económica para la implementación de oportunidades de eficiencia energética en las Instalaciones. Paralelamente, se elaboró un Plan de Desarrollo de Gestión de la Energía. Todas las acciones anteriores, en el año 2017 permitieron implementar en estos 5 puntos, remarcadores trifásicos manteniendo un registro del consumo energético mensual detallado de las Instalaciones a partir del año 2018 (Tabla 3).

Tabla 3.- Consumo y diferencia mensual de Energía (kwh) de la Instalaciones Adheridas al APL año 2018.

			CONSUMO kwh AÑO 2018										
INSTALACIONES	m²	05 marzo	05 abr	05 may	05 jun	05 jul	05 agos	05 sept	05 oct	05 nov	05 dic	total kwh	total kwh/m²
INSTITUTO ANTOFAGASTA	838	0	69	88	103	114	132	149	159	170	184	1167	1
DEPTO DE QUIMICA	1034	0	84	297	473	621	781	966	1098	1261	1468	7050	7
DEPTO DE FISICA	1853	0	20	77	133	185	222	277	323	369	418	2024	1
DEPTO DE MATEMATICAS	578	0	0	0	0	1468	3059	4648	6587	8096	9844	33702	58
CREA	375	0	13	42	71	99	126	153	177	201	225	1106	3
TOTAL kwh												45.047	
TOTAL kwh/m ²												10	
	1		DIFERENCIA MENSUAL kwh AÑO 2018										
INSTALACIONES	m²	05 marzo	05 abr	05 may	05 jun	05 jul	05 agos	05 sept	05 oct	05 nov	05 dic	total kwh	
INSTITUTO ANTOFAGASTA	838	69	19	16	10	18	17	11	11	14	184	0	
DEPTO DE QUIMICA	1034	84	213	176	148	160	186	132	163	207	1468	1	
DEPTO DE FISICA	1853	20	57	56	51	37	55	46	46	49	418	0	
DEPTO DE MATEMATICAS	578	0	0	0	1468	1591	1590	1939	1509	1748	9844	17	
CREA	375	13	29	29	28	27	28	24	24	24	225	1	

Se implementó la campaña "**No permitas el mal uso de la energía**", el cual ha sensibilizado a la comunidad, a través de la entrega y difusión en redes sociales de un afiche con siete consejos útiles para ahorrar energía (Figura 1). También, se evidencia la entrega de la Guía de Apoyo al desarrollo de Diagnósticos Energéticos para Instituciones de Educación Superior (EIS) en las instalaciones, guía elaborada por la Agencia Chilena de Eficiencia Energética ACHEE (Anexo 2).

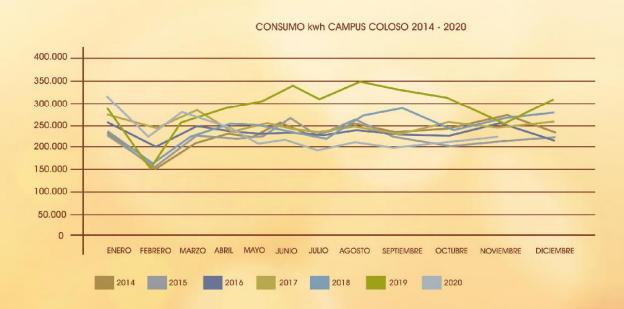
Figura 1.- Afiche de difusión 7 consejos útiles para ahorrar energía.



Por otra parte, se ha logrado registrar el consumo de energía en Campus Coloso, mediante datos de los medidores de consumo de electricidad reportados por la empresa ELECDA (Tabla 4 y Fig. 2).

MES/AÑO	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
ENERO	203.910	176.680	222.040	215.040	259.262	274.187	222.810	288.870	313.260
FEBRERO	138.250	141.120	148.820	153.020	195.202	249.261	157.710	158.250	224.220
MARZO	203.910	185.500	209.440	229.040	252.817	288.990	222.780	258.870	274.866
ABRIL	214.480	217.000	231.420	230.440	237.693	239.010	260.490	288.780	234.744
MAYO	210.420	230.580	258.020	233.940	233.997	265.200	260.140	308.700	198.660
JUNIO	214.200	225.050	230.790	269.990	234.183	250.560	241.110	339.540	211.140
JULIO	224.910	212.940	246.400	232.260	233.730	236.850	235.230	317.540	192.570
AGOSTO	195.930	227.360	240.590	268.310	244.830	246.510	282.090	349.950	215.250
SEPTIEMBRE	195.930	211.610	227.710	225.540	229.973	221.940	292.350	328.740	199.170
OCTUBRE	208.040	192.640	231.980	204.260	228.200	255.270	232.770	316.650	204.090
NOVIEMBRE	224.210	252.210	267.190	207.074	253.551	238.380	275.820	263.130	224.130
DICIEMBRE	212.520	225.470	230.230	223.024	214.017	249.900	279.480	312.420	0
CONSUMO kwh	2.448.722	2.500.173	2.746.644	2.693.953	2.819.471	3.018.075	2.964.798	3.533.459	2.494.12

Figura 2.- Consumo histórico mensual de energía (kwh) del Campus Coloso entre los años 2014 y 2020.



Como desarrollo de nuevas alternativas de energía renovable no convencionales (ERNC) la Universidad de Antofagasta, reportó para el APL-CS, Informe 2019 emitido por el Sr. Marcos Crutchik Decano de la Facultad de Ingeniería, la siguiente información:

A. INSTALACIONES ERNC

- 1. Planta Solar Fotovoltaica Lalcktur, 1 MW, instalada en 4 hectáreas donadas por BHP Minera Escondida a la Facultad de Ingenlería, en las cercanías de la Estación de Bombeo N° 2. La Instalación, cuyo costo fue financiada con un Contrato de Investigación con BHP, con un valor de U\$ 8 millones, es la planta de investigación universitaria más grande de su tipo en el mundo conectada a un proceso real.
- 2. Plataforma Solar del Desierto de Atacama (PSDA), centro de investigación instalado en la zona de la Estación de Yungay, a 78 km al sureste de Antofagasta, en 80 hectáreas entregadas en concesión gratuita por el Ministerio de Bienes Nacional. La implementación de la PSDA demandó una inversión de \$1500 millones, financiados por proyectos FIC-R, y fondos FNDR. En la PSDA se realiza investigación asociada a la temática de desarrollo de nuevas tecnologías de celdas fotovoltaicas. En la actualidad se encuentra en etapa final de prototipado dos instalaciones de Celdas tipo Bifaciales (que captan en las dos caras de panel), la primera en conjunto con el Instituto Fraunhofer de Alemania, y la segunda con el Centro CEA-INES de Francia.
- 3. Laboratorio de Sales Fundidas, o llamadas también sales solares, que sirven como almacenamiento térmico para respaldo de plantas basadas en la concentración solar. La inversión fue de alrededor de \$350 millones, financiados por Proyectos FIC-R, y aportes de la empresa Albemarle.
- 4. Laboratorio de Baterías de Litio, relacionado con la temática de la electromovilidad, en donde se realiza investigación I+D para el desarrollo de celdas de baterías, de mayor densidad de energía, basadas en litio. La inversión fue de alrededor de \$250 millones, financiada con fondos FIC-R, Conicyt (FONDAP).
- 5. En los techos de la Universidad (Rectoría, Facultad de Ingeniería, Facultad de Ciencias del Mar, y edificio de Servicios Estudiantiles), hay instaladas varias plantas fotovoltaicas de la modalidad on grid, con una capacidad instalada total de 46 kw. Se trata de plantas con distintas tecnologías de paneles fotovoltaicas, donadas por las empresas JUWI (Alemania), First Solar (EEUU), y General Membrane (Italia). La suma total de la donación asciende a alrededor de U\$ 50 mil.

B. PROYECTOS RELEVANTES ERNC

- 1. Proyecto SERC-Chile, proyecto FONDAP-Conicyt de \$5000 millones, realizado en un Consorcio de 7 universidades U. de Chile (quien lidera el proyecto), PUC, U. de Concepción, UTF Santa María, U. de Tarapacá, U. Adolfo Ibáñez, y la U. de Antofagasta. El proyecto busca lograr nuevos desarrollos tecnológicos en el área de la energía solar.
- 2. Proyecto AtaMosTEC, Consorcio CORFO, con un financiamiento de \$13800 millones (el financiamiento más alto entregado por CORFO en su historia), Consorcio liderado por la U. de Antofagasta, en donde participa además SERC-Chile, y el Instituto Fraunhofer de Alemania. El proyecto tiene dos objetivos: (i) Desarrollar celdas fotovoltaicas adecuadas a zonas desérticas de muy alta radiación solar, y, (ii) Bajar el costo de la energía de las plantas fotovoltaicas a un valor de 25 U\$/MWh.
- 3. Proyecto HEUMA, financiado por el fondo CORFO denominado ingeniería 2030, proyecto realizado en conjunto con las Facultades de Ingeniería de la UCN, que tiene un financiamiento de \$4200 millones. El proyecto tiene por objeto desarrollar investigación aplicada tipo I+D de clase mundial, y su posterior transferencia tecnológica en tres áreas: (i) Minería, (ii) Habitabilidad en desiertos de extrema aridez, y (iii) Energía Solar.

 Además, en los últimos tres años, se ha logrado financiar, de fondos FIC-R de la Región de Antofagasta, cinco

proyectos asociados a la temática de la energía solar, con un apalancamiento de alrededor de \$1100 millones.

8. El desafío del buen uso del agua

Para la implementación de acciones para el buen uso del agua, el primer desafío fue realizar un informe de diagnóstico del recurso hídrico, el que permitió identificar el consumo de agua y conocer del estado de los artefactos y dispositivos de agua en las Instalaciones Adheridas al APL-CS. En el año 2016 se realizó el estudio de factibilidad técnica económica para la implementación de oportunidades de eliminación de pérdidas y ahorro del recurso hídrico detectadas por Instalaciones. Todas las acciones anteriores, en el año 2017 permitieron implementar en estos cinco puntos, remarcadores de agua, manteniendo un registro del consumo hídrico mensual detallado por instalaciones a partir del año 2018 (Tabla 5).

Tabla 5.- Consumo y diferencia mensual de Agua (m3) de la Instalaciones Adheridas al APL años 2018.

			CONSUMO m ³ AÑO 2018										
INSTALACIONES	m²	05 marzo	05 abr	05 may	05 jun	05 jul	05 agos	05 sept	05 oct	05 nov	05 dic	total kwh	total kwh/m²
INSTITUTO ANTOFAGASTA	838	0	1375	1457	1526	1624	1660	1728	1758	1793	1883	15642	19
DEPTO DE QUIMICA	1034	0	281	306	330	341	357	396	411	430	468	4353	4
DEPTO DE FISICA	1853	0	302	326	348	368	381	403	421	441	463	5305	3
DEPTO DE MATEMATICAS	578	0	3511	3821	4034	4204	4378	4632	4852	5053	5262	40325	70
CREA	375	0	3793	3796	3799	3803	3805	3808	3810	3812	3816	34615	92
TOTAL kwh												100239	
TOTAL kwh/m ²												21	
				DIFER	RENCIA	MENS	JAL m ³	AÑO :	2018				
INSTALACIONES	m²	05 marzo	05 abr	05 may	05 jun	05 jul	05 agos	05 sept	05 oct	05 nov	05 dic	total kwh	m3/m2
INSTITUTO ANTOFAGASTA	838	0	1375	81	69	98	36	69	30	34	91	1883	2,2
DEPTO DE QUIMICA	1034	0	281	25	24	10	17	38	15	19	39	468	0,5
DEPTO DE FISICA	1853	0	302	23	23	20	13	22	18	20	22	463	0,2
DEPTO DE MATEMATICAS	578	0	3511	311	213	170	173	255	219	201	209	5262	9,1
CREA	375	0	3793	2	3	4	2	3	2	3	3	3816	10,2

Gracias a los registros por instalaciones, se logró detectar una fuga subterránea en la periferia del edificio crea, por cuanto el consumo registrado excedía inexplicablemente el consumo normal de una instalación de su tipo.

Se implementó la campaña "No permitas el mal uso del agua", afiche con seis consejos útiles para cuidar el agua, entregada a la comunidad y difundidos en redes sociales (Fig.3). También, se evidencia la entrega de la Guía de mejores técnicas disponibles (MTD) sobre eficiencia del recurso hídrico (Anexo 3). La guía ha sido difundida a través de la página web del CREA www.uantof.cl/crea.

Figura 3.- Afiche de difusión seis consejos útiles para cuidar el agua.



Por otra parte, se ha logrado registrar el consumo de agua en Campus Coloso como un todo, mediante datos de los medidores de consumo de agua reportados por la empresa Aguas Antofagasta (Tabla 6).

Tabla 6.- Consumo mensual de agua (m3) Campus Coloso entre los años 2014 y 2020.

MES/AÑO	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
ENERO	13.511	10.520	9.831	10.894	11.243	13.486	11.409
FEBRERO	13.631	10.844	9.831	10.894	11.243	12.555	15.118
MARZO	10.716	9.641	9.831	10.894	11.243	11.176	14.279
ABRIL	11.390	9.642	10.695	11.573	12.904	13.558	12.644
MAYO	11.988	9.689	10.682	12.393	12.882	11.735	27.146
JUNIO	12.157	9.721	11.517	11.758	12.243	11.019	12.226
JULIO	10.807	9.873	9.680	12.013	8.877	9.857	11.475
AGOSTO	12.273	8.980	8.106	9.350	11.358	10.440	11.011
SEPTIEMBRE	11.789	9.591	11.049	8.987	10.360	9.723	5.387
OCTUBRE	12.581	9.591	10.559	11.055	11.462	11.275	7.089
NOVIEMBRE	12.638	11.560	14.149	12.377	12.592	11.275	4.740
DICIEMBRE	12.194	11.561	11.944	12.397	12.397	12.709	
TOTAL M3	145.675	121.213	127.874	134.585	139.344	138.808	135.254



9. Avances en el Manejo de Residuos Sólidos

El manejo de residuos ha sido un desafío que ha involucrado el trabajo sinérgico entre todos los integrantes de la comunidad universitaria. Antes de poner en marcha el programa APL-CS, la Institución no declaraba ante la autoridad sanitaria los residuos peligrosos generados mediante el sistema de declaración y seguimiento electrónico de residuos peligrosos (SIDREP) del Ministerio de Salud. Cada unidad eliminaba sus residuos peligrosos mediante a contratación de servicios externos. Por tal motivo, se realizaron las gestiones necesarias para que a través del Decreto Exento N° 1433 del 21 de diciembre año 2015, se aprobaran las bases y se llamara a licitación pública el servicio de retiro de residuos peligrosos para la Universidad de Antofagasta. Lo anterior se concretó a través del Decreto N° 895 el 6 de julio de 2016, con la contratación de servicio con la empresa Procesos Sanitarios SpA por el periodo de 48 meses. En ese mismo año, se envió solicitud de ingreso para declarar los residuos peligrosos generados en la universidad en SIDREP, a través del sistema de ventanilla única del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC). El registro anual de generación de residuos peligrosos declarados en SIDREP se detalla en la Tabla 7.

Tabla 7.- Registro anual de residuos peligrosos (kg), declarados mediante el sistema de declaración y seguimiento electrónico de residuos peligrosos (SIDREP) entre los años 2017 y 2019.

	2017	2018	2019	2020
RESIDUOS PELIGROSOS kg	934	989	3725	5648

Por otra parte, el futuro de la gestión de residuos apuesta seriamente por los sistemas de tratamientos basados en el reciclaje como una solución a los problemas que genera la gran producción de residuos de la sociedad actual. Cuando se habla de reciclaje, nos referimos a una actividad que tiene por fin alargar la vida útil de ciertos materiales, es decir, extraer la materia prima contenida en un residuo para que pueda ser utilizado en la fabricación de un nuevo objeto o producto. Lo importante de esto, es que evita extraer nuevas materias primas de la naturaleza, ahorra energía y recursos naturales, lo que disminuye el impacto ambiental. Cabe destacar que existen tres alternativas que si se complementan tienen mayor efectividad; se les denominan las "Tres Erres" (Fig. 4).

Reducir: Es un remedio básico y prioritario contra la excesiva producción de basuras. Consiste en disminuir la tasa de producción de residuos antes de que lleguen a serlo.

Reutilizar: Es volver a dar utilidad a las cosas, evitar que los objetos se conviertan en residuos destinándoles el mismo u otro uso, a través de una refracción o reparación del mismo.

Reciclar: Es aprovechar los materiales (materia prima) de los residuos para elaborar nuevos productos.

Figura 4.- Diagrama manejo Integral de residuos incorporando las tres R (reducir, reutilizar y reciclar).



En nuestra Universidad, varios esfuerzos se han realizado en el ámbito de la separación de residuos reciclables, pero el fracaso de iniciativas individuales de algunas unidades hizo necesaria la centralización de esta actividad. En este contexto, el Programa APL-CS abordó la implementación de un sistema de separación de residuos reciclables junto al departamento de administración de campus, como una buena práctica dentro del campus Universitario. En el año 2015, junto al Consejo de Sustentabilidad, se realizaron las primeras gestiones para elaborar una propuesta de ubicación del centro de acopio de residuos e implementar un sistema de almacenamiento temporal de residuos reciclables. Esta propuesta no tuvo éxito de ejecución y se consideró adecuado contar con una empresa externa que comprometiera esfuerzos para la recuperación de residuos reciclables. En el año 2016, se gestionó el servicio de retiro de residuos reciclables, concretándose con la resolución exenta N° 4064 del 27 de diciembre de 2016 la contratación de la empresa Norte Sustentable, el que consideraba: Implementación de infraestructura (instalación en comodato de jaulas dispuestas en Puntos verdes en las cinco instalaciones adheridas al APL), el retiro y transporte certificado de las distintos residuos segregados y recuperados (latas de aluminio y botellas plásticas) en Campus Coloso (Tabla 8). Iniciando la implementación de un plan de manejo de residuos reciclables en el año 2017, que a través del CREA busca educar y evitar la generación indiscriminada de residuos, comprometer a la comunidad universitaria a realizar cambios de hábitos y mantener buenas prácticas entre los alumnos y funcionarios contribuyendo a la conciencia ambiental. Año a año nuevas unidades han solicitado e incorporado buenas prácticas a través de las campañas de separación de residuos (Fig. 5), lo que ha permitido ampliar hacia el Campus Angamos y Área Clínica de la Universidad el convenio de retiro mediante la resolución exenta N° 1468 del 6 de mayo de 2019, aumentando los puntos limpios a 13 en como lo indica la Tabla 9. Tabla 8.- Registro de retiro de residuos reciclables (kg) enviados a reciclaje desde las dependencias de la Universidad de Antofagasta; Campus Coloso, Campus Angamos y Área Clínica. Reportados por la empresa Norte Sustentable entre los años 2017 y 2019

TIPOS DE RESIDUOS kg	2017	2018	2019	TOTAL
ENVASES PLASTICOS EN DESUSO	488	593	685	1766
LATAS DE ALUMINIO	26	30	51	107
PAPEL EN DESUSO	15	353	435	803
CARTON EN DESUSO NO CONTAMINADO	0	52	14	66
TOTAL	529	1028	1185	2742

Tabla 9.- Puntos Verdes en Campus Coloso, Campus Angamos y Área Clínica de la Universidad de Antofagasta.

	PUNTOS VERDES
1	SECTOR PASTOS ZONA CENTRAL CAMPUS COLOSO
2	CASINO CAMPUS COLOSO
3	GIMNASIO CAMPUS COLOSO
4	REGISTRO CURRICULAR
5	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA
6	FACULTAD DE ODONTOLOGIA
7	DEPARTAMENTO DE QUIMICA*
8	DEPARTAMENTO DE FISICA*
9	DEPARTAMENTO DE MATEMATICA*
10	INSTITUTO ANTOFAGASTA*
11	CREA*
12	AREA CLINICA
13	CAMPUS ANGAMOS

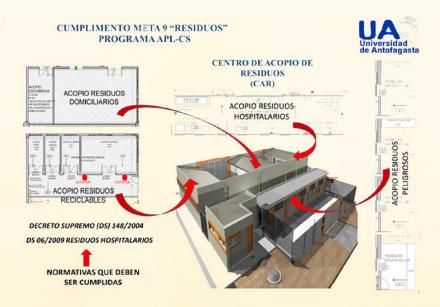
^{*} Instalaciones adheridas al programa APL

Figura 5.- Afiche Campaña Separa tus residuos de aluminio y plástico.



En cuanto a otras acciones que se han realizado, el CREA elaboró un Instructivo que abordó los requerimientos que tiene la Universidad de Antofagasta para dar cumplimiento a la normativa vigente relativa a sistema de manejo de residuos, el Decreto Supremo (DS) 148/2004 y el DS 06/2009, ambos del Ministerio de Salud (MINSAL). Este instructivo se hizo llegar a todos los departamentos que tiene la Universidad, con el fin de obtener datos que sirvieron de referencia para que la Oficina Técnica de Infraestructura (OTI) diseñara el Proyecto Centro de Acopio de Residuos (CAR). Proyecto que cuenta con autorización sanitarias del Ministerio de Salud para su construcción, el que considera el acopio temporal de residuos no peligrosos domiciliarios y reciclables (papel, cartón, aluminio y plástico) y residuos peligrosos y peligrosos hospitalarios Fig. 6. En este lugar se realizará la gestión futura centralizada de los residuos de las Instalaciones adheridas al APL y del resto de las Instalaciones del campus.

Figura 6.- Diseño del proyecto Centro de Acopio de Residuos (CAR) de la Universidad de Antofagasta.



Por otra parte, se ha difundido y entregado la Guía Guía Mejores Técnicas Disponibles (MTD) para la prevención y minimización de residuos químicos en laboratorios y talleres en las instituciones de educación superior (Anexo 4).

10. Reducir Riesgos: esencial para una sana convivencia

En cuanto a seguridad laboral, la Institución a través de la Dirección de Personal y Administración de Campus de la Universidad de Antofagasta, mantiene convenio con la Asociación Chilena de Seguridad (ACHS), en conjunto se ha elaborado el documento Matriz de Riesgo, que contiene la planilla de identificación de peligros y evaluación de riesgos. El objetivo de esta matriz es entregar asesorías, herramientas y apoyo preventivo con el fin de disminuir la tasa de accidentabilidad y sinlestralidad.

En el año 2015, se elaboró el primer documento sobre el Procedimiento de trabajo seguro en los laboratorios, Decreto Exento N° 1591 oficializado el 20 de diciembre de año 2016 y actualizado según Decreto Exento N° 225 del 11 de marzo de 2019. El objetivo es establecer una guía a seguir para trabajar en forma eficiente y segura al interior de los laboratorios, dando a conocer a los usuarios, cuáles son las responsabilidades y reglas básicas, que se deben seguir para minimizar el riesgo de accidentes y enfermedades profesionales por desconocimiento, malas prácticas y condiciones inseguras. Este procedimiento está dirigido a los Docentes, alumnos de Pre y Post Grado y debe ser conocido por todos los funcionarios profesionales, técnicos y administrativos relacionados con el trabajo en laboratorios. Así como también por los investigadores responsables de los proyectos de investigación.

En el mismo año, se elaboró y se difundió el Plan de Emergencia de la Universidad de Antofagasta para diferentes contingencias, decreto exento N° 1036 del 8 de septiembre de año 2015. Este documento es el instrumento principal para dar respuesta oportuna, adecuada y coordinada frente a un evento no deseado, causado por fenómenos destructivos de origen natural o humano. El objetivo es entregar en forma sistemática, clara y precisa las instrucciones y procedimientos que permitan salvaguardar la integridad física de la comunidad universitaria, así como también sus bienes y su entorno, en el caso de enfrentar una situación de emergencia que altere el normal funcionamiento de la universidad. De acuerdo con lo establecido en este plan de emergencia, la universidad busca realizar simulacros preventivos coordinando a toda la comunidad universitaria. La Unidad de prevención de riesgos seguridad y vigilancia, ha registrado dos actividades correspondientes a la evacuación por emergencia y riesgo de tsunami. Las actividades se realizaron el 11 de agosto del año 2015 y el 27 de septiembre de año 2018.

Por otra parte, la Universidad de Antofagasta cuenta con un programa de control de vectores desarrollado en convenio por el servicio de la empresa externa Truly Nolen, quien es la encargada de la eliminación de vectores en los procedimientos de desratización y desinsectación en todos los campus.

11. Residuos Líquidos asimilables a riles en una institución heterogénea

Entre los compromisos institucionales, un gran desafío fue identificar y cuantificar los residuos líquidos asimilables a RILES de acuerdo con lo establecido en el D.S. Nº609/98 del Ministerio de Obras Públicas, que establece la Norma de Emisión para la regularización de contaminantes asociados a las descargas de residuos industriales líquidos a sistemas de alcantarillado. Como primera actividad, el CREA junto al Comité Paritario y a la Dirección de Personal y Administración de Campus (unidades miembros del Consejo de Sustentabilidad), buscó identificar las principales cámaras de alcantarillado de las cinco Instalaciones adheridas al APL, trabajo que consistió en el levantamiento de las cámaras de alcantarillado, realizándose una revisión e identificación de dichas cámaras, con el fin intervenir sectores específicos para realizar un muestreo compuesto de agua residual y representativo por el periodo de 8 horas. Al realizar estas actividades, se identificó que las cámaras de alcantarillado inspeccionadas no contaban con flujo permanente para realizar el muestreo (Análisis Fisicoquímico). Por lo anterior, se requirió buscar las cámaras de Uniones Domiciliarias (UD) principales de la Universidad, esta inspección permitió en el año 2015, elaborar un informe detallado del estado actual de las cámaras UD en Campus Coloso. Documento orientado a informar sobre el estado de las dos uniones domiciliarias principales en el campus.

El primer análisis fisicoquímico de aguas residuales se realizó en marzo del año 2016, en la cámara UD del sector sur del Campus Coloso, ubicada en la Facultad del Mar y Recursos Biológicos (FACIMAR). La toma de muestra y los análisis químicos fueron realizados por la Empresa SGS Chile Ltda., laboratorio acreditado por el Instituto Nacional de Normalización (INN). El Laboratorio determinó los parámetros de las Tablas 1 y 4 del D.S. N°609/98, como se muestran en la Tabla 1 y Tabla 2 del presente informe. Los resultados entregados por el Laboratorio arrojaron, que, de todos los parámetros analizados, los analitos boro y sulfato sobrepasaron la normativa (Tabla 3).

Tabla 1.- Resultados Tabla 1 D.S Nº 609 reportados por la Empresa SGS Ltda., muestreo compuesto de agua residual analizado de la cámara de unión domiciliaria (UD) sector sur en Campus Coloso Universidad de Antofagasta.

LD: Límite de detección; L. Max.: Límite máximo.

PARAMETROS	LD	UNIDAD	L. MAX.	CAMARA UD SECTOR SUR
ACEITES Y GRASAS	10	MG/1	60	<10
ALUMINIO	0,05	MG/1	1	0.16
ARSENICO	0,001	MG/1	0.05	0.005
BORO	0,01	MG/1	0.75	6.45
CADMIO	0,01	MG/1	0.01	<0.01
CIANURO TOTAL	0,02	MG/1	0.2	<0.02
CINC	0,01	MG/1	1	0.10
COBRE	0,01	MG/1	1	0.09
CROMO	0,05	MG/1	0.1	<0.05
CROMO HEXAVALENTE	0,03	MG/I	0.05	<0.03
DBO5 A 20 GRADOS	2	MG/1	250	144
FOSFORO	0,2	MG/1	5	4.0
HIDROCARBUROS TOTAL	5	MG/I	10	<5
MANGANESO	0,1	MG/1	0.3	< 0.01
MERCURIO	0,0005	MG/1	0.001	0.0005
NIQUEL	0,05	MG/1	0.01	<0.05
NITROGENO AMONIACAL	0,05	MG/1	50	16.8
PH 25C LABORATORIO	0,1	pН	8.0	7.1
PLOMO	0,05	MG/1	0.2	<0.05
PODER ESPUMOGENO	2	MM	5	<2
SOLIDOS SEDIMENTALES	0,5	MG/1	6	<0.5
SOLIDOS SUSPEND, TOTAL	5	MG/1	220	65
SULFATO	10	MG/1	300	1642
SULFURO TOTAL	0,2	MG/1	3	<0.2

Tabla 2.- Resultados Tabla 4 D.S N° 609 reportados por la Empresa SGS Ltda., muestreo compuesto de agua residual analizado de la cámara de unión domiciliaria (UD) sector sur en Campus Coloso Universidad de Antofagasta. LD: Límite de detección; L. Max.: Límite máximo.

PARAMETROS	LD	UNIDAD	L. MAX.	CAMARA UD SECTOR SUR
ACEITES Y GRASAS	10	MG/1	150	<10
ALUMINIO	0,05	MG/1	10	0.16
ARSENICO	0,001	MG/1	0.5	0.005
BORO	0,01	MG/1	4	6.45
CADMIO	0,01	MG/1	0.5	<0.01
CIANURO TOTAL	0,02	MG/1	1	<0.02
CINC	0,01	MG/1	5	0.10
COBRE	0,01	MG/1	3	0.09
СКОМО	0,05	MG/1	10	< 0.05
CROMO HEXAVALENTE	0,03	MG/1	0.5	< 0.03
DBO5 A 20 GRADOS	2	MG/1	300	144
FOSFORO	0,2	MG/1	10-15	4.0
HIDROCARBUROS TOTAL	5	MG/1	20	<5
MANGANESO	0,1	MG/1	4	<0.01
MERCURIO	0,0005	MG/1	0.02	<0.0005
NIQUEL	0,05	MG/1	4	<0.05
NITROGENO AMONIACAL	0,05	MG/1	80	16.8
PH 25C LABORATORIO	0,1	рН	9.0	7.1
PLOMO	0,05	MG/1	1	<0.05
PODER ESPUMOGENO	2	MM	7	<2
SOLIDOS SEDIMENTALES	0,5	MG/1	20	<0.5
SOLIDOS SUSPEND. TOTAL	5	MG/1	300	65
SULFATO	10	MG/1	1000	1643
SULFURO TOTAL	0,2	MG/1	5	<0.2

Tabla 3.- Cuadro comparativo de los analitos boro y sulfato sobrepasados en las tablas 1 y 4 según análisis del D.S. N°609. Muestra compuesta de agua residual tomada en la cámara sector sur Campus Coloso de la Universidad de Antofagasta.

RESULTADOS	SULFATO (mg/l)	SULFATO (mg/l) LIMITE MAX. PERMITIDO (mg/l)		LIMITE MAX. PERMITIDO (mg/l)
TABLA 1	1642	300	6.45	0.75
TABLA 2	1643	1000	6.45	4

Debido a esos resultados, fue necesario explicar a la Superintendencia de Servicio Sanitarios (SISS) los altos valores de los parámetros de boro y sulfato encontrados en las aguas residuales. Una de las primeras acciones, fue informar a Vicerrectoría Económica (VRE) que se debía realizar un nuevo análisis que permitiera demostrar la disminución de estos dos parámetros. Ademàs, se solicitó al Decano de la Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Biológicos, que informara sobre un nuevo análisis a los miembros de la Facultad. En respuesta, el Decano solicita a los académicos no derramar líquidos que pudieran contener boro o sulfato a los desagües, instruyendo a los académicos a vigilar estos parámetros si hubiera responsabilidades sobre sus descargas y así descartar que esos niveles elevados pudieran provenir de laboratorios de esa Facultad. Por lo anterior, se realizó una reunión convocada por la VRE para tratar el incumplimiento de la normativa sanitaria.

Ante la situación detectada, la Universidad realizó gestiones con los decanos y académicos de las unidades que podrían estar descargando aguas residuales con altos niveles de los analitos mencionados. Las gestiones indicaron en primera instancia que en ningún laboratorio de la Universidad se estuvo produciendo descargas de aguas con esos compuestos, especialmente de aquellos laboratorios de la FACIMAR, unidad que se ubica en el sector sur del Campus Coloso y moviliza grandes volúmenes de agua de mar (descarga en el borde costero regulada por la DIRECTEMAR) y además de las aguas de alcantarillado.

En vista de lo anterior, se realizó una nueva evaluación, con el Decano de FACIMAR y jefaturas de diversos servicios de la Universidad, junto a Vicerrectoría Económica, con el fin de generar la información que permitiera una mejor interpretación de la situación. A la vista de las indagaciones y recopilación de información histórica, se asoció con la existencia y evidencias de napas subterráneas activas en todo el Campus Coloso de la Universidad.

Estos antecedentes daban cuenta además de un afloramiento de aguas provenientes del subsuelo en el ingreso Sur del Campus Coloso. Por tal motivo, se ejecutaron las actividades siguientes:

- 1. Se revisaron posibles infiltraciones de aguas subterráneas en las alcantarillas del Campus Coloso de la Universidad.
- 2. Se realizó un muestreo de aguas residuales en la cámara UD del sector sur del Campus Coloso y del agua de afloramlento subterráneo en el Ingreso (Entrada) Sur de la Universidad.
- 3. En las muestras de agua residual de la UD Sur y agua subterránea, solo se analizaron los parámetros boro y sulfato en el Laboratorlo de Química Bio-inorgánica y Analítica Ambiental (LQBIAA) de la Universidad de Antofagasta, director Sr. Domingo Román Silva.

Sobre las infiltraciones, la Dirección de Personal y Administración de Campus (DPAC) informó, que producto de la revisión en terreno se detectó un ducto que descargaba en la cámara UD, con un flujo elevado, lo que construyó la única situación extraña de la revisión. Informado el Decano de FACIMAR, éste informa a la VRE que ese ducto provenía de la Facultad, lo que motivó a realizar una revisión con el coordinador de la Oficina de Infraestructura (OTI) en terreno. Con lo anterior, el coordinador OTI junto a DPAC concurrieron al lugar y realizaron inspecciones, evaluaron los flujos y conexiones de ductos. El Coordinador OTI informó los resultados a VRE, donde lo sustancial fue que habría infiltraciones de aguas subterráneas a la red de alcantarillado y que posiblemente también se estaba vertiendo agua de mar en la red. Esto último, fue manejable por cuanto fue posible cerrar los flujos de agua de mar y direccionarios hacia la descarga marina existente. Para las pruebas de verificación, se eliminó el flujo de agua de mar, lo que permitió revisar la hipótesis de infiltración de aguas subterráneas.

Las muestras de aguas residuales en la cámara UD Sur del Campus Coloso, fueron tomadas el día 5 de abril del año 2017 (obtenidas una vez que se eliminó la descarga de agua de mar). Los resultados del análisis (residuos líquidos de alcantarilla y agua de afloramiento) analizados por el laboratorio LQBIAA, indicaron que el agua de afloramiento excedía las concentraciones de boro y sulfato (19.8 mg/l y 5204.9 mg/l respectivamente) al ser comparada con los resultados obtenidos en el agua de alcantarilla sur (Tabla 4). Paralelamente, el 17 de abril se solicitó a la Empresa SGS Chile Ltda., un nuevo análisis de los dos analitos en la alcantarilla sur (Tabla 5: boro 7.12 ml/l; sulfato 1725 ml/l) y un análisis en el agua de afloramiento (Tabla 6: boro 15.2 ml/l; sulfato 3420 ml/l). Los resultados indicaron que los analitos sobrepasaron la normativa en las dos muestras analizadas.

Tabla 4. Resultados de la medición de los analitos boro y sulfato en las muestras tomadas en la alcantarilla sur y en el agua de afloramiento ingreso sur en Campus Coloso Universidad de Antofagasta. Reportados por el laboratorio Química Bio-Inorgánica y Analítica Ambiental de la Univ. de Antofagasta. UA: Universidad de Antofagasta.

MUESTRA	EXPRESION	BORO	SULFATO
ALCANTARILLA SUR UA; 12:00 HRS		10.3	1995
ALCANTARILLA SUR UA; 12:30 HRS		10.3	1921
ALCANTARILLA SUR UA; 12:09 HRS	mg/l	10.1	2114.2
ALCANTARILLA SUR UA; DUCTO CENTRAL; 12:45 HRS		9.4	2559.7
AFLORAMIENTO, INGRESO SUR; 12:30 HRS		19.8	5204.9

Tabla 5. Resultados de la medición de los analitos boro y sulfato en las muestras tomadas en la alcantarilla sur Campus Coloso Universidad de Antofagasta. Reportados por la Empresa SGS Ltda. L.D: Límite de Detección, UD: Unión Domiciliaria.

ANALISIS	EXPRESION	L.D	UD.SUR
BORO	mg/l	00.1	7.12
SULFATO	mg/l	10	1725

Tabla 6. Resultados de la medición de los analitos boro y sulfato y otros parámetros tomados en la muestra de agua de afloramiento ubicada en el ingreso sur del Campus Coloso en Universidad de Antofagasta. Reportados por la Empresa SGS Ltda. L.D.: Límite de Detección.

ANALISIS	EXPRESION	L.D	AGUA DE AFLORAMIENTO
BORO	mg/l	00.1	15.2
SULFATO	mg/l	10	3420
CALCIO	mg/l	00.1	331
CLORURO	mg/l	5	14011
MAGNESIO	mg/l	00.1	187
DUREZA TOTAL (como CaCO3)	mg/l	1	1600
CONDUCTIVIDAD A 25°C	Us/cm	1	35900
pH 25°C LABORATORIO	UpH	0.1	7.75
T° DE MEDICION pH	°C		23.5

Con todos los antecedentes obtenidos, se envió informe detallado al SISS, indicando que las altas concentraciones de boro y sulfatos detectados en esas aguas, permitieron concluir que no provenían de actividades o descargas de la Universidad y solo podía explicarse producto de la infiltración de agua subterránea en el sector, evidenciando los niveles elevados de boro y sulfato encontrados en el análisis del agua de afloramiento existente en el ingreso sur del Campus Coloso. La SISS respondió dando conformidad al informe presentado, permitiendo obtener la primera certificación APL en el año 2017.

Por otra parte, conforme a los resultados obtenidos, el Consejo de Sustentabilidad logró conformar la comisión RILES, que durante los años posteriores se buscó estrategias para identificar otros lugares de afloramientos de agua ubterránea dentro del Campus, así como también, proponer a la autoridad mejoras en esta temática. En el año 2019, para mantener la certificación APL, se presentó hoja de inspección de riles entregada por la Empresa Aguas Antofagasta. En la hoja de inspección, la sanitaria indicó que se identificaban actividades como casino y laboratorios químicos con descarga al alcantarillado y solicitó a la universidad realizar mejoras en el punto de almacenamiento de aguas servidas como el decantador. El informe también indicó que la sanitaria realizaría durante el año 2019 caracterizaciones de los RILES. La ejecución y cumplimiento de estas acciones están a cargo del Departamento de Administración de Campus de la Universidad de Antofagasta.

Guía mejores técnicas disponibles y prácticas sustentables para oficinas, bibliotecas y salas de computación en las instituciones de educación superior.

La presente guía de difusión de Mejores Técnicas Disponibles (MTD es una herramienta para la aplicación de buenas prácticas sustentables en oficinas, bibliotecas y salas de computación presentes en las instituciones de educación superior. El objetivo fundamental es presentar y difundir una selección de prácticas que permita mejorar la competitividad y el desempeño ambiental de estas instituciones.

1. MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES

Las Mejores Técnicas Disponibles son aquel conjunto de técnicas aplicadas a procesos de diversos sectores productivos que se demuestran más eficaces para alcanzar un elevado nivel de protección medioambiental, siendo a su vez aplicables en condiciones económicas y técnicas viables. A estos efectos, se entiende por:

Mejores: las técnicas más eficaces para <mark>alcanzar un alt</mark>o nivel de protección del medio ambiente y de la salud de las personas.

Técnicas: la tecnología junto con la forma en que la instalación esté diseñada, construida, mantenida, explotada o paralizada.

Disponibles: las técnicas desarrolladas a una escala que permita su aplicación en el contexto del sector productivo, en condiciones económicas y técnicas viables, considerando los costos y beneficios, siempre que el titular pueda tener acceso a ellas en condiciones razonables.

En la Figura 1 representa un esquema simplificado del proceso de selección de MID.



FIGURA 1: ESQUEMA DEL PROCESO DE SELECCIÓN DE MTD

En una primera fase de la selección, una técnica candidata a MTD, en comparación con otras técnicas disponibles empleadas para realizar una determinada operación o práctica, debe suponer un beneficio ambiental significativo en términos de ahorro/aprovechamiento de recursos y/o reducción del impacto ambiental producido.

Una vez superado este primer requisito, la técnica candidata a MTD deberá estar disponible en el mercado y ser además compatible con la producción según los estándares de calidad, no suponiendo un impacto significativo sobre otros medios, ni un mayor riesgo laboral o industrial (escasa productividad, complejidad, etc.).

Finalmente, una técnica no podrá considerarse MTD si resulta económicamente inviable para el sector. La adopción de MTD por parte de un productor/comercializador no supondrá un costo tal que ponga en riesgo la continuidad de la actividad. En este sentido, es conveniente recordar que la adopción o un cambio de tecnología es una inversión muy costosa, no siempre asumible debido a diversos factores. Es importante señalar que las Mejores Técnicas Disponibles no fijan valores límite de emisión ni estándares de calidad ambiental, sino que proveen medidas para prevenir o reducir las emisiones a un costo razonable. Las MTD significan, por tanto, no un límite a no sobrepasar, sino un constante propósito de mejora ambiental que puede alcanzarse por diferentes vías y que pueden utilizar otras tecnologías más apropiadas para determinada instalación o localización a las descritas como referencia.

2. ANTECEDENTES

Este documento entrega la información para introducir técnicas de minimización de residuos en oficinas, bibliotecas y salas de computación en centros de educación superior, que permitan generar sustentabilidad en las actividades que se realizan en estas entidades. No se incluyen las técnicas referidas a residuos de laboratorio que son objeto de otras guías.

En oficinas, bibliotecas y salas de computación de los centros de Educación Superior, se desarrollan actividades que presentan potenciales impactos ambientales en cuanto al consumo de recursos y generación de residuos que pueden ser considerados relevantes debido al gran número de personas que ocupan estas instalaciones. De acuerdo al diagnóstico de problemática sectorial, la mayoría de las instituciones cuenta con tecnologías de uso eficiente del agua y prácticas de renovación.

La solución y/o minimización de impactos negativos a la sustentabilidad bajo este ámbito, se relaciona directamente con generar dentro de la institución políticas, estrategias, programas e implementación de tecnología que permitan dar un uso racional de los recursos.

Por tanto las soluciones se enmarcan dentro de la reducción del uso de la energía, mejoras en la gestión de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos e higiene y seguridad.

¿Qué soluciona o minimiza el impacto negativo ambiental ocasionado por las actividades desarrolladas en oficinas, bibliotecas y salas de computación?

La solución y/o minimización de impactos negativos a la sustentabilidad bajo este ámbito, se relaciona directamente con el generar dentro de la institución políticas, estrategias, programas e implementación de tecnologías que permitan dar un uso racional de los recursos. Las soluciones se enmarcan dentro de la reducción del uso de la energía, las mejoras en la gestión de residuos sólidos y en norma higiene y seguridad.

¿En qué consisten estas técnicas?

El principal objetivo de las técnicas, basándose en las oficinas, bibliotecas y salas de computación es utilizar y reutilizar los materiales e insumos de la manera más eficiente, lo que conlleva a la minimización de cantidad de residuos en la disposición final. Para esto se deben establecer estrategias que permitan la reducción de residuos, es esencial identificar y entender los procesos en los cuales los residuos son producidos dentro de un contexto global de buenas prácticas. En oficinas, bibliotecas y salas de computación de los centros de Educación Superior, se desarrollan actividades que presentan potenciales impactos ambientales en cuanto al consumo de recursos y generación de residuos que pueden ser considerados relevantes debido al gran número de personas que ocupan estas Instalaciones. Es por este motivo que resulta de gran interés llevar a cabo acciones para mitigar dichos impactos.

¿Qué soluciona o minimiza el impacto negativo ambiental ocasionado por las actividades desarrolladas en oficinas, bibliotecas y salas de computación?

La consecución de buenas prácticas, entendidas éstas como los hábitos o conductas en pro del beneficio ambiental, enmarcadas en actividades administrativas, hábitos de alimentación, limpieza, así como tecnologías y recomendaciones para la correcta y eficiente calefacción e iluminación son los aspectos principales a considerar en esta guía MTD. Estas prácticas contribuyen por una parte a la eficiencia energética, es decir, acciones que optimizan la cantidad de energía consumida y los productos o servicios finales obtenidos. Por otra parte se consigue una minimización de la cantidad de residuos sólidos en oficinas, bibliotecas así como salas de computación.

¿Que beneficios ofrece la implementación de MTD y buenas prácticas en oficinas, bibliotecas y salas de computación?

Reduce el consumo de energía para obtener condiciones de temperatura e iluminación adecuada en las instalaciones Mejora en las condiciones de confort del servicio de bibliotecas, oficinas y salas de computación, que suele conllevar una mejor valoración por parte de los usuarios

Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero

Ahorro económico derivado del menor consumo de recursos

Reducción en la generación de residuos, por tanto reducción del espacio necesario para el almacenamiento de estos residuos antes de su retirada

Mejora de la imagen de oficina, bibliotecas y salas de computación

Posible beneficio económico por la reutilización y venta de subproductos, y menor costo de disposición Menores riesaos sanitarios

Seguimiento de las normativas tanto a nivel nacional como internacional

¿Cuáles son las opciones de minimización?

En oficinas, bibliotecas y salas de computación existen tres aspectos claves en donde se pueden adoptar medidas para la reducción en el consumo de energía y recursos: iluminación y calefacción, tanto del ambiente como del agua de consumo (1,2). A continuación se presenta una breve descripción de ellos como orientación sobre la relevancia de estos sistemas dentro del ambiente laboral, tanto para al momento de su diseño y de su uso.

- Iluminación (Adaptado de 3)

La lluminación representa uno de los mayores consumos energéticos en oficinas, bibliotecas y salas de computación. Su importancia en el consumo energético varía en función de las necesidades de luminosidad de cada espacio así como el tipo de lugar (oficina, biblioteca o sala de computación) y varían en entre 50% a 70% del consumo energético total. Es por esto que cualquier medida de eficiencia en el consumo generara un ahorro energético que repercute en los gastos.

Desde el punto de vista de la seguridad en el trabajo, la capacidad y el confort visual es extraordinariamente importante, ya que muchos accidentes se deben, entre otras razones, a deficiencias en la iluminación o a errores cometidos por el usuario, a quien le puede resultar difícil identificar objetos o los riesgos asociados con la maquinaria, los transportes, los recipientes peligrosos, etc.

El correcto diseño de un sistema de iluminación debe ofrecer las condiciones óptimas para el confort visual. Para conseguir este objetivo, debe establecerse una primera línea de colaboración entre arquitectos, diseñadores de iluminación y los responsables de higiene en el trabajo, que debe ser anterior al inicio del proyecto, con el fin de evitar errores que pueda ser difícil corregir una vez terminado. Entre los aspectos más importantes que es preciso tener en cuenta cabe citar el tipo de lámpara y el sistema de alumbrado que se va a instalar, la distribución de la luminancia, la eficiencia de la iluminación y la composición espectral de la luz.

La combinación de iluminación, el contraste de luminancias, el color de la luz, la reproducción del color o la elección de los colores son los elementos que determinan el clima del colorido y el confort visual. Factores que determinan el confort visual Los requisitos que un sistema de iluminación debe cumplir para proporcionar las condiciones necesarias para el confort visual son los siguientes:

- · iluminación uniforme
- luminancia óptima
- ausencia de brillos deslumbrantes
- condiciones de contraste adecuadas
- colores correctos
- ausencia de luces intermitentes o efectos estroboscópicos

Cada actividad requiere un nivel específico de iluminación en el área donde se realiza. En general, cuanto mayor sea la dificultad de percepción visual, mayor deberá ser el nivel medio de la iluminación. En la Figura 2 se muestra un esquema sobre los niveles de iluminación indicados para distintas actividades. El nivel de iluminación se mide con un luxómetro que convierte la energía luminosa en una señal eléctrica, que posteriormente se amplifica y permite una fácil lectura en una escala de lux calibrada.

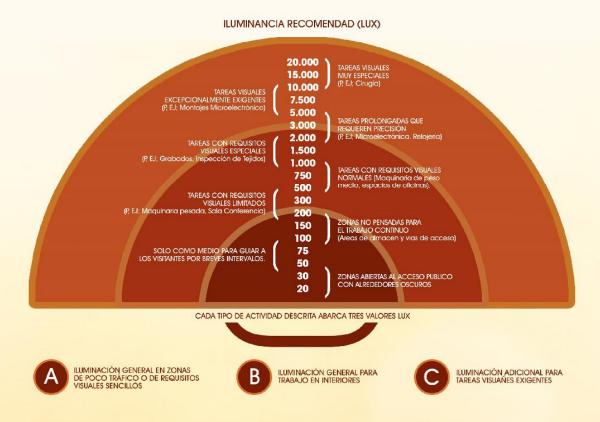


FIGURA 2: NIVELES DE ILUMINACION EN FUNCION DE LAS TAREAS REALIZADAS

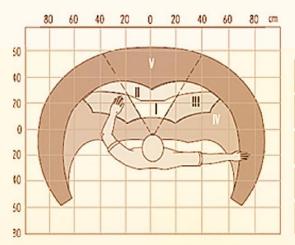
Unidades y magnitudes de iluminación

En el campo de la lluminación se utilizan habitualmente varias magnitudes. Las más básicas son las siguientes:

- Flujo luminoso: energía luminosa emitida por una fuente de luz durante una unidad de tiempo. Unidad: lumen (lm).
- Intensidad luminosa: flujo luminoso emitido en una dirección determinada por una luz que no tiene una distribución uniforme. Unidad: candela (cd).
- Nivel de iluminación: nivel de iluminación de una superficie de un metro cuadrado que recibe un flujo luminoso de un lumen. Unidad: lux = lm/m2.
- Luminancia o brillo fotométrico: se define para una superficie en una dirección determinada, y es la relación entre la intensidad luminosa y la superficie vista por un observador situado en la misma dirección (superficie aparente).
 Unidad: cd/m2.
- Contraste: diferencia de luminancia entre un objeto y su entorno o entre diferentes partes de un objeto.
- Reflectancia: proporción de la luz que es reflejada por una superficie. Es una cantidad no dimensional. Su valor varía entre 0 y 1.

Factores que afectan a la visibilidad de los objetos

El grado de seguridad con que se ejecuta una tarea depende, en gran parte, de la calidad de la iluminación y de las capacidades visuales. La luminancia de un objeto, de su entorno y del área de trabajo influye en la facilidad con que puede verse un objeto. Por consiguiente, es de suma importancia analizar minuciosamente el área donde se realiza la tarea visual y sus alrededores. Otro factor es el tamaño del objeto a observar, que puede ser adecuado o no, en función de la distancia y del ángulo de visión del observador. Los dos últimos factores determinan la disposición del puesto de trabajo, clasificando las diferentes zonas de acuerdo con su facilidad de visión. En la Figura 3 se presenta un esquema con la distribución de las zonas visuales en el área de trabajo.



ZONAS VISUALES EN LA ORGANIZACION DEL ESPACIO DE TRABAJO Movimientos de trabajo Esfuerzo visual a I Movimientos frecuentes, implican Gran esfuerzo visual

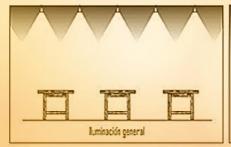
Gama I	Movimientos frecuentes, implican que se emplea mucho tiempo	Gran esfuerzo visual
Gama II	Movimientos menos frecuentes	Esfuerzo visual frecuente
Gama III	Implican poco tiempo	La información visual no es importante
Gama IV	Aún menos frecuentes, poco tiempo	No requiere un esfuerzo visual en particular
Cama V	Dohan auitarra	Dobo ovitoreo

FIGURA 3: DISTRIBUCIÓN DE LAS ZONAS VISUALES EN EL ÁREA DE TRABAJO

Sistemas de iluminación

Finalmente, para elegir un sistema de iluminación que se ajuste a los requerimientos, se deben tomar en cuenta ciertas consideraciones, tanto de la actividad a realizar como del espacio que se dispone. Los sistemas de iluminación más utilizados son los siguientes (Figura 4):

- Iluminación general uniforme: En este sistema, las fuentes de luz se distribuyen uniformemente sin tener en cuenta la ubicación de los puestos de trabajo. El nivel medio de iluminación debe ser igual al nivel de iluminación necesario para la tarea que se va a realizar. Son sistemas utilizados principalmente en lugares de trabajo donde no existen puestos fijos.
- Iluminación general e lluminación localizada de apoyo: Es un sistema que refuerza el esquema de la lluminación general situando lámparas junto a las superficies de trabajo. Las lámparas suelen producir deslumbramiento y los reflectores deberán situarse de modo que impidan que la fuente de luz quede en la línea directa de visión del trabajador. Se recomienda utilizar iluminación localizada cuando las exigencias visuales sean cruciales, como en el caso de los niveles de iluminación de 1.000 lux o más.
- Iluminación general localizada: Se obtiene con fuentes de luz instaladas en el techo y distribuidas teniendo en cuenta dos aspectos: las características de iluminación del equipo y las necesidades de iluminación de cada puesto de trabajo. Está Indicado para aquellos espacios o áreas de trabajo que necesitan un alto nivel de iluminacióny requiere conocer la ubicación futura de cada puesto de trabajo con antelación a la fase de diseño.



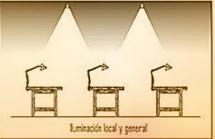




FIGURA 4: SISTEMAS DE ILUMINACIÓN MAS UTILIZADOS

Por otra parte, además de considerar la ubicación de las luminarias (local o general), se debe toma en cuenta como la iluminación llega al punto de observación. Esto involucra diversas formas en que se deben ubicar las fuentes luminosas, los cuales deben estar en forma tal que satisfaga una adecuada operatividad visual a realizarse en determinado ambiente laboral. Estos tipos de lluminación se clasifican en:

- lluminación directa: La fuente luminosa está dirigida directamente hacia el área de trabajo o el área a iluminarse.
- Iluminación Semi-directa. La proyección del flujo luminoso que sale al área de trabajo proviene de la combinación de la luz directa de la fuente de luz y una parte del flujo luminoso que se refleja en las paredes techos y mobiliario.
- Iluminación Indirecta: La fuente luminosa es dirigida a una pared, techo o a un mobiliario la cual o las cuales reflejan al flujo luminoso a la zona a iluminarse.
- Iluminación Semi-indirecta. Los flujos luminosos inciden en el techo o en otro tipo de superficie que los refleja hacia la zona de trabajo, otras traspasan directamente superficies opacas y se distribuyen en todas las direcciones y uniformemente en la zona de trabajo.
- Iluminación Difusa. La fuente luminosa emite rayos, los cuales son dirigidos directamente a una superficie opaca y al traspasarlas se reparten uniformemente en todas las direcciones del área de trabajo.

En la Figura 5 se presenta un esquema ilustrativo sobre los distintos tipos de iluminación que se pueden obtener dentro de un área de trabajo.

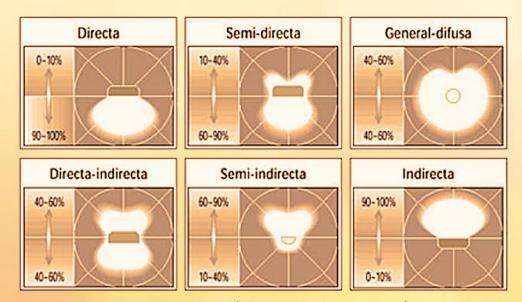


FIGURA 5: DISTINTOS TIPOS DE ILUMINACIÓN QUE SE PUEDEN OBTENER EN UN ÁREA DE TRABAJO

Calefacción de ambientes (Adaptado de 4 y 5)

Las necesidades de calefacción de un edificio dependen de las condiciones ambientales exteriores e interiores, aumentando a medida que disminuye la temperatura exterior. Las pérdidas de calor se producen por transmisión a través de los cerramientos y por ventilación, y aumentan con la diferencia entre las temperaturas exterior e interior. Cuanto mayor sea la temperatura interior que se requiera al interior de un recinto mayor será también el consumo de calefacción.

En un sistema de calefacción, el aire exterior de ventilación entra en las viviendas a temperatura baja, por lo que debe ser calentado hasta alcanzar la temperatura de confort. La calidad final del aire depende de cómo se realice esta ventilación, por lo que deben garantizarse en todo momento unas mínimas condiciones higiénicas. En general, la cantidad de energía necesaria para calefaccionar un local depende de los siguientes factores:

- · Condiciones climáticas de la zona
- · Características constructivas del recinto
- Temperatura interior que se desea alcanzar
- · Grado de utilización de la instalación
- Tipo de energía y sistema de calefacción

Las condiciones exteriores se obtienen de los datos climáticos de cada localidad, y la potencia a instalar depende de la temperatura exterior mínima. Sin embargo, el consumo es función de las temperaturas exteriores medias, un índice de las cuales son los Grados-Día de calefacción (GDc).

Calefacción y confort

Un buen cálculo de calefacción es el que determinará la comodidad que tengamos durante el invierno en un recinto en particular, debiéndose calcular primero el espacio a climatizar. De manera estándar, se calcula una necesidad estimada de 100 calorías de potencia por metro cuadrado de recinto para mantener la zona en confort. Sin embargo, de acuerdo a la actividad que se realice al interior del establecimiento, se requerirán más o menos calorías para este fin.

El diseño incorrecto y la instalación incorrecta de un sistema de calefacción tienen impactos negativos en la comodidad personal y en las cuentas de energía. El diseño y la instalación inapropiada de un sistema de calefacción pueden crear condiciones peligrosas que reducen la comodidad, afectar negativamente la calidad del aire interior, o aún amenazar la salud de los usuarios. En la ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia, se presenta un rango de temperaturas recomendadas para cada tipo de dependencia.

TIPO DE LOCAL	TEMPERATURA (°C)
Viviendas	20 (*)
 Cuarto de estar/comedor 	20-21
Dormitorio	15-16
 Cuartos de baño 	20-22
 Vestíbulos y pasillos 	18
Cocinas	15-20
Centros de enseñanza	
 Aulas y salas análogas 	18-20
 Comedores colectivos 	18
 Vestuarios 	22
Gimnasios y pasillos	15
Tiendas y comercio	
 Espacios generales 	18
Probadores de Ropa	22
Teatros y cines	18
Restaurantes	20
Hoteles	
Habitaciones	18
Comedores	20
Aseos	15
Clínicas, hospitales	
Habitaciones de enfermos	22
Salas de esperas	20
Salas de operaciones	28 a 32

Tipos de sistemas de calefacción

Hay dos tipos de sistemas de calefacción que son más comunes: el de aire forzado o radiante,

- Sistema de aire forzado: La mayoría de los recintos tienen sistemas de aire forzado de calefacción y de enfriamiento. Estos utilizan una unidad central y un acondicionador de aire, o una bomba de calor. Los sistemas de aire forzado utilizan una serie de conductos que distribuyen el aire calentado o enfriado a través del recinto, donde un soplador, fuerza el aire acondicionado a través de los éstos. Estos sistemas de acondicionamiento funcionan mediante bombas eléctricas de calor o un sistema dual de combustible que combina una unidad prendida por combustible con una bomba de calor eléctrica. El mejor sistema depende del costo y la eficiencia del equipo, el uso anual de energía, preclo y disponibilidad local de fuentes de energía.
- Sistemas de calefacción radiante: Los sistemas de calefacción radiante combinan una caldera central, un calentador de agua o un calentador de agua con una bomba con tubería, para transportar el vapor o el agua caliente en al área en cuestión. La calefacción se entrega al recinto vía radiadores o sistemas radiantes en el piso, tales como losas radiantes o tubería debajo del piso.

Pérdidas de calor

En el cálculo de la potencia a instalar para cubrir la necesidad de calefacción se debe considerar las pérdidas térmicas del recinto, éstas inciden de manera importante en el costo de la explotación. Estas pérdidas pueden ser:

- Por transmisión a través de los cerramientos
- · Por ventilación e infiltración de aire exterior

Las pérdidas por transmisión por los cerramientos dependen del tamaño del recinto, a mayor tamaño mayor necesidad de calefacción, y del aislamiento térmico de los cerramientos, teniendo menores necesidades de calefacción a más alslamlento térmico disponga el edificio. A Igualdad de tamaños y cerramientos, los pisos situados en las plantas primera y última tienen mayores necesidades de calefacción, ya que presentan pérdidas por suelo y cubierta, mientras que las plantas intermedias quedan protegidas por las anteriores. La forma de reducir los consumos de calefacción, es aislar adecuadamente los edificios.

Lo anterior se refiere a sistemas de calefacción fácilmente adaptados a recintos antiguos, y también ser incluidos dentro del diseño de nuevos recintos. A continuación se entregan recomendaciones para el caso particular de instalaciones nuevas, a fin de ser planificadas en la etapa de diseño e incorporadas en la construcción del establecimiento. Estas son:

- Para los suelos de los edificios, la mejor opción para mantener unas condiciones de aislamiento adecuadas es la tarima de madera sobre poliestireno o poliuretano.
- En el interior, para el aislamiento de los techos, conviene utilizar placas de yeso decorativas.
- Instalar doble puerta con cámara interior en los accesos desde el exterior al edificio.
- Se debe efectuar un diseño cuidadoso de la cubierta exterior del edificio, para maximizar las ganancias térmicas en días de sol. Para esto, hay que considerar la forma de la cubierta, la orientación, altura y materiales de construcción.
- Para fachadas, considerar la opción de cámara de aire de aprox. unos 10 centímetros entre el material exterior de acabado y el cerramiento interior, para amortiguar la pérdida de calor durante los meses más fríos del invierno.
 También se pueden construir las paredes con ladrillos huecos o, cuando las paredes ya están terminadas, levantar un segundo muro (trasdosado) con placas de yeso laminado.
- Los materiales aislantes más utilizados figuran lana mineral, poliestireno en planchas, espumas de poliuretano, paneles de yeso con aislante incorporado, fibra de celulosa inyectada y materiales ecológicos.
- Utilizar ventanas de múltiple vidrio (doble o triple) y marcos con rotura de puente térmico.

Calefacción del agua de consumo (Adaptado de 5).

En oficinas y salas de trabajo es común requerir un suministro de agua caliente para uso de alimentación, lavado y suministro sanitario. Esta se realiza desde la toma de la red interior de agua fría hasta los aparatos de consumo.

Las instalaciones de producción centralizada de agua caliente sanitaria (ACS) se integran en las de calefacción de los edificios. La producción de calor que se realiza en la sala de calderas es conjunta para todos los servicios térmicos del edificio y estas se conectan con los colectores de los diferentes servicios de calefacción y el circuito primario del ACS. Una vez calentada el agua se distribuye por el edificio hasta los puntos de consumo. Como las distancias que existen entre los puntos de producción y consumo son extensos, si no se adoptasen medidas para ello, los usuarios deberían esperar un tiempo excesivo para recibir el ACS, lo que implicaría consumos innecesarios de agua. Para evitarlo, las instalaciones centrales cuentan con los circuitos de recirculación, que consisten en una red de tuberías que retornan el agua desde los puntos de consumo más alejados, hasta el lugar de producción, mediante bombas de recirculación, que la mueven continuamente por toda la instalación, manteniendo las tuberías a la temperatura adecuada para el uso, saliendo de forma inmediata por los grifos.

Tipos de instalaciones

Por la forma de producción del ACS se distinguen dos tipos de instalaciones, con o sin acumulación; respecto a las distribuciones todas las instalaciones son similares.

Producción instantánea: La característica más destacable es que el diseño de los intercambiadores está condicionado al momento de máxima demanda de la instalación, pues en ellos el agua de calderas calienta el agua de consumo al mismo tiempo que se demanda. Como elementos auxiliares estos requieren de bombas en el circuito primario, encargadas de hacer circular el agua de los colectores de calderas a los intercambiadores.

Producción con acumulación: Para reducir la potencia necesaria en producción y obtener funcionamientos más homogéneos de la instalación se utilizan los sistemas con acumulación en depósitos que se mantiene el agua caliente para su uso, de manera que en las puntas de demanda, se utiliza el agua acumulada, solicitándose una potencia inferior a la del sistema de producción.

3 NORMATIVA APLICABLE: En lo referente al uso de energías, combustibles y emisiones atmosféricas (procedentes de combustión), la normativa de referencia en Chile es la siguiente:

TEXTO NORMATIVO	MATERIA REGULADA	APLICACIÓN Y/O CUMPLIMIENTO
Decreto Supremo № 594/1999, del Minsal	Establece condiciones mínimas sanifarias y ambientales en los lugares de trabajo	Aplica a oficinas, bibliotecas y salas de computación como lugares de trabajo
D.S. N° 148/2003 del Ministerio de Salud	Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos	Aplica a todas las instalaciones que generen residuos peligrosos
D.S. N°78/2010 del Ministerio de Salud	Reglamento de almacenamiento de sustancias peligrosas	Aplica a todas las instalaciones que almacenen residuos peligrosos
Res. 5081/1993 del Ministerio de Salud	Establece el sistema de declaración y seguimiento de desechos sólidos industriales	Si generan desechos sólidos de tipo industrial se aplica la norma
D.S N°977/1996 del Ministerio de Salud	Reglamento Sanitario de los Alimentos y sus modificaciones	Almacenar desechos de tipo alimenticio someterse a las regulaciones de la normativa.
Norma N°4/2003 del Ministerio de Economía	Establece condiciones mínimas de seguridad para instalaciones eléctricas de Baja Tensión	Establece condiciones de iluminación mínimas para oficinas, bibliotecas y salas de computación
NCh 853/1991 oficial por Decreto N°44, del Minvu	Define recomendaciones para el acondicionamiento térmico de construcciones	Establece recomendaciones mínimas para el aislamiento y acondicionamiento térmico de las construcciones.
Decreto N°48/1984 del Ministerio de Salud	Reglamento de calderas y generadores de vapor.	En instalaciones de estos equipos, someter a regulaciones contenidas en la normativa
Decreto N°222/1996 del Ministerio de Economía	Aprueba el reglamento de instalaciones interiores de gas	Las instalaciones de este tipo de acondicionamiento, someter a regulaciones de la normativa.
Decreto N°144/1961 del Ministerio de Salud	Establece normas para evitar emanaciones o contaminantes atmosféricos.	Instalaciones para producción de energía térmica con emanaciones gaseosas, deben estar reguladas.
Decreto Nº 686/1999, del Min. de Economía, Fomento y Reconstrucción	Establece norma de emisión para la regulación de la contaminación lumínica.	

4. MTD Identificadas y seleccionadas sobre prácticas sustentables en oficinas, biblioteca y salas de computación.

De la revisión de técnicas, se identificaron diversas técnicas y se seleccionaron las siguientes MID:

- MTD 1: SEGREGACIÓN DE RESIDUOS PARA RECICLAJE
- MTD 2: SISTEMAS DE ILUMINACIÓN EFICIENTES
- MTD 3; SISTEMAS DE CALEFACCIÓN EFICIENTES, CLIMATIZACIÓN POR BOMBA DE CALOR
- MTD 4: USO DE TERMOS PARA CALEFACCIÓN EFICIENTE DEL AGUA
- MTD 5: RECAMBIO DE VENTANALES POR TERMOPANELES

A modo complementarlo, se entregan una lista de buenas prácticas que potencian el ahorro energético y de recursos, así como también minimizan la generación de residuos y promueven el reciclaje al interior de la instalación.



MTD 1: SEGREGACIÓN DE RESIDUOS PARA RECICLAJE

Debido a la producción inevitable de ciertos residuos para facilitar su gestión sustentable por medio de reciclado en empresas externas gestoras de residuos, debe llevarse a cabo una segregación en origen, mediante contenedores debidamente señalizados ubicados en lugares estratégicos de tránsito dentro de las oficinas, bibliotecas y salas de computación. Fundamentalmente deberán existir contenedores para papel, vidrio, plásticos y latas, para favorecer procesos de reciclaje deberán emplear materiales que estén construidos con un solo material, por ejemplo archivadores o carpetas de cartón que no estén forradas de plástico, tijeras, grapadoras y otros artículos sólo metálicos sin partes plásticas. A modo de ejemplo, se entregan las características de los residuos principales derivados de la actividad desarrollada en oficinas, bibliotecas y salas de computación, posibles de segregar.

RESIDUO	COMPONENTE	CARACTERISTICAS DEL AHORRO I
Papel - Cartón	Documentos, Informes. Embalaje de libros, art, de oficina,etc.	Tarda en biodegiadarse entre 3 semanas a 2 meses. Una ton, de papet recictado evitte ta tota de 17 árbotes. Se usa un 60% menos de energia fatolicar papet de pulpa reciclada. Una ton, de papet recleiadoahorre 30,000 litros de agua. Cada ton, de papei nuevo acupa cast 2 m3 de relieno santitario. Se reduce su costo de fibria en un 25%, por lo que se deborá pagar menos por artículos fabricados con papet reciclado
Plástico	Bolsas, Boleilas, envaltorios y envases	Los residuos plásticos no son susceptibles de asimilarse de nuevo en la naturaleza, porque su material tarda aproximadomente unos 500 años en biodegradarse. Una ton, de plástico reciclado ahorra 5.774 kwh. de energía y 2.397 litros de petróleo.
Aluminio (Envases)	Latas de bebidas, algunos envases, etc.	Un envase tarda de 350 a 400 años en biodegradarse. Obtener aluminto teclclado reduce un 95% la contaminación, y ayuda a generar menor energía eléctrica. Reciclando una lata de aluminio, se ahorra energía como para mantener un televisor encendido 3 horas. Por cada tonetada de aluminto reciclado, se ahorra 5.820 litros gasolina lo que ayudaría a proveer energía a una casa por 10 años.
Vidrio	Botellas, tarios y frascos	El tiempo de biodegradación es indefinido. Es totalmente reciclable y sin limite de veces que puede ser reprocesado. La reutilización (sin fundito) representa la mejor opción medicambiental, ya que baja los costos de fabricación de las nuevas botellas y ahorra energía de alteded del 30% con respecto al vidito nuevo. Por cada envase que se recicla se ahorra la energía para mantener un televisor encendido por 3 horas.
Ofros	Ampollotas	Disponer de ampolletas que tienen un alto contenido de metales, como las ampolletas LFC, la cual, genera un ahorro de 0,32 kWh frente a las luminarias tradicionales, lienen un impoltante contenido de mercur (5 mg) y otros metales pelligrosos para la salud humana. Es necesario un estabilización química previo dejario en un depósito de seguridad. El mercurio se captura y los residuos se llevan a una planta autorizada. El Chilo hay pocos gostoros para osta actividad y no so cuonta aún con tocnologías de reciclajo 2

¹ http://www.everde.cl/1999/05/reclclaje-en-chile.html

² http://www.respel.cl/ResiduosPeligrosos/index.php/reciclaje-de-residuos-industriales-en-chile/84-identifica-tus-residuos

BUENAS PRÁCTICAS ASOCIADAS

Para reutilizar el papel

- Introducir papel usado sólo por una cara en las impresoras que permiten tener más de una bandeja de entrada de papel, seleccionando esta bandeja para imprimir documentos no oficiales o internos. Para los casos en los que este sistema no sea posible, colocar el papel usado por una cara al lado de las impresoras para que los usuarios introduzcan de manera manual el número de hojas necesarias para la impresión.
- Ubicar en lugares de paso puntos de papeles sólo usados por una cara para que los usuarios y trabajadores puedan tomarlos para realizar notas sobre ellos.

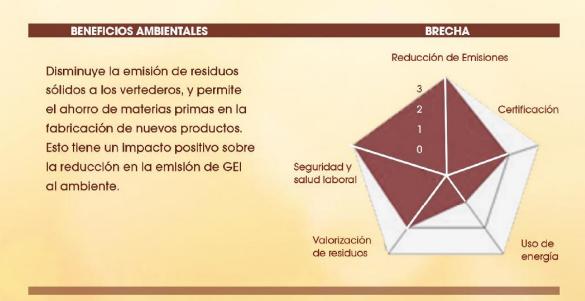
Para reciclar el papel

- Colocar papeleras en sitios estratégicos y señalizados para los papeles que ya se han empleado a dos caras o que han sido previamente triturados. Para el almacenaje de ampolleta fluorescentes (CFL)
- Ventilar el área cuando se quiebre un tubo, recoger los vidrios rotos evitando levantar polvo. En este sentido se evita la utilización de aspiradoras.
- El almacenamiento no puede ser inferior a 6 meses y debe estar el área rotulada indicando "material peligroso".

CONDICIONES DE USO

Su uso está determinado por la correcta capacitación de los usuarios.

No involucra mantención especial, ésta considera la remoción periódica del residuo y la limpleza del contenedor.



VENTAJAS

- · La recomendación de segregación y diferenciación de contenedores se puede ajustar de acuerdo a las necesidades de la instalación.
- · Es de rápida implementación.
- · Se reduce el residuo generado, disminuyendo el volumen que se debe disponer en vertederos o rellenos sanitarios.
- · La posibilidad de reutilizar el material involucra ahorro en costos de adquisición de nuevo material y de disposición.
- · Genera una buena imagen hacia el público.

DESVENTAJAS

- · Se generan costos externos por la tarea de aplicar una gestión más exhaustiva a los residuos.
- · Genera costos adicionales debido a la adquisición de los contenedores, el control adicional a la correcta segregación.
- · Requiere la existencia de gestores adaptados ya a la segregación de residuos.

APLICABILIDAD

Aplicable a toda instalación siempre que exista un gestor de residuos que permita la segregación de los residuos.

COSTOS Y AHORROS ASOCIADOS

Los costos se refieren a la implementación de los lugares de recogida de los residuos y de los contenedores. A modo de ejemplo, se presenta a continuación costos aproximados de contenedores de acopio de acuerdo a necesidad.

MODELO	COSTO APROX. / UNIDAD	OBSERVACIONES
	Contenedor a pedal \$2.500 - \$10.000	Útil para la segregación en el puesto de trabajo, fácil manipulación al momento de la recolección. Carcasa en acero inoxidable o plástico, De baja capacidad, 6 - 32 litros.
	Contenedor de muro \$5.000 – \$12.000	Útil para la recolección en los pasillos y las salas de clase. Permite desmontarlo fácilmente para transferir el contenido al sistema de recolección. Cap. media 50 litros.
	Contenedor Pedal-Pie \$20.000 - \$35.000	Útil para la recolección del material segregado in situ en las oficinas así como para los residuos recolectados en los pasillos. Robusta para evitar reemplazos frecuentes. Capac. media, 360 litros.
	Contenedor de recepción \$50.000 - \$100.000	Recibe los residuos recolectados en la recolección hecha con centralizada de residuos los contenedores móviles. Gran capacidad, 1.100 litros.

En caso de necesidad de obras civiles para habilitación de espacios de almacenaje, se considera un costo de 10 a 15 UF por metro cuadrado de instalación implementada.

CASO PRÁCTICO

Los residuos son dispuestos por el personal encargado en contenedores que facilitan su segregación, siendo diferenciados por colores y etiquetas de acuerdo a cada tipo de residuo, según lo mostrado a continuación:

RESIDUO	CONTENEDOR	CONDICIONES DE DISPOSICIÓN
Cartón y papel	Azul	Eliminar elementos metálicos. Evitar arrugar y romper para disminuir volumen
Plástico y alumini	o Amarillo	Quitar restos de sustancias que puedan contener los envases. En lo posible los envases deben ir comprimidos.
Vidrio	Verde	Eliminar elementos ajenos al vidrio. No depositar cristales rotos, o ampolletas.
Otros	Pilas, ampolletas, electrónicos	Depositar cualquier elemento que no incluid en la segregación. Para la segregación de ampolletas LFC, Se deben mantener alejado de fuentes inflamables o explosivas.

MTD 2: SISTEMAS DE ILUMINACIÓN EFICIENTES

DESCRIPCIÓN



La energía consumida por una instalación de iluminación depende de la potencia del sistema de alumbrado instalado y del tiempo que está encendida. Ambos aspectos son importantes ya que sus variaciones pueden afectar a la eficiencia energética de la instalación. Es importante conocer el consumo de energía de una instalación (existente o futura) cuando se considera el coste - efectividad de medidas para mejorar su eficiencia energética. Para alcanzar un nivel de eficiencia energética máximo, la iluminación se debe diseñar cumpliendo requisitos arquitectónicos, estéticos y económicos. Existen distintas fuentes de luz que permiten adecuar la iluminación a cada espacio y actividad, obteniendo una iluminación rentable en costos de inversión, costos energéticos y mantenimiento. En un sistema de iluminación eficiente se encuentran involucrados los siguientes sistemas:

- Luminaria
- Equipo auxiliar
- · Sistemas sensores
- Sistemas de control

Luminaria

Actualmente, la sustitución de lámparas convencionales por lámparas LED o halógenas de última generación es la técnica más utilizada, permitiendo tener una reducción de hasta el 80% en consumos de energía y una duración de las lámparas 10 veces mayor que las convencionales. Además, el uso de la tecnología LED nos ofrece una reducción de la emisión de calor con el consiguiente ahorro en climatización. A continuación se presentan algunas características de los sistemas de lluminación que son considerados como eficientes frente a los tradicionales.

TIPO SISTEMA DE ILUMINACIÓN	CARACTERISTICAS
Tubo Fluorescente tipo T5	Generan un ahorro del 50% en comparación a tubos tradicionales (T10, T12 y T8) independiente del balastro ocupado. Requieren mayor inversión frente a tubos tradicionales. Poseen una vida útil de 20.000 horas. Este sistema posee menor contenido de mercurio.
Ampolletas fluorescentes compactas (CLF)	En comparación con las ampolletas incandescentes, reducen un 80% el consumo energético con una durabilidad 8 veces mayor No alcanzan su 80% de capacidad luminosa hasta pasado un minuto.
Ampolletas LED	Están basados en semiconductores que transforman directamente la corriente eléctrica en luz. No poseen filamento, por lo que tienen una elevada vida (hasta 50.000 horas) son muy resistentes a los golpes. Además, son un 80 % más eficientes que las incandescentes. Su costo es elevado. Al ser una tecnología en continuo avance sus costos se reducirán en el futuro.

Debido a que cada fuente de luz tiene una tecnología distinta, es difícil realizar una comparación exacta entre ellas tomando como valor la potencia energética. En este caso, se debe comparar el flujo luminoso (lúmenes o candelas) que emite cada fuente de luz, así pues la potencia en W sólo nos debería indicar el consumo energético y no el rendimiento obtenido. A continuación se presenta una tabla comparativa de distintas fuentes de luz como guía para la elección de luminaria, considerando su vida media (horas), consumo energético (W) y flujo luminoso (Im)3.

Lámpara Incandescente	Lámpara Halógena	Fluorescente Compacta	LED MR16/AR111
1.000 horas	3.000 horas	10.000 horas	30,000 horas
15 W/100 lm	10 W/140 Im	3 W/150 lm	1 W/75 lm
60 W/710 Im	35 W/600 Im	12 W/650 Im	7 W/750 lm
75 W/1100 lm	50 W/910 Im	18 W/1150 Im	10 W/1100 lm
100 W/1600 Im	75 W/1450 lm	23 W/1600 lm	15 W/1400 lm

³ http://www.avanluce.com/iluminacion-eficiente/eficiencia-energetica/

Lámpara	Vida Media (horas)	Vida Útil (horas)
Incandescencia	1.000	1.000
Incandescencia Halógena	2.000	2.000
Fluorescencia Tubular	12.500	7.500
Fluorescencia Compacta	8.000	6.000
Vapor de Mercurio Alta Presión	24.000	12.000
Luz Mezcla	9.000	6.000
Vapor de Sodio a Baja Presión	22.000	12.000
Vapor de Sodio a Alfa Presión	20.000	15.000

Otros parámetros a considerar al momento de cambiar la luminaria es su desempeño frente al trabajo diario, ya que deben soportar las condiciones ambientales, la carga de trabajo y permitir un ambiente cómodo y seguro para el usuario. En la siguiente tabla se presentan diversas características de tres tecnologías según su desempeño.

Parámetro E	Sombillas Incandescentes	Fluorescentes (CFL)	Tecnología LED
La sensibilidad a bajas temperatur	as Algunos	Si, -10 grados	No
Sensibilidad a la humedad	Algunos	Si, húmedo	No
Sensibles a la repetición "On/Off"	Algunos	Si, y reduce la vida	No
Encendido instantáneo	Si	No, caliente mercurio	Si
Durabilidad	Poca	Duradero	Muy duradero
Resistente a los golpes	No	No	Si
Emite calor	21.000 calorías	7.500 calorías	850 calorías

Equipo auxiliar

El equipo auxiliar, y en particular los balastos, influye determinantemente en la eficiencia energética del conjunto de luminarias. Es así que, los balastos electrónicos ofrecen numerosas ventajas respecto a los electromagnéticos, tanto en confort de iluminación como en lo que a ahorro energético se refiere:

- Reducción del 10 % de la energía consumida, respecto a un equipo electromagnético.
- Incremento de la eficacia de la lámpara.
- Incremento de la vida de las lámparas hasta del 50%.
- · Encendido instantáneo y sin fallos.
- Luz más agradable, sin efecto estroboscópico, mediante funcionamiento a alta frecuencia. Reducción de dolores de cabeza y el cansancio de la vista, atribuidos al 30 parpadeo producido por los balastos magnéticos.
- Aumento del confort general eliminándose los ruidos producidos por el equipo electromagnético.
- Mayor confort, permitiendo ajustar el nivel de luz según las necesidades.
- Posibilidad de conectarse a sensores de luz y ajustar la intensidad de luz, y mantener un nivel de luz constante.

Sistemas de sensores

Los sensores de luz (o fotocélulas) regulan automáticamente el alumbrado artificial en función del aporte de luz natural, blen apagando o encendiendo la iluminación cuando el nivel está por debajo o por encima de un valor, o bien regulando la iluminación artificial de forma progresiva. Estos sistemas permiten alcanzar ahorros de hasta el 60 %, su instalación es conveniente en las luminarias próximas a las ventanas.

Sistemas de control

Los sistemas de regulación y control apagan, encienden y regulan la luz, detectores de movimiento y presencia, células fotosensibles o calendarios y horarlos preestablecidos. Permiten un mejor aprovechamiento de la energía consumida, reduciendo los costes energéticos y de mantenimiento, además de dotar de flexibilidad al sistema de iluminación. El ahorro energético conseguido al instalar este tipo de sistemas puede ser de hasta un 70 %.

- Interruptores temporizados: Apagan la iluminación tras un tiempo programado y que son más convenientes en lugares dónde las personas permanecen un tiempo limitado.
- Detectores de movimiento: Encienden la iluminación cuando detectan movimiento y lo mantienen durante un tiempo programado. Son muy útiles para zonas de paso o permanencia de personas durante poco tiempo.

BUENAS PRÁCTICAS ASOCIADAS

- Aprovechar al máximo la iluminación natural.
- · Aplicar colores claros en paredes y techos, así aprovechar al máximo la luz natural y reduce iluminación artificial.
- Apagar todas las luces si se sale de una habitación por más de 15 minutos.
- Mantener las luces apagadas en zonas no ocupadas como salas de reuniones, salas de trabajo, cocina.
- Promover la limpieza periódica de la luminaria.
- Establecer circuitos independientes de iluminación para zonificar la instalación en función de sus usos y horarios.
- Revisar periódicamente el estado de los distintos componentes de la instalación.
- Sustitución de lámparas. Hacer al final de la vida útil, aunque no hayan fallado, su eficacia habrá disminuido.
- Usar reguladores de intensidad luminosa de tipo electrónico.
- Elegir la luminaria con etiquetado ecológico al momento de la adquisición.

CONDICIONES DE USO

Este tipo de mejoras son abordables ya que esta tecnología trabaja con estándares comunes lo que permite que cada sistema eficiente sea compatible con el sistema tradicional, lo que no genera más gastos por adaptación de la tecnología, por ejemplo: Las ampolletas LED, en su mayoría, son diseñadas para ser utilizadas en las mismas luminarias y lámparas que las ampolletas tradicionales (CFL e incandescentes).

El reemplazo de la luminaria responde a su vida útil. Una práctica común es el reemplazo de la luminaria al momento de dejar de funcionar (denominada vida media), in embargo, existe un punto en el cual la luminaria, a pesar de seguir emitiendo luz, el costo de la lámpara, el precio de la energía consumida y el costo de su mantenimiento no es rentable y es recomendable su sustitución (denominada vida útil). A continuación se muestran valores orientativos de estos tiempos recomendados para la sustitución de la luminaria.

BENEFICIOS AMBIENTALES BRECHA Uso eficiente de la energía La iluminación representa un porcentaje importante del Valorización consumo eléctrico, contribuyendo, del residuo por tanto a la emisión de gases Seguridad y de efecto invernadero por su salud laboral 0 generación. Minimización Uso eficiente de residuos de agua

VENTAJAS

- · Un sistema de lluminación eficiente reduce de manera importante el consumo eléctrico, lo que genera una reducción en las emisiones de CO2 en comparación a la iluminación tradicional.
- · Se estima que un sistema de iluminación eficiente logra una reducción del consumo energético de un 30%, con el consiguientes beneficio económico.
- · Estos sistemas de iluminación eficiente, al ser tecnología mejor desarrollada tienen una durabilidad mayor a la tecnología tradicional.
- · Se reduce la pérdida de energía cuando se establecen sistemas de control automático de la iluminación.
- · Se obtienen beneficios indirectos por ahorro en mantenciones, utilización de insumos (ampolletas, tubos, etc.).

DESVENTAJAS

- Ciertas tecnologías, como la iluminación fluorescente, requieren una disposición final especial ya que contienen mercurio que es un residuo peligroso para el medio ambiente.
- · En varias ocasiones la inversión inicial de los sistemas de lluminación eficiente es mayor en comparación a las tecnologías tradicionales.

COSTOS Y AHORROS ASOCIADOS

Para evaluar el costo de la instalación de un sistema de iluminación eficiente no se debe tener en cuenta únicamente la inversión inicial, sino también los costes de explotación previstos. Por tanto, para realizar un análisis de costes se requieren, entre otros, los siguientes datos:

- Número, tipo y precio de las luminarias necesarias.
- Consumo por luminaria/proyector, incluyendo las pérdidas de los equipos.
- Tarifas de energía eléctrica.
- Vida útil de la lámpara.
- Horas de funcionamiento anual de la instalación.

A modo de orientación, se entregan los siguientes costos asociados a sistemas de iluminación eficiente:

Tipo de Sistema de Iluminación	Costo
Tubo Fluorescente tipo T5 Equipo de alta eficiencia T5 2X14	Cuesta alrededor de \$ 19.000 pesos.
Ampolletas fluorescentes compactas (CLF)	Su costo puede variar entre \$1.300 y \$ 3.590.
Ampolletas LED	Su costo es elevado (\$15.000-\$30.000/unidad)

Sistema	Precio	Observaciones
Balastos electrónicos	Desde \$9.500	Transformador electrónico de alta frecuencia para el funcionamiento con lámparas halógenas de 12V, disponible en versiones de 70, 105 y 150W
Sensores de movimiento	Desde \$10.000	El uso principal del sensor infrarrojo es la detección de movimiento de personas a través de señales infrarrojas, tiene un rango de 9 metros, para uso interior en local cubierto y sin incidencia directa de luz solar o mirando hacia ventanales o ventanas.
Fotocélulas	Desde \$20.000	Fotocélula mini para exteriores alcance máximo 20 m. DEA 104 minilux.

CASO PRÁCTICO

Se como ejemplo de cálculo el recambio a luminaria eficiente de una zona que necesite una iluminación apropiada bajo tres casos:

- a) Pasillo, con un requerimiento de 150 lux con implementación de un sensor de movimiento.
- b) Sala de estudio Oficina pequeña, con un requerimiento de 350 lux y con cambio de luminaria incandescente a compacta fluorescente.
- c) Laboratorio o taller, con un requerimiento de 800 lux y cambio de balasto de magnético a electrónico

En todos los casos se consideró una tasa de descuento de 10% y un periodo de evaluación de 5 años.

Caso a) Pasillo

Es habitual que las luces de los pasillos queden encendidas de manera permanente, inclusive cuando no hay tránsito de personas. En esta situación, se hace atractivo el uso de sensores de movimiento que regulen el tiempo de encendido de la luminaria de acuerdo al tránsito de las personas. El ahorro se considera como el tiempo que el pasillo sin tránsito se mantiene con las luminarias apagadas, en comparación al escenario base.

Consideraciones

Situación base de un pasillo de 50 m2 que mantiene 8 tubos fluorescentes T8 de 28W por 16 h al día, 20 días al mes y por todo el año. Se estima que el 30% del tiempo el pasillo permanece sin tránsito.

Resultados

Ahorro anual en electricidad por implementación del sensor de movimiento = \$31.626 VAN: \$89.889 - TIR: 102% - PRI: 1 año

Caso b) Sala de estudio - Oficina pequeña

En muchos establecimientos educacionales es común tener salas de pequeño espacio para el estudio personal de los alumnos, cómo contar con oficinas privadas para el personal administrativo. El recambio de luminaria genera el ahorro por el uso más eficiente de la energía y por la menor tasa de recambio de las luminarias.

Consideraciones

El escenario base consiste en 6 ampolletas incandescentes de 100W para iluminación general y local de un recinto de 10 m2 por 10 h al día, por 20 días al mes y por todo el año.

Resultados

Ahorro anual en electricidad por recambio a luminaria más eficiente: \$55.440 VAN: \$504.819 - TIR: 825% - PRI: 0,1 año.

Caso c) Laboratorio - Taller

Los recintos donde se manipulan equipos, herramientas o se necesita atención a los detalles visuales, requieren de luminarias que entreguen comodidad y seguridad a los usuarios. La luminaria más utilizada en estos casos son los tubos fluorescentes, lo cuales se pueden volver más eficientes, si necesidad de su cambio, al utilizar balastos electrónicos en vez de balastos magnéticos. El ahorro se genera tanto por la partida más eficiente de la luminaria, al entregarse una menor cantidad de energía para lograr el mismo flujo luminoso, como por un incremento en la vida útil de las luminarias.

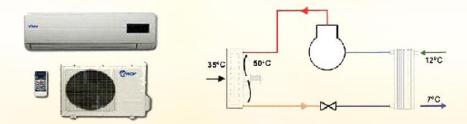
Consideraciones

Situación base de un recinto de 70 m2 que mantiene 46 tubos fluorescentes T8 de 36W por 16 h al día, 20 días al mes y por 10 meses al año. Porcentaje de ahorro por cambio de balastos: 10%⁴ Aumento la vida útil de las luminarias: 30%⁵

Resultados

Ahorro anual en electricidad por cambio de balastos: \$77.936 VAN: \$88.937- TIR: 26% - PRI: 2,3 años

MTD 3: SISTEMAS DE CALEFACCIÓN EFICIENTES. CLIMATIZACIÓN POR BOMBA DE CALOR Descripción.



Uno de los equipos de calefacción que ha tomado mucha fuerza durante el último tiempo son los equipos de aire acondicionado que por medio de un ciclo térmico, de alto rendimiento, logran enfriar y/o calentar un área determinada. La tecnología se basa principalmente en la bomba de calor, un aparato de alta eficiencia, que puede producir hasta cuatro veces más energía que la que consume. Las bombas de calor se adaptan perfectamente a las condiciones que necesitan de calefacción y refrigeración. El funcionamiento de una bomba de calor es el mismo que el de cualquier aparato de refrigeración, salvo que el ciclo de funcionamiento es reversible, eso quiere decir que al invertir el flujo de refrigerante, pasa de refrigerar a calentar. Existen distintas bombas de calor de acuerdo a los fluidos utilizados:

Tipo de fluido	Funcionamiento
Bombas de calor AIRE-AIRE	El calor lo obtiene del aire exterior y calefacción el aire interior
Bombas de calor AIRE-AGUA	El calor lo obtiene del aire exterior para calentar agua
Bombas de calor AGUA-AIRE	Toma calor del agua y por intercambio lo cede al aire
Bombas de calor AGUA-AGUA	La diferencia con el anterior es que el calor es cedido al agua

Para climatizar los ambientes, se pueden utilizar las bombas de AIRE – AIRE y de AGUA – AIRE/AIRE – AGUA, dependiendo del enfoque principal del sistema de ahorro energético. En ambos casos, la climatización mediante bomba de calor aprovecha las leyes de la física para transferir el calor bombeándolo de un lugar a otro. De forma mecánica, se transforma el líquido de circuito refrigerador en gas. El gas absorbe el calor y lo cede cuando aplicamos compresión mediante un compresor, es el único dispositivo de todo el sistema que consume electricidad. El sistema puede ser reversible, funcionando de forma bidireccional y produciendo calefacción o refrigeración según necesidad.

Este trabajo se realiza por medio de un consumo eléctrico de importancia, estimándose que 1 hora de trabajo del equipo genera un consumo eléctrico de 2-3 kWh. Habitualmente, están alimentadas con corriente eléctrica y en menor medida con motores a gas. La ventaja es que, una bomba de calor con un coeficiente de eficiencia (COP) de 4,0 genera 4 W de energía en calefacción utilizando solamente 1 W de energía sin costes adicionales.

Las bombas de calor AGUA - AIRE se pueden implementar con otros sistemas de calefacción de la instalación. El agua fría o caliente puede ser llevada mediante bombas de agua, a diferentes aparatos para su uso; fancoils (murales, techo, suelo, conductos), suelo radiante, etc., aprovechando al máximo los sistemas de intercambio de calor disponibles.

La selección de la bomba de calor se debe realizar mediante los datos del fabricantes en la documentación técnica (información a condiciones estándar y a distintas temperaturas) y a la temperatura a la cual efectivamente se va a trabajar. En esta documentación vienen las capacidades y consumos a diferentes temperaturas exteriores e interiores. Si se dispone de una fuente de calor suplementaria, seleccionar la bomba de calor para cubrir las necesidades en refrigeración y suplementar la capacidad de la bomba con esa fuente de energía. En el caso de ser eléctrica la fuente suplementaria, esta no debe superar 1,2 veces el consumo de compresor/es⁶.

A continuación se entregan condiciones a las cuales los fabricantes dan las capacidades en los catálogos comerciales, y un ejemplo de datos de desempeño de una bomba de calor AIRE - AGUA a distintas condiciones de temperatura:

	TEMF	PERATURAS	
	Exterior	Agua	Interior
Invierno	7°C Seca 6°C Húmeda	Salida 45°C Entrada 40°C	20°C
Verano	35°C	Salida 7°C Entrada 12°C	27°C Seca 19°C Húmeda

⁶ http://germans-segarra.cat/docs/SDSueloRadRefresMAR05.pdf

T° Humedad exterior		Agua 45°C			Agua 35°C	
	Capacidad	Energía Consumida	COP	Capacidad	Energía Consumida	COP
15°C	13.90	3.79	3.67	14.80	3.29	4.50
13°C	13.25	3.72	3.56	13.50	3.15	4.29
11°C	12.50	3.70	3.38	12.50	3.12	4.01
9°C	11.90	3.68	3.23	12.20	3.10	3.94
7°C	11.25	3.62	3.11	11.50	3.08	3.73
3°C	10.15	3.58	2.84	10.25	3.02	3.39
1°C	9.60	3.55	2.70	9.75	3.00	3.25
-1°C	9.20	3.52	2.61	9.22	2.90	3.18
-3°C	8.70	3.50	2.49	8.71	2.80	3.11
-5°C	8.25	3.48	2.37	8.30	2.70	3.07
-7°C	7.80	3.45	2.26	7.85	2.60	3.02

BUENAS PRÁCTICAS ASOCIADAS

- Asegurarse que todo el personal con acceso al sistema de climatización entiende perfectamente su funcionamiento (programas de control de tiempos y temperatura).
- Utilizar aparatos de climatización solo cuando sea necesario. Programar equipos para que funcionen en los horarios en que las dependencias se encuentren abiertas a los usuarios, a excepción de situaciones donde haga falta calefacción o refrigeración previas. ideal zonificar las áreas a climatizar, Asi poder apagar los equipos selectivamente.
- Ajustar los termostatos a no menos de 24°C en verano y no más de 20 °C en invierno. Por cada grado que se disminuya o aumente la temperatura, el consumo de energía del sistema de climatización aumenta en un 7%.
- Instalación de persianas o protectores solares en ventanas con orientación al calor (norte poniente), en lo posible por el exterior.
- Usar colores oscuros en techos y paredes exteriores para favorecer la absorción de la radiación solar y el calentamiento de los espacios interiores en zonas de baja temperatura.
- · Apagar o minimizar los sistemas de calefacción o aire acondicionado en las salas no ocupadas.
- Mantener las puertas y ventanas cerradas cuando los equipos de calefacción o enfriamiento están encendidos.
- No obstaculizar los sistemas de distribución de climatización tales como radiadores, ventiladores y salidas de aire acondicionado.
- Si es necesario cambiar el sistema de climatización, buscar asesoría de especialistas. Preferir sistemas centralizados frente a equipos autónomos en superficies mayores a los 300 m2
- Aislar correctamente las conducciones para evitar pérdidas de energía en el trayecto.
- Bloquear filtraciones de aire a través de sellos en puertas y ventanas. Entre el 25 y 30 % de la necesidad de climatización se debe a la pérdida por filtración.

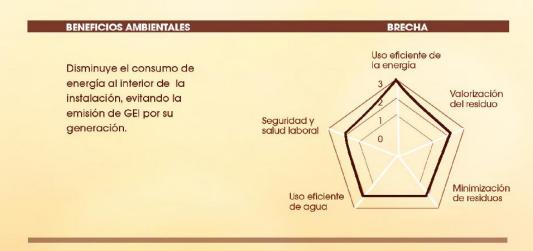
CONDICIONES DE USO

El abanico de potencia que ofrecen las bombas de calor es diverso y se debe seleccionar de acuerdo a la superficie que se debe acondicionar. Es usual estimar 100 calorías por metro cuadrado de superficie acondicionada, las calorías hacen referencia a la potencia del equipo. Por ejemplo una dependencia de 500 m2 serían necesarias 5.000 calorías de potencia.

Las bombas de calor que aprovechan el aire exterior ofrecen una ventaja muy importante: el aire está disponible en todas partes y no requiere de una instalación específica para su aprovechamiento. Los aparatos pueden montarse tanto en el exterior y en el interior, siempre que se conduzca el aire desde el exterior a través de un sistema de conductos.

Al intercambiar el calor con el aire externo, por lo que la eficacia de la calefacción disminuye progresivamente a medida que la temperatura del exterior es inferior a los 5°C. Esto hace que sea el sistema óptimo de climatización para los climas templados, pero no para zonas donde las heladas son frecuentes.

Las bombas de calor aire-agua, requieren del mínimo para su funcionamiento, siendo rápido y económico al no contar con quemadores, chimeneas, combustibles, ni utilizar refrigerantes y aceltes a lo largo de la instalación, etc.



VENTAJAS

- Reducción del consumo energético.
- Pueden estar siempre encendidas, ya que el compresor detecta automáticamente si aumenta la necesidad de calor optimizando el consumo de electricidad.
- Las bombas de calor eléctricas no generan emisiones in situ y pueden utilizar para su funcionamiento electricidad generada mediante fuentes renovables, como hidráulica, eólica, fotovoltaica, etc.
- Los sistemas AGUA AIRE/AIRE AGUA se pueden acoplar a otros sistemas de calefacción en la instalación.
- No se requiere de materiales y herramientas diferentes a las usualmente utilizadas en la calefacción tradicional.
- No hay requisitos de límites ni distancias mínimas entre los diferentes elementos que conforman la instalación.

DESVENTAJAS

- La inversión inicial es elevada, dependiendo de las necesidades.
- El máximo ahorro energético se obtiene al implementar estos equipos en la fase de diseño y construcción.
- Puede requerir de obras civiles

APLICABILIDAD: Aplicable a toda instalación

COSTOS Y AHORROS ASOCIADOS

Una bomba de calor puede conseguir un ahorro en calefacción de un 44% en relación con el gas natural, de un 68% frente a la caldera de gasoil y de un 73% en comparación con la calefacción eléctrica. Ahorran hasta un 30% de energía, gracias a su alto rendimiento en relación con otros sistemas de calefacción tradicionales⁷ A modo de orientación, se presentan a continuación costos de bombas de calor:

MODELO	соѕто	OBSERVACIONES
LG E09EK	\$300.000	Refrigeración Min / Nom / Max : 890 / 2500 / 3700 Calefacción Min / Nom / Max : 890 / 3200 / 4100 Consumo unidad interior (W): 670
Daitsu ASD-09UI-AK	\$200,000	frío / 840 calor Refrigerante exterior R410A Clase Energética A++
Dalisa ADD-0701-AR	\$200.000	Capacidad refrigeración (kcal/h): 2322 Capacidad calor (kcal/h): 2700
Mitsubishi MSZ-HJ50VA	\$600.000	Función autodiagnóstico para comprobar el estado de la unidad.
		Filtro larga duración. Tratamiento Antimicrobios Potencia Frío (kW): 5. Potencia Calor (kW): 5,4

En caso de necesidad de obras civiles extras, se considera un costo de 10 a 15 UF por metro cuadrado de instalación implementada.

CASO PRÁCTICO

Para una oficina de 500 m2 se considera la instalación de unidades Mitsubishi MSZ que cumple con las necesidades de calefacción. El ingreso se considera por ahorro de energía consumida.

Consideraciones: Unidades necesarias: 2 Resultados: VAN: \$6.342.570- TIR: 62% - PRI: 1 año

7 http://www.fundacionentorno.org/Noticias/Titulares/Bomba-Calor,4783.htm

MTD 4: USO DE TERMOS PARA CALEFACCIÓN EFICIENTE DEL AGUA.
Descripción



Los acumuladores permiten tener en reserva agua caliente; estos artefactos aislados térmicamente además funcionan como intercambiadores de calor. Al usar el agua caliente en las duchas y grifos, se va vaciando el acumulador, al mismo tiempo ingresa agua fría de la red que la va calentando y reponiendo la reserva. Estos acumuladores poseen una gran superficie de intercambio y permiten reponer agua caliente en pocos minutos. Además tienen la ventaja de su gran rendimiento térmico ya que funcionan como un radiador del sistema de calefacción; la producción de agua caliente sanitaria es más lenta aprovechando así la energía.

El principio de funcionamiento de los termos de acumulación es sencillo, dado que se basa en la utilización de una resistencia eléctrica para transferir calor al agua. La resistencia se activa mediante un termostato de regulación, que permite programar y mantener constante la temperatura del agua del depósito.

La variedad de modelos y formas abundan en el mercado, siendo la más común el termoacumulador de 100 litros en formato simple, es decir con solo una resistencia. Sin embargo la posibilidades de acumulación de agua van desde los 20 litros a los 300 litros de capacidad, variando también el consumo, siendo para un termoacumulador de 300 litros un consumo por potencia de 3000 W.

También están presentes en el mercado los termoacumuladores bipotencia que consisten en dos resistencias que funcionan alternando su activación esto genera un mayor rendimiento energético como se puede apreciar en la tabla.

Tipo termoacumulador	Rendimiento energético (%)
Simple	79%
Bipotencia	82%

La pequeña diferencia en eficiencia se traduce en ahorro en energía debido a que el termoacumulador simple debe activar el doble de veces su sistema eléctrico para mantener la temperatura en el acumulador.

Los sistemas de termoacumulación se encuentran absolutamente dimensionados según la cantidad de personas que lo utilizaran y su tiempo de uso del agua acumulada y calentada (generalmente 45°C), en la siguiente tabla se aprecia las dimensiones necesarias para un termoacumulador según las personas que lo utilicen y el tiempo de uso.

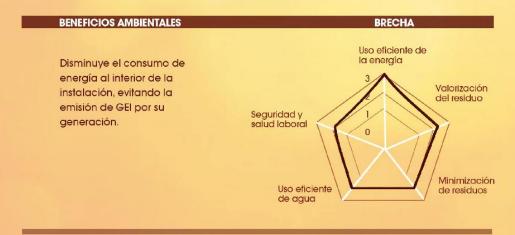
N° de Personas			Minutos Us	•	
	6	12	16	20	25
	Capacidad Litros				
2	60	120	160	200	250
3	90	180	240	300	375
4	120	240	320	400	500
5	150	300	400	500	625
6	180	360	480	600	750
7	210	420	560	700	875
8	240	480	640	800	1000
9	270	540	720	900	1125
10	300	600	800	1000	1250

BUENAS PRÁCTICAS ASOCIADAS

- Asegurarse que todo el personal con acceso al sistema de termoacumulación entiende perfectamente su funcionamiento (programas de control de tiempos y temperatura).
- Ajustar los termostatos a no menos de 20°C en verano y no más de 15 °C en verano. Por cada grado que se aumente la temperatura, el consumo de energía del sistema de termoacumulación aumenta en un 7%

CONDICIONES DE USO

Como se ha descrito en la sección anterior el tamaño del termoacumulador depende de los números de personas que lo utilicen y el tiempo de uso, por lo que debe ser definido con anterioridad antes de adquirir un dispositivo de este tipo. En cuanto a su rendimiento es relativamente similar por lo que la elección del termoacumulador depende a variables externas al uso energético, como es si se instalara en el interior o exterior del edificio y las conexiones que se deben realizar para conectarlo a la red de agua del edificio.



VENTAJAS

- Reducción del consumo energético.
- No se requiere de materiales y herramientas diferentes a las usualmente utilizadas en la gasfitería tradicional.
- No hay requisitos de límites ni distancias mínimas entre los diferentes elementos que conforman la instalación

DESVENTAJAS

- La inversión inicial es elevada, dependiendo de las necesidades.
- El máximo potencial de ahorro energético se obtiene al implementar estos equipos en la fase de diseño y construcción del edificio.

APLICABILIDAD : Aplicable a toda instalación.

COSTOS Y AHORROS ASOCIADOS

Un termoacumulador tienen diferentes costos con respecto a su capacidad, tecnología de control y área de trabajo, pero de forma general se representan los costos a continuación en la siguiente tabla:

Capacidad (litros)	Termoacumulador simple	Termoacumulador bipotencia
100	195.000	227.500
150	227.500	325.000
300	455.000	

En comparación a los sistemas de gas donde existen mayores pérdidas de calor, el sistema de termoacumulación eléctrica supera a los sistemas de gas en un 10% que generan ahorros significativos de energía y mayores beneficios ambientales.

CASO PRÁCTICO

Se considerará un termoacumulador para un recinto con 40 personas y que requieren de agua caliente a 45°C.

Consideraciones

· Ahorro de energía para calefacción: 10%

· Requerimiento por cada 10 personas: 300L

Resultados

Ahorro de energía: \$ 396.236.
 VAN: \$339.688 - TIR: 16% - PRI: 5 años

MTD 5: RECAMBIO DE VENTANALES POR TERMOPANELES

Descripción:



Un sistema de marco-ventana de doble cristal, conocido como termo-panel, tiene como principal característica la mejora térmica de la ventana, esto debido a la característica de baja conducción térmica del aire sin circulación. Esto se logra al colocar en un mismo marco de ventana, dos cristales sellados herméticamente para evitar fugas de aire, por ende perdidas de calor. Esta configuración con doble vidrio y cámara de aire por sellado hermético, reduce las perdidas por transferencia de calor en un 40% promedio, comparado en 3 tipos de materiales de construcción del marco de ventana, esta diferencia a las propiedades térmicas de (Aluminio, Plástico y Plástico de alta calidad)⁸:

Tipo de marco	Transferencia de calor con vidrio simple (W/m2K)	Transferencia de calor con doble vidrio hermético (W/m2K)	Mejora
Aluminio	5.97	3.63	40%
Plástico	5.21	3.10	41%
Plástico alta calidad	4.90	3.00	39%

Otra característica que diferencia estas ventanas es su nivel de hermeticidad, que no está dado por el tipo de material del marco o cristal, sino en características de manufacturación de la ventana como la inercia de los perfiles, la calidad de las felpas de alslación, calidad de los sellos y la calidad de la instalación de la ventana.

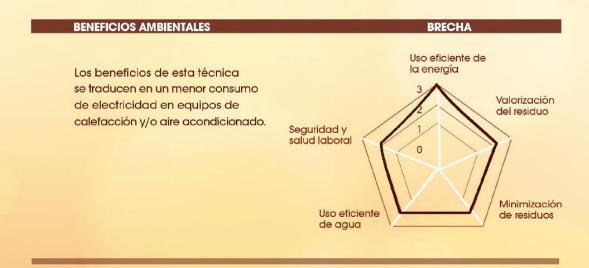
8 Evaluación de la incidencia de los perfiles de la ventana en la perdida de calor de una vivienda" Indalum-UDEC.

BUENAS PRÁCTICAS ASOCIADAS

- Una buena práctica que está unida al consumo de energía por calefacción y/o condicionamiento de aire, ya que para mantener el calor de calefacción se deben mantener las ventanas cerradas el mayor tiempo posible.
- Realizar una ventilación para liberar la humedad presente en el aire.

CONDICIONES DE USO

Las condiciones de uso de este tipo de ventana son iguales al uso de una ventana estándar



VENTAJAS

- Este tipo de ventanas mantiene durante mayor tiempo el calor durante el invierno.
- Los consumos eléctricos por calefacción se reducen.

DESVENTAJAS

• El costo de inversión de estas ventanas es mayor frente a una ventana de cristal simple.

APLICABILIDAD

Se considera como una técnica aplicable en todas los tipos de edificios y en cualquier escala de dimensiones.

COSTOS Y AHORROS ASOCIADOS

Los costos asociados a la inversión de termopaneles se deben considerar las dimensiones de la ventana y las condiciones de instalación (altura, tamaño del ventanal, etc.). La mejora en la hermeticidad reduce el consumo específico de energía es de un 27% anual.

A continuación se entregan costos orientativos para un termopanel de dimensiones 100 x 100 cm frente a ventanas convencionales:

Tipo de ventana	Precio	
Termopanel	\$ 39.990	
Termopanel	\$ 36.990	
Simple	\$ 20.990	
Simple	\$ 26.990	

En caso de necesidad de obras civiles, se considera un costo de 10 a 15 UF por metro cuadrado de instalación implementada.

CASO PRÁCTICO

Se considera el recambio de termopaneles como alternativa a los ventanales de cristal simple en una oficina de 500 m2 con 19 ventanas de 121 x 100 cm.

Consideraciones

Los ahorros en energía eléctrica para la calefacción y/o aire acondicionado se estiman un 20% a un 25% con respecto al consumo de energía normal.

Resultados

Ahorro anual neto: \$992.736

VAN: \$2.565.150 - TIR: 78% - PRI: 1 año

BUENAS PRÁCTICAS APLICABLES AL SECTOR DE OFICINAS, BIBLIOTECAS Y SALAS DE COMPUTACIÓN.

De manera general y siguiendo los principios de Reducción, Reutilización y Reciclado deben desarrollarse prácticas enfocadas a la minimización del uso de materiales de oficina. Por ejemplo, cuando surge la necesidad de comprar nuevo material de oficina, primero hay que plantearse qué es realmente necesario y cómo se puede reducir su consumo. Además se debe desarrollar un plan de reducción progresiva del número de artículos diferentes a adquirir, limitando la diversidad de material, aunque ello implique limitar la elección de las diferentes áreas. Por otra parte, debe llevarse a cabo la reutilización dentro del mismo departamento o entre áreas de material de oficina (como carpetas, archivadores, bolsas, etc.). Para ello se deberá disponer de un almacén o espacio donde guardar material ya usado para su reutilización.

i) Gestión del papel:

- Para reducir la cantidad de papel empleado:
- · Emplear formatos digitales siempre que se pueda prescindir de los documentos en formato papel
- · Usar Impresoras con capacidad de Impresión a doble cara
- · Reducir márgenes de los documentos a imprimir así como el uso de fuentes para mejorar el uso del espacio
- · Verificar que los documentos están correctos previamente a su impresión.

ii) Utilización criterios ambientales en la contratación de productos y servicio

- Proveedores: Incluir como criterio en la selección de ofertas aspectos ambientales de las empresas: posesión de
 alguna certificación ambiental, empleo de materiales reciclados o reutilizados en sus actividades, más cercanos
 al centro, etc. Por otra parte, se puede exigir o acordar con la empresa suministradora que el material se entregue
 en cajas reutilizables a recuperar en el siguiente pedido o si esto no fuera posible, exigir que se aporte información
 adecuada en cuanto al tratamiento del envase una vez vacío con el fin de facilitar su adecuada gestión en los
 canales habituales cuando existan.
- Adquirir artículos con larga vida útil así como productos recargables y sus recargas, para reducir la necesidad de compra a medio plazo. Se debe comprar a granel o en envases grandes para reducir el consumo de embalajes que se convertirán después en residuos
- Adquirir productos "verdes": Se deben comprar productos con al menos un 30% de contenido reciclado cuando sea posible, que se puedan reutilizar o rellenar, que sean fácilmente desmontables por ejemplo portapapeles reciclados, clips reciclados, cartuchos de impresora recargables. Por otra parte, ofrecer al menos un 30% de los productos de desayuno de origen ecológico (te, galletas, café). Ejemplo, compra de papel con estas características:
- · Totalmente libre de cloro (TCF)
- · De madera procedente de explotaciones forestales sostenibles (FSC, PEFC o equivalente)
- · Producidos siguiendo los criterios de alguna ecoetiqueta

iii) Limpieza de las instalaciones.

Se pueden llevar a cabo prácticas sustentables que inciden directamente sobre la disminución de residuos generados así como la correcta recogida y gestión de los mismos:

- Colocar esterillas a la entrada de los edificios para la correcta limpieza de las suelas de los zapatos, consiguiendo reducir así un 85% de la suciedad generada en el suelo y por tanto reduciendo el uso de productos de limpieza.
- Limpieza mediante aspiradoras eficientes energéticamente.
- Priorizar la compra de productos de limpieza no tóxicos, biodegradables, con bajo contenido de COVs, con pH entre 2,5 y 12, contenido de aerosoles y con envases sencillos y fácilmente reciclables/reutilizables.
- Evitar productos de Ilmpleza con Alquilfenol Etoxilado, Dibutil Ftalato, metales pesados. (Arsénico, Cadmio, Cobalto, Cromo Níquel, Mercurio o Selenio), compuestos destructores de la capa de ozono, abrillantadores ópticos, compuestos corrosivos e inflamables.
- Fabricar productos de limpieza "caseros" en base a bicarbonato sódico, vinagre y jugo de limón (http://www.healthychild.org/5steps/5_steps_2/)
- Promover la utilización de mopas y microfibras, estas reducen la cantidad de productos de limpieza nocivos utilizados.
- Ajustar la frecuencia del trabajo de limpieza y el tipo de limpieza a las necesidades reales de la oficina, biblioteca
 o sala de computación de manera de reducir el uso de productos químicos.

Iv) Zonas habilitadas para el almuerzo o desayuno:

- No emplear cubiertos, platos o vasos desechables, y cuando esto sea inevitable se reutilizarán previo lavado
- Desde el punto de vista ambiental y analizando todo el ciclo de vida de los diferentes equipos (desde su fabricación, consumo de recursos y electricidad durante su uso, y vertido) los sistemas ambientalmente más respetuosos son los seca-manos de rollo de tela; después los de papel, que deben recargarse con toallas de fibra reciclada; y finalmente los de aire, que deberán ser automáticos, es decir con detectores de presencia
- Compostar residuos orgánicos procedentes del desayuno o almuerzo para poder aplicar sobre jardines contiguos a las instalaciones.

En los lugares habilitados para el desayuno y/o almuerzo dentro de las oficinas, bibliotecas o salas de computación se presentan las siguientes acciones para el ahorro de la energía:

- Frente a un recambio de electrodomésticos (refrigerador, congelador, microondas, etc.) preferir equipos con etiqueta de eficiencia energética tipo A que tienen un menor consumo eléctrico y mayor eficiencia energética.
- Utilizar aparatos acorde a las necesidades de la oficina, biblioteca o sala de computación.
- La correcta mantención de los electrodomésticos asegura su durabilidad y su eficiencia. Los sellos del refrigerador o congelador mantienen la hermeticidad del mismo, por lo tanto el asegurar su buen estado evita la sobrecarga de consumo eléctrico.
- Desconectar los equipos que no se utilicen en la cocina.
- Ubicar el refrigerador o congelador en una zona fría, alejada del sol, permitiendo la libre circulación del aire.
- Evitar dejar abierta la puerta del refrigerador o congelador (este es el peak de consumo de estos aparatos).
- Promover el uso de termos para mantener el agua caliente por más tiempo generando un ahorro por el no uso del hervidor eléctrico.

v) Mobiliario

En este punto se debe tender a adquirir:

- Muebles y escritorios modulares adaptables a diferentes ambientes pensando en futuros cambios de espacio
- Muebles elaborados con materiales sustentables, maderas certificadas, sin adhesivos tóxicos y con un contenido de materiales reciclados en su composición
- Muebles fácilmente desmontables para, llegado el fin de su vida útil que facilite su reciclado o reutilización

vii) Otras prácticas sustentables

Pensando en las emisiones de gases de efecto invernadero y resto de contaminantes atmosféricos emitidos de manera directa por medio de los medios de transporte, deben considerarse las siguientes prácticas sustentables para mitigar este impacto originado por actividades desarrolladas en Centros de Educación Superior:

- Reducir las reuniones físicas cuando requieran un desplazamiento de los trabajadores y cuando pueden ser llevadas a cabo de manera on line. Esto permite reducir gastos de viaje así como papel al compartir de manera digitalizada la información.
- Reducir impactos por viajes mediante la reserva en hoteles a los lugares donde se desarrollarán las actividades
- Desplazamientos en transporte público a los lugares de reunión cuando sea posible.

Referencias

- Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Oficinas y Despachos. Consejería de Economía y Consumo, organización Dirección General de Industria, Energía y Minas. 2007. Disponible en: http://www.fenercom.com/pdf/publicacionesguia-de-ahorro-y-eficiencia-energetica-en-oficinas-y-despachos -fenercom.pdf
- Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Oficinas. 2008. Gobierno de España. Disponible en http://www.officinaseficientes.es/docs/guia_OFF.pdf
- 3. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. Capítulo 46 Iluminación. Disponible en http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/46.pdf
- 4. Guía práctica sobre instalaciones centralizadas de calefacción y agua caliente sanitaria (ACS) en edificios de viviendas. 2008. Gobierno de España. Disponible en http://www.uclm.es/cr/EUPIJALMADEN/aaaeupa/boletin_informativo/pdf/boletines/20/12.pdf
- 5. Guía técnica de agua caliente sanitaria central. 2010. Gobierno de España. Disponible en http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/eficienciaenergetica/rite/reconocidos/reconocidos/acs.pdf

MATERIAL DE CONSULTA

Esta guía tiene como objetivo colaborar en esta tarea, describiendo los aspectos, conceptos, procedimientos y proponiendo algunos ejercicios aplicables, que permita facilitar el diseño e implementación de medidas para el uso eficiente de la energía en las instituciones de educación superior del país.

Agencia Chilena de Eficiencia Energética

https://sustentabilidad.utem.cl/wp-content/uploads/2017/05/9.-GUÍA-DIAGNÓSTICOS-ENERGÉTICOS.pdf

Guía Mejores Técnicas Disponibles para la eficacia del recurso hídrico en instituciones de educación superior

La presente guía de mejores técnicas disponibles es una herramienta para la aplicación de prácticas sustentables para la eficacia del recurso hídrico en las instituciones de educación superior. El objetivo fundamental es presentar y difundir una selección de prácticas que permita mejorar la competitividad y el desempeño ambiental de estas instituciones.

1. MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES

Las Mejores Técnicas Disponibles son aquel conjunto de técnicas aplicadas a procesos de diversos sectores productivos que se demuestran más eficaces para alcanzar un elevado nivel de protección medioambiental, siendo a su vez aplicables en condiciones económicas y técnicas viables. A estos efectos, se entiende por:

Mejores: las técnicas más eficaces para alcanzar un alto nivel general de protección del medio ambiente en su conjunto y de la salud de las personas.

Técnicas: la tecnología utilizada, junto con la forma en que la instalación esté diseñada, construida, mantenida, explotada o paralizada

Disponibles: las técnicas desarrolladas a una escala que permita su aplicación en el contexto del correspondiente sector productivo, en condiciones económicas y técnicamente viables, tomando en consideración los costos y los beneficios, siempre que el titular pueda tener acceso a ellas en condiciones razonables.

En la Figura 1 representa un esquema simplificado del proceso de selección de MTD.



FIGURA 1: ESQUEMA DEL PROCESO DE SELECCIÓN DE MTD

En una primera fase de la selección, una técnica candidata a MTD, en comparación con otras técnicas disponibles empleadas para realizar una determinada operación o práctica, debe suponer un beneficio ambiental significativo en términos de ahorro/aprovechamiento de recursos y/o reducción del impacto ambiental producido.

Una vez superado este primer requisito, la técnica candidata a MTD deberá estar disponible en el mercado y ser además compatible con la producción según los estándares de calidad, no suponiendo un impacto significativo sobre otros medios, ni un mayor riesgo laboral o industrial (escasa productividad, complejidad, etc.).

Finalmente, una técnica no podrá considerarse MTD si resulta económicamente inviable para el sector. La adopción de MTD por parte de un productor/comercializador no supondrá un costo tal que ponga en riesgo la continuidad de la actividad. En este sentido, es conveniente recordar que la adopción o un cambio de tecnología es una inversión muy costosa, no siempre asumible debido a diversos factores. Es importante señalar que las Mejores Técnicas Disponibles no fijan valores límite de emisión ni estándares de calidad ambiental, sino que proveen medidas para prevenir o reducir las emisiones a un costo razonable. Las MTD significan, por tanto, no un límite a no sobrepasar, sino un constante propósito de mejora ambiental que puede alcanzarse por diferentes vías y que pueden utilizar otras tecnologías más apropiadas para determinada instalación o localización a las descritas como referencia.

EFICACIA DEL RECURSO HÍDRICO EN LAS INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR

I. ANTECEDENTES

La disponibilidad del agua es un aspecto público de utilidad en todo tipo de edificios y sus instalaciones. Al contrario que en las casas o áreas residenciales en dónde el tipo y cantidad de consumo se encuentra predeterminado, los campus o instituciones de educación superior son diferentes en cuanto al tipo de usuario y a la forma de distribución y uso del agua. En estos establecimientos existe una mezcla entre estudiantes, académicos, administrativos, complejos deportivos, laboratorios y cafeterías. Por otra parte, la cantidad de usuarios varía durante el año dependiendo de las actividades académicas desarrolladas.

Recurso hídrico en instituciones

El uso del recurso hídrico en instituciones de educación superior se enmarca dentro de dos aristas: El primero es de uso doméstico cotidiano como son los servicios administrativos como por ejemplo, casinos, servicios higiénicos y con fines de riego en la mantención del paisaje interno del campus. El segundo considera el uso de agua en actividades académicas, como es el caso de laboratorios, talleres y así mismo como el mantenimiento de zonas de deporte. El uso eficiente del recurso hídrico tiene las siguientes características:

- a) Permite la reducción de consumo de agua, lo que permitiría una optimización del uso del recurso hídrico disponible.
- b) Reduce el volumen de recurso hídrico que se necesita ser potabilizado para el uso de las actividades del campus.
- c) Minimiza la cantidad de agua que iría directamente a las plantas de tratamiento.

2. NORMATIVA APLICABLE

TEXTO NORMATIVO	MATERIA REGULADA	APLICACIÓN Y/O CUMPLIMIENTO
Decreto Supremo Nº 11/1984, del Minsal	Oficializa Norma Chilena №409 para Calidad de Agua Potable	Aplica a todas las fuentes de agua disponibles que abastezcan a las instalaciones
NCh. N° 1333/1978	Norma Chilena sobre requisitos de calidad del agua para diferentes usos.	Aplica a todas las aguas descargadas dentro de las instalaciones.
D.S. N°609/1998 del Ministerio de Salud	Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos industriales líquidos a sistemas de alcantarillado	En las instalaciones donde se realicen descargas que están por encima de la norma, deberán ser tratados como RILes para su posterior descarga.
D.S. №50/2003 del Ministerio de Obras Públicas	Reglamento de instalaciones domiciliarias de Agua Potable y de Alcantarillado	Aplicable a las instalaciones sanitarias dispuestas en las oficinas, salas de computación y bibliotecas.
Decreto Supremo Nº 594/1999 Ministerio de Salud, modificado por el Decreto Supremo Nº 201/2001	Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas de los Lugares de Trabajo.	Aplica a oficinas, bibliotecas y salas de computación como lugares de trabajo

Los Establecimientos de Educación Superior, deben saber cómo manejar el sistema oferta/demanda del recurso agua debido a que éste tiene una aplicación transversal a la mayoría de las actividades académicas y porque su uso indiscriminado genera un serio impacto en el medio ambiente. Para este análisis, se deben considerar aspectos como cuánta agua se está utilizando, cómo se distribuye y se usa, y de dónde ésta proviene. De dónde se refiere a la oferta de agua, mientras que el cuánta y cómo considera por su parte la demanda del agua por parte del establecimiento.

Por otro lado, para estudiar la oferta, se debe considerar las empresas distribuidoras, si la institución posee pozos o acceso a ríos o similares y la disponibilidad de aguas lluvias. Al contrario, para estudiar la demanda, se debe considerar su uso en irrigación de jardines, mantención de las dependencias para limpieza y sistemas de higiene, y en prácticas de laboratorio y otras académicas.

Los enfoques de gestión administrativa, tales como: la detección periódica de fugas y su reparación oportuna, así como la revisión frecuente del estado físico de medidores, tuberías y dispositivos, son bastante efectivos para mantener bajo el nivel de pérdidas (2). En la Figura 2 se presenta la relación entre las distintas herramientas o prácticas frente a la reducción del consumo de agua (2). Esta imagen indica que, si bien hay prácticas que deben ser implementadas en conjunto para su máxima efectividad, también hay un componente humano/social que debe ser considerado. La reducción en el uso, así como el reuso/reciclaje y la toma de conciencia, son los factores claves en la minimización del uso de este recurso.



Figura 2: Relación entre las herramientas de ahorro y el consumo de agua.

Según el levantamiento de información entregado en el Informe de Diagnóstico de APL Campus Sustentable, el mayor uso de agua considera el riego de aguas verdes, lavado de material de laboratorio, generación de agua para laboratorio y servicios higiénicos (baños, lavabos, y duchas). En la Tabla 1 se presenta la identificación de los mayores consumos de agua, mientras que en la Tabla 2 se presenta el detalle sectorizado del nivel de implementación de las prácticas eficientes identificadas en el sector. Como indicadores del sector, se calculó un consumo total de 1,8 millones de m3 al año 2010, mientras que el consumo individual fue de 17 m3/pp. Si bien diversas instituciones cuentan con estrategias para lograr sustentabilidad de sus procesos, en particular en cuanto al uso eficiente del agua, éstas han sido implementadas en sólo el 57% de los establecimientos encuestados según el Informe de Diagnóstico Sectorial de Campus Sustentable.

Sin embargo, ninguna institución se ha planteado metas de reducción ni mantienen el seguimiento de indicadores.

Tabla 1: Identificación de los mayores consumos de agua en los Establecimientos de Educación Superior.

% DE INSTALACIONES QUE LO INDICA
58%
35%
23%
12%
4%
4%
4%

Fuente. Informe de Diagnóstico APL Campus Sustentable

Tabla 2: Nivel de implementación de las prácticas eficientes identificadas en el sector.

Ítem	Buena práctica % de c	ampus con implementación
Servicios higiénicos	Estanque WC con volumen reducido y corte rápido Urinarios secos Urinarios con pulsador	62% 4% 4%
Laboratorio	Lavado instrumental con agua a presión Generación de agua para el laboratorio por osmosis	4% 12%
General	Llave cisne para evitar pérdidas en el llenado de botellas Cambio de llave con temporizador Llave con monomando Mantención preventiva diaria Implementación de medidores específicos Recirculación o reuso de agua Ablandadores para el agua del edificio	4% 62% 27% 42% 19% 4%
Riego	Uso de agua a presión en jardines Riego manual con aspersores Riego automatizado con control de horario Riego sectorizado o por horario	4% 4% 4% 4%

Fuente. Informe de Diagnóstico APL Campus Sustentable

Indicadores de medición

En general, los establecimientos llevan una cuenta del agua consumida mediante las cuentas pagadas a terceros, pero no existe un conocimiento de cómo ésta se distribuye en el campus. Esto se hace necesario en la medida que las distintas estrategias de ahorro se deben poner en práctica, ya que de esta manera, se sabrá el real impacto de estas medidas sobre el consumo y uso del agua dentro de las dependencias.

Los indicadores identificados como apropiados y derivados del análisis de la información recopilada, para el seguimiento del uso del recurso agua son:

- 1) Uso de agua total en el campus (unidad de volumen por tiempo, unidad de volumen por persona).
- 2) Identificación del porcentaje de uso del agua en las diferentes actividades (% por actividad).
- 3) Intensidad del uso del agua como medida de eficiencia (unidad de volumen por unidad de área).
- 4) Porcentaje de uso de agua proveniente de fuentes externas al servicio contratado.
- 5) Porcentaje de uso de agua proveniente de fuentes internas (captación de aguas, agua reutilizada) para cada actividad.

Para la correcta medida de estos indicadores, se debe considerar el crecimiento del campus en los cálculos de uso de agua, las precipitaciones anuales, la evapotranspiración, la eficiencia de recolección (en caso de tener captación de aguas lluvias) y otras pérdidas por factores relacionados con el clima.

3. MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES PARA LA EFICIENCIA DEL USO DEL RECURSO HÍDRICO

Las Mejores Técnicas Disponibles prácticas para mejorar la eficacia del recurso hídrico, son aquellas que permiten optimizar el manejo del agua en las instituciones educación superior. Los principales beneficios ambientales, económicos y sociales para las instituciones de educación superior son las que se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3: Beneficio ambiental, económico y social de la implementación de medidas de eficiencia del uso del agua.

BENEFICIO AMBIENTAL

Reducción del uso del recurso agua

Reducción en la generación de aguas residuales

BENEFICIO ECONOMICO

Ahorro en los costos de cuentas de aqua.

Ahorro en el tratamiento de las aguas residuales previo a su reutilización y/o disposición

BENEFICIO SOCIAL

Externalidad positiva del concepto de la sustentabilidad en funcionarios, académicos y estudiantes,

Las prácticas descritas a continuación pueden ser implementadas de manera individual o de manera conjunta, dependiendo de la necesidad de la Institución de Educación Superior:

- MTD 1: CUBIERTAS DE PROTECCIÓN PARA SISTEMAS DE ALCANTARILLA Y DESAGÜES
- MTD 2: SISTEMAS AHORRADORES DE AGUA
- MTD 3: MEDIDOR DE CAUDAL PARA MONITOREO EN EL CONSUMO DEL RECURSO HÍDRICO.
- MTD 5: RECOLECCIÓN Y REUTILIZACIÓN DE AGUA LLUVIAS PARA LAVADO Y RIEGO.
- MTD 6: RECOLECCIÓN SELECTIVA DE AGUAS RESIDUALES.
- MTD 7: MONITOREO EN LA CONTAMINACIÓN DE LOS VERTIDOS DE AGUAS RESIDUALES.
- MTD 8: XERIPAISAJISMO

MTD 1: CUBIERTAS DE PROTECCIÓN PARA SISTEMAS DE ALCANTARILLA Y DESAGÜES

DESCRIPCIÓN







Se refiere a protección de las zonas donde se vierten las corrientes líquidas de baja contaminación al alcantarillado utilizando una rejilla o techumbre que cumple la función del bloquear el paso de elementos que obstruyan las cañerías y ensucien el agua, como hojas o basura.

Cubiertas sólidas. Una tapa de alcantarilla sólida encaja dentro del propio canal, permitiendo que sólo el agua entre en el canal de los lados. Generalmente se usa en las afueras de las instalaciones. Hojas y otros tipos de desechos no serán capaces de entrar en la cuneta y se caen los lados de la misma. Para la protección dentro de las instalaciones, se utilizan dispositivos que cubren los desagües puntuales. Están hechos de metal o PVC y son resistentes a la humedad, la temperatura y a la corrosión con un debido acabado y cuidado.

Malla o pantalla de cubierta. Estas cubiertas son insertas dentro de la cuneta. Cualquier cosa lo suficientemente pequeña para caber a través de la malla se caerá en la cuneta. Sin embargo, son una protección adecuada frente a hojas y la suciedad de gran tamaño. Esta es probablemente una de las formas más costo-eficaces para proteger un canal de los residuos sólidos.

Filtros de canal - similar a la espuma, este tipo de protección sólo permite que entre agua en la cuneta, mientras que los residuos sólidos se quedan en la parte superior. Se instalan directamente en la parte superior de la cuneta.

También se pueden utilizar cubiertas reutilizables para sellar temporalmente las ranuras de los desagües en caso de un derrame para prevenir que los líquidos contaminantes entren en un alcantarillado. Se fabrican de material duro, flexible, no absorbente que le da una resistencia a la rotura además de ser muy duradero. Se adhiere bien en corrientes de agua y en zonas inundadas. Son resistentes a los hidrocarburos, al agua y a la mayoría de productos químicos. Se puede lavar con una solución de agua y jabón para ser reutilizado posteriormente l

1 http://www.waterfire.es/cubierta-ligera-para-alcantarilla-reutilizable-adr_prod414

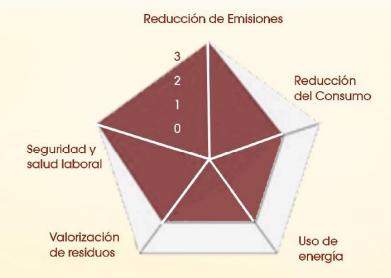
BUENAS PRACTICAS ASOCIADAS

- Evitar desechar residuos a la alcantarilla o alrededores.
- Prevenir derrames de líquidos y sólidos durante la manipulación, experimentación o traslado de compuestos contaminantes.

BENEFICIOS AMBIENTALES

BRECHA

Minimiza la contaminación de las aguas vertidas al alcantarillado



VENTAJAS	DESVENTAJAS
Son adaptables a distintas situaciones	No posee desventajas directas.
Su implementación es de corto plazo	Su implementación requiere consideraciones puntuales para cada tipo de descarga, en cuanto a la incompatibilidad del material frente al vertido.

APLICABILIDAD

Se puede utilizar en todo laboratorio o taller afín.

COSTOS Y AHORROS ASOCIADOS

Considera el costo de las rejillas. Se pueden obtener rejillas de PVC con costos entre \$690 y \$790 para desagües pequeños (10 x 10 a 15 x 15 cm). Las mallas de cubierta pueden ser de plástico, con valores de \$17.790 los 5 m (20 x 20 mm)2

El costo de las cubiertas reutilizables se encuentre entre \$50.000 a \$100.000 dependiendo del material y tamaño. Estos costos son estimados para cubiertas de 46 x 46 x 1,5 cm2 y de poliuretano ³.

En caso de involucrar obras civiles en la construcción de nuevas alcantarillas, el costo asciende a 10 UF por metro cuadrado.

*(Los costos se refieren al 1 ° de Julio 2013, con valor de UF de \$22.852,67. Consultado en http://www.sii.cl/pagina/valores/uf/uf2013.htm)

CASO PRÁCTICO

Por lo general, los talleres y laboratorios cuentan con desagües que derivan al alcantarillado, por lo que cualquier derrame de líquidos o sólidos al suelo puede contaminar con material peligroso las aguas residuales.

En caso de derrame, el desagüe es cubierto de manera inmediata con protectores impermeables que evitan que la sustancia se vierta al alcantarillado. Mediante protocolos seguros y específicos para el material derramado, éste es limpiado, recuperado y entregado para su retiro por terceros.

El material impermeable se recoge bajo medidas de seguridad apropiadas, se limpia y se puede volver a reutilizar. Es importante que esta cobertura se encuentre en un sitio específico del recinto, de fácil acceso y conocido por todos los usuarios.

2 www.easy.cl. Precios a Julio 2013 3 http://www.waterfire.es. Precios a Julio 2013

MTD 2: SISTEMAS AHORRADORES DE AGUA

DESCRIPCIÓN



Los ahorradores de agua permiten una reducción importante en el consumo final de agua, lo que beneficia directamente al ambiente y la economía de las instituciones de educación superior. Estos dispositivos son colocados principalmente en llaves, duchas, lavaderos, grifos, inodoros, y sistemas de regadío. Se clasifican en Reguladores de Presión y Mecanismos para grifos y duchas (3):

Reguladores de presión. Sirven para garantizar la presión adecuada en cada alzada o nivel topográfico de entrada del agua a los edificios y construcciones. Es recomendable limitar la salida de agua potable con una presión máxima de dos kilogramos y medio por centímetro cuadrado (2,5 kg/cm2) durante todos los meses del año en cada vivienda o en los pisos más altos de los edificios con varias plantas.

Mecanismos para grifos y duchas. Los reductores de caudal son sistemas que permiten regular o reducir el caudal de agua, de manera que para una presión de 2,5 kg/cm2 tengan los grifos un caudal máximo de 8 L/min y las duchas un caudal máximo de 10 L/min. Además, los grifos de uso público pueden disponer de temporizadores u otros mecanismos de cierre automático que dosifican el consumo de agua limitando las descargas a un máximo de 0,5 L de agua por uso. A continuación se presentan los dispositivos y sus características principales (3).

DISPOSITIVO	DESCRIPCION
Perlizadores	Se incorporan a la grifería existente y reducen drásticamente el consumo de agua y la energía empleada en su calentamiento. Su funcionamiento es la mezcla de aire y agua por efecto de la presión produciendo un chorro de agua suave sin salpicaduras. Los dispositivo funcionan incorporar aire para aumentar la velocidad controlando la salida mínima de agua con mayor presión. Se consigue un ahorro de agua y de energía empleada en su calentamiento entre un 43-649 sobre las griferías tradicionales. Se fabrican con flujo regular o constante caudales de 5 - 8 L/min, con rosca interna o externa. La instalación de estas revolucionarias plezas no necesita obras adicionales. En lavabos y otra grifería basta con sustituir el filtro existente por el perlizador.
Reductores volumétricos de caudal	Los reductores volumétricos de caudal para duchas están diseñados para duchas que no posean una función economizadora. Se fabricar en caudales de 5 – 12 L/min, giratorios o fijos se colocan entre el grifor y el flexo. Se consigue un ahorro de agua y de energía empleada en su calentamiento entre 25 – 69%. A diferencia de los limitadores o reductores de caudal de flujo constante, éstos son sensibles a variaciones de presión.
Duchas ecológicas	Duchas de altísima calidad, producen una lluvia ecológica a través de los difusores finísimos de alta presión que ofrecen una ducha mu confortable y relajante. Se fabrican para caudales de 8 ó 10 L/min enlace fijo o giratorio. El ahorro de agua y de energía empleado para calentarla varía entre 38 - 50%, independientemente de la presión de servicio.
Mecanismos para cisternas	El ahorro de agua en cisternas, es de dos tipos, un mecanismo de descarga de doble pulsador y otro de descarga por contrapesos Permiten realizar dos descargas, una parcial y otra total, regulando las mismas desde 2 a 12 L. Generan un ahorro de agua entre 40 - 70%
Válvulas de seguridad	Son dispositivos cuyo objeto es vaciar el contenido del agua retenido en la tubería del flexo de ducha, tras el uso. Tienen la opción de integrar un limitador de caudal de 8 ó 10 L/min. Destacan por su construcción robusta y fabricación con materia es de alta calidad.
Grifería temporizada	Las griferías temporizadas son aquellas que se accionan pulsando un botón dejando salir el agua por un tiempo determinado, transcurrida el cual se cierran automáticamente. En edificios, la reducción en e consumo se estima entre un 30 y un 40%. Calibrar en todos los grifos el caudal y tiempo de apertura y no menos relevante un adecuado mantenimiento que garantice su buen funcionamiento. Se estima que un caudal de entre 6 y 8 L/min durante 6-9 segundos es ideal para su uso
Grifería electrónica	Dentro de las opciones de grifería de cierre automático, las de tipo electrónico son las que ofrecen las máximas prestaciones desde e punto de vista de la higiene y el ahorro de agua. La apertura se activa cuando se colocan las manos bajo el caño de salida de agua Mientras el usuario tiene las manos en posición de demanda de agua el flujo permanece constante, interrumpiéndose inmediatamente en el momento de retirar las manos. Se fabrican con flujo regular o constante, caudales de 5 - 8 L/min, con rosca interna o externa. La instalación de estas revolucionarias piezas no necesita obras adicionales. En lavabos y otra grifería basta con sustituir el filtra existente por el perlizador

A continuación se entrega a modo de resumen, la siguiente tabla con los dispositivos identificados como más convenientes para su uso en el ahorro por consumo de agua.

Tipo de instalación	Máximo exigido	Mejor tecnología disponible
Llaves	Caudal entre 6 y 8 L/min	Sistema apertura en frío. Apertura escalonada
Llave de uso público	Temporizador de caudal	Llave electrónica con caudal regulado a 6 L/mln.
Duchas	Temporizador y rociador economizador. Caudal máximo 10 L/min	Temporizador con posibilidad de paro voluntario y rociador economizador. Caudal máximo 10 L/min.
Excusados	Estanque con interruptor de descarga simple	Estanque con doble accionado de descarga. Volumen máximo de descarga 3 o 6 L.
Urinarios	Temporizador con descarga máxima de 1 L/min	Célula óptico-electrónica individual para cada urinario (descarga máx. 1 L)

BUENAS PRÁCTICAS ASOCIADAS

- Realizar una mantención periódica de los sistemas de grifería al interior de la instalación.
- Monitorear la calidad de las aguas en cuanto su dureza, ya que estos repercute directamente en el desempeño de los ahorradores. Considerar de ser posible, algún tipo de pretratamiento antes que el agua sea distribuida.
- Reducir el consumo de agua al mínimo cerrando las válvulas cuando no estén en uso

CONDICIONES DE USO

No hay un requerimiento específico para implementar los dispositivos ahorradores de agua. Se necesita tener las medidas de los diámetros o la medida nominal de la rosca y el paso del hilo de los equipos que se les incluirá este sistema. Para una mejor optimización del recurso hídrico es necesario conocer la presión del flujo que se tiene, además del rango de temperatura del agua. A continuación se presentan condiciones específicas para los distintos tipos de ahorradores de agua de acuerdo a su tipo (1,8,9):

Perlizadores: Se recomienda que los aireadores se utilicen para agua fría, ya que con agua caliente existe la posibilidad de que retorne. Con el retorno, el agua fría y caliente se mezclan en la tubería y esto provoca menos presión. La solución es instalar válvulas antirretorno.

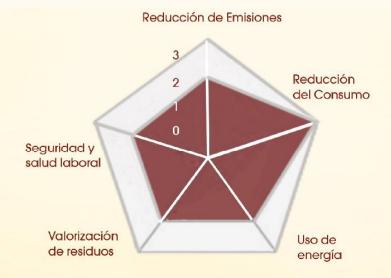
Duchas: En algunos casos, la distancia del calentador puede influir en una pérdida de temperatura. En el caso de que instalemos reductores o mangos de ducha economizadores, es necesario que el flexor sea de resistencia alta, ya que la presión retenida en el mango y en el flexor lo podría deteriorar.

Cisternas: Si se desconoce que hay disponibilidad de descarga de 3 y 6 litros, se pueden accionar los dos dispositivos e incrementarla en 9 litros.

Reguladores de presión: La instalación requiere de una presión mínima indicada por el fabricante para que estos funcionen correctamente. Por lo tanto, deberemos regular la presión según las indicaciones del fabricante.

La vida útil de los dispositivos es de aproximadamente 10 años. Se indica que el mantenimiento de estos dispositivos (para grifos, duchas o sanitarios) son mínimas y similares a las griferías normales. En caso de tratar con aguas muy duras, se recomienda una mantención periódica para remover la cal del interior de los dispositivos. La mantención se puede hacer con soluciones comerciales o con una solución de agua y vinagre. La mantención no requiere costo extra ya que se basa en el monitoreo del cerrado o vertido adecuado para evitar fugas, revisar gomas de cierre y engrasar junturas (1,3).

Reduce el consumo y, por tanto, el vertido de agua a la alcantarilla, provocando un beneficio tanto ambiental como económico.



VENTAJAS

- · Entregan caudales abundante de gran confort, suave al tacto.
- · Reducción del recurso hídrico entre un 25 a 70%
- · Dispositivos silenciosos, no adhieren ruidos extras a las tuberías.

DESVENTAJAS

- · inversión tecnológica
- · Necesidad de implementación en cada una de las unidades de salida de aguas

APLICABILIDAD

· Se puede utilizar en todo laboratorio o taller afín en que se considere el uso de agua desde tuberías.

COSTOS Y AHORROS ASOCIADOS

 La instalación de un sistema ahorrador de agua, no requiere tanta complejidad por lo que los gastos operaciones relacionados a esta actividad pueden ser cubiertos por los funcionarios de la misma Institución de educación superior. Los costos varían de acuerdo al sistema a implementar.

A continuación se presentan ejemplos de costos para cada caso:

Dispositivo	Costo*	Fuente
Perlizadores	\$2.000 - \$.4000	http://www.easy.cl/ - http://www.nibsa.cl/
Limitadores de caudal	\$2.000 - \$4.000	http://www.ahorraragua.org/catalogo/ducha.html
Reductores volumétricos	\$4.500 - \$7.500	http://www.aguaflux.es/Ahorrar-agua-ducha
de caudal		http://www.latiendadelahorrodeagua.com
Duchas ecológicas	\$11.000 - \$45.000	http://www.nibsa.cl/
		http://www.latiendadelahorrodeagua.com
		http://www.laboutiquedelhogar.es
Mecanismos para	\$6.000 - \$15.000	http://www.latiendadelahorrodeagua.com
cisternas		http://www.gduran.com
Válvulas de seguridad	\$6.000 - \$18.000	http://www.latiendadelahorrodeagua.com

^{*}Precios a Julio 2013

CASO PRÁCTICO

Se considera un laboratorio o taller pequeño que cuente con dos griferías para lavado de material. La implementación de ahorradores de agua no involucra costo de mano de obra especializada por lo que su implementación es sencilla e inmediata. Para determinar el beneficio de la implementación de ahorradores de agua en una instalación pequeña se harán las siguientes consideraciones:

- · Caudal de agua en la grifería tradicional: 12 L/min
- · Caudal en la grifería con ahorrador: 8 L/min
- · Costo del agua potable: \$0,3/L4
- · Costo del tratamiento de alcantarillado: \$0,4/L4
- · Tiempo de lavado: 20 min.
- · Números de lavado al día: 4.
- · Días de uso de la Instalación a la semana: 5.
- · Meses de trabajo al año: 10.
- · Costo del ahorrador de agua: \$6.000 (suponiendo recambio anual de uno de los ahorradores por desgaste debido a uso intensivo).
- · Como ejemplo de cálculo, para el ahorro en el consumo de agua se tiene que:
- · Consumo de agua en la grifería tradicional: 12 x 20 = 240 L/lavado.
- · Consumo de agua en la grifería con ahorrador: 8 x 20 = 160 L/lavado.
- · Ahorro en el consumo de agua potable: 80 L/lavado.
- · Ahorro anual en el consumo de agua potable: 80 x 4 x 4 x 5 x 10 = 64.000 L/año.
- · Ahorro económico en el consumo de agua por grifería: 64.000 x 0,3 = \$19.200/año (0,84 UF/año).
- · Ganancia neta anual por ambas griferías en consumo de agua: \$19,200 x 2 \$6,000 = \$32,400 (1,42 UF/año).
- · Ganancia por disminución en el tratamiento de las aguas residuales: 64.000 x 0,4 x 2 = \$51.200 (2,24 UF/año).
- · Ganancia total anual para un laboratorio o taller pequeño que cuente con dos griferías de uso constante: \$51.200 + \$32.400 = \$83.600 (3,36 UF/año).

MTD 3: MEDIDOR DE CAUDAL PARA MONITOREO EN EL CONSUMO DEL RECURSO HÍDRICO.

DESCRIPCIÓN



Un caudalímetro es un instrumento de medida para la medición de caudal o gasto volumétrico de un fluido o para la medición del gasto másico. Estos aparatos suelen colocarse en línea con la tubería que transporta el fluido. También suelen llamarse medidores de caudal, medidores de flujo o flujómetros. Su uso permite la identificación de las actividades que generan consumos del agua, además se incluyen las fuentes de aguas y los sistemas a los cuales se vierten. Existen distintos tipos de caudalímetro de acuerdo a su sistema de funcionamiento, los cuales se pueden agrupar de la siguiente manera:

Grupo	Descripción	Grupo	Descripción
1	Convencionales de presión diferencial	7	Ultrasónicos
2	Otros tipos de presión diferencial	8	Másicos directos e indirectos
3	De desplazamiento positivo	9	Térmicos
4	Inferenciales	10	Otros para fluidos en ductos cerrados
5	Oscilatorios para fluidos	11	Para sólidos
6	Electromagnéticos	12	De canal abierto

Para la selección de un medidor de flujo se debe tomar en cuenta su aplicación y su desempeño. Las necesidades de una aplicación específica constituyen el primer conjunto de criterios a examinar. El tipo de líquido y la viscosidad son parámetros fundamentales, también la aplicación de acuerdo a los diámetros de los dispositivos, restricciones de la instalación y ambientales. Por otra parte, los requerimientos de desempeño son relativamente sencillos y reflejan la calidad de la medición y las necesidades para el control del sistema. De manera particular, se consideran los siguientes parámetros en la elección de un caudalímetro:

- Tipo de fluido (líquido, sólido o gas) y sus características (temperatura, densidad, viscosidad, limpieza).
- Presión/Temperatura/Caudal máximo y mínima en la tubería.
- Presión máxima y mínima en la tubería.
- Necesidad de un indicador local o de salida de señal electrónica.
- Compatibilidad del fluido y del equipo.
- · Tamaño de la tubería.

Si bien, en este documento se consideran para la monitorización del recurso hídrico, el seguimiento de los fluidos en las distintas actividades y procesos, permite la identificación de los puntos críticos donde es posible ejercer medidas de ahorro y verificar la eficiencia de las medidas de ahorro adoptadas en la instalación. El contraste de los flujos monitoreados frente a los consumos globales indicados por los proveedores (cuando se trate del agua potable), permite monitorear el estado de los sistemas de distribución del agua y la efectividad del tipo y frecuencia de las mantenciones.

BUENAS PRÁCTICAS ASOCIADAS

- Comparar los flujos monitoreados frente a los consumos globales indicados en las cuentas de agua.
- Realizar mantención preventiva de los sistemas de tuberías asociadas a la distribución de las aguas.

CONDICIONES DE USO

A modo general, se debe conocer si hay campos de vibración o magnéticos presentes o posibles en la zona a monitorear. Esto puede afectar la lectura del medidor.

Evitar las fluctuaciones y contaminación en los flujos de aguas ya que muchas condiciones pueden influir en el tiempo de vida útil o la exactitud de los caudalímetros: productos abrasivos, suciedad en los electrodos, efectos debidos a cambios de temperaturas, vibraciones, productos químicos agresivos, etc.

Es importante asegurarse de que no se produzca cavitación, porque afectaría a la oscilación del tubo de medición. También es importante cerciorarse de que los gases que se originan de forma natural no se acumulen. Estos efectos pueden evitarse si la presión del sistema es lo suficientemente alta. Por estos motivos, se deben instalar en tramos rectos de las cañerías y preferirse las siguientes ubicaciones de instalación:

- Corriente aguas abajo de las bombas (no hay riesgo de vacío)
- En el punto más bajo de una tubería vertical

Antes de especificar un medidor de flujo, también es aconsejable determinar si el flujo de información será más útil si se presenta en masa o unidades volumétricas. Cuando se mide el flujo de materiales compresibles, el flujo volumétrico no es muy significativo a menos que la densidad (y algunas veces también la viscosidad) sea constante. Cuando la velocidad (flujo volumétrico) de líquidos incompresibles es medida, la presencia de burbujas en suspensión provocará error, por lo tanto, el aire y el gas debe eliminarse antes de que el fluido alcance el medidor. En otros sensores de velocidad, los revestimientos de tuberías puede causar problemas (ultrasonidos), o el medidor puede dejar de funcionar si el número de Reynolds es demasiado bajo. En la siguiente tabla se presenta una guía para la selección de caudalímetros tanto para flujos de agua corriente como de fluidos de proceso, a fin de permitir nuevas oportunidades de identificación de posibilidades de ahorro dentro de la instalación (adaptado de 7).

Grupo	Tipo dispositivo	Про de líquido ABCDEFGH	Rango Temp. (°C)	P. máx (bar)	Línea (mm)
1	Orificio		< 650	400	8 a 1.100
	Venturi		< 650	400	
	Boquilla	• • • • •	< 650	400	
2	Área variable	• • † •	-80 a 400	700	1 a 10.000
	De blanco (target)	• †	- 40 a 120	100	
	Pitot promediante	• • • • ‡ •	< 540	400	
3	Paleta deslizante		< 650	100	5 a 700
	Ruedas ovaladas	•• † † • •	-30 a 200	100	
	Pistón giratorio	• ‡ • • •	-15 a 290	170	
4	Turbina	• • † • ‡ • •	-268 a 530	3500	5 a 10.000
	Pelton		-225 a 530	3500	
	Medidor mecánico	•	-25 a 200	600	
	Turbina de inserción		-50 a 430	70	
5	Vórtex		-200 a 430	260	12 a 10.000
	Tipo Coanda	•	-40 a 110	100	
	Vórtex inserción	• • • ‡ ‡ ‡	-30 a 150	70	
6	Electromagnético	••••	-60 a 200	300	5 a 3.000
	Electromag, inserción	• • • ‡ •	5 a 25	20	
7	Doppler	• ‡‡† ‡	-20 a 110	_	5 a 10.000
	Tiempo tránsito	• ‡ • • † ‡ † •	-200 a 250	200	
8	Coriolis		-240 a 400	390	2 a 150
	Rotor torsión	•	-240 a 350	400	
9	Anemómetro	• ‡‡†	200 a 400	20	2 a 600
	De masa térmica	t	0 a 100	300	
10	Trazador		Sin dato	Sin dato	1 a 1.000
	Láser	• ‡‡	Sin dato	_	

NOMENCLATURA

- Adecuado, por lo general aplicable.
- **‡** Merece considerarse, algunas veces aplicable.
- † Merece considerarse, disponibilidad limitada o costoso.

El espacio en blanco indica no adecuado o no aplicable.

- A. Líquidos en general (< 50 cP)
- B. Flujos reducidos de líquidos (< 2 L/min)
- C. Grandes flujos de líquido (>1000 m3/h)
- D. Grandes tuberías con agua (> 500 mm diam.)
- E. Líquidos calientes (> 200 °C)
- F. Líquidos viscosos (> 50 cP)
- G. Líquidos criogénicos

Reduce el consumo de agua y permite su correcta gestión enfocada en el ahorro y sustentabilidad.



VENTAJAS

- · Permite determinar puntos de ahorro en el consumo de agua
- · Su implementación es relativamente fácil y rápida, dependiendo del número de dispositivos y del lugar de monitoreo.

DESVENTAJAS

- Se debe invertir tiempo en la evaluación completa en el tipo de fluido, condiciones de operación y del diseño de la instalación en general.
- · Se debe revisar de manera periódica el inventario generado, en especial cuando se incluyen, modifican o eliminan actividades en la instalación.

APLICABILIDAD

· Aplicable a toda instalación que cuente con sistemas de distribución de aguas

COSTOS Y AHORROS ASOCIADOS

Las evaluaciones de costo pueden ser subjetivas y tienden a concentrarse en los costos iniciales de compra, despreciándose los gastos a largo plazo. El costo de compra e instalación son fáciles de obtener de proveedores. Los costos de mantenimiento y operacionales son más difíciles de definir y a veces se los pasa por alto, aunque pueden ser importantes. Los costos de mantenimiento incluyen costos de recalibración y reparación mientras que los costos operacionales incluyen, por ej., los costos de bombeo relacionados con la pérdida permanente de presión del instrumento.

Los caudalímetros tradicionales para medición de agua potable (40°C, presión máx 16 bar, 1/2"), cuestan alrededor de \$30.000 por unidad. Un caudalímetro similar con transmisión magnética directa, tiene un costo aproximado de \$85.0005. Para la evaluación de las distintas opciones de caudalímetros se entrega la siguiente información (la puntuación corresponde a 1 como nivel bajo y a 5 como nivel alto):

5 http://www.easy.cl/easy/SearchItemDisplay?tipoSel=C&id=6107&esGE=%7BesGE%7D&patronOriginal=medidor. Precios consultados a Julio 2013

	Tipo dispositivo	Costos Instalación	Calibración	Operación	Mantenimiento	Repuestos
1	Orificio	2/4	1	3	2	1
	Venturi	4	1/4	2	3	3
	Boquilla	3	3	2	3	2
2	Área variable	1/3	2	2	1	1
	De blanco (target)	3	3	2	3	3
	Pitot promediante	2	3	2	2	2
3	Paleta deslizante	3	5	4	4	5
	Ruedas ovaladas	3	4	4	4	5
	Pistón giratorio	3	3	3	3	4
4	Turbina	3	4	3	4	4
	Pelton	4	3	3	4	3
	Medidor mecánico	3	2	2	3	3
	Turbina de inserción	2	3	2	2	3
5	Vórtex	3	3	3	3	3
	Tipo Coanda	3	4	3	3	3
	Vórtex de inserción	2	3	2	3	3
6	Electromagnético	3	3	1	3	3
	Electromag. inserción	2	3	2	3	2
7	Doppler	1/3	1	1	3	2
	Tiempo tránsito	1/3	3	1	3	2
8	Coriolis	3	4	4	3	3
	Rotor de torsión	3	3	3	3	3
9	Anemómetro	3	2	1	3	3
	De masa térmica	3	4	2	4	3
10	Trazador	2		4	2	4
	Láser	5		4	5	5

CASO PRÁCTICO

El uso de caudalímetros para cada actividad permite generar un inventario de la instalación, determinar cuáles son las actividades de mayor consumo de agua, y permite identificar las posibles oportunidades de ahorro en el consumo de agua.

Se considerará como ejemplo una instalación donde se realicen las siguientes actividades: riego, lavado de vehículos y talleres o laboratorios que incluyan lavado de material o consumo de agua para experimentación. El esquema se puede considerar como el siguiente:



Para esto se necesita que las tuberías desde donde se distribuye finalmente el agua para cada actividad debe contar con caudalímetros estableciéndose una frecuencia de monitoreo tal, que permita determinar el gasto de agua, en este caso potable, para cada actividad. De esta forma se generan fichas mensuales que conforman el inventario del consumo de agua potable. Esta información es recogida en planillas que indiquen el consumo mensual puntual por actividad y el global (la suma de las actividades), a fin de comparar con las boletas mensuales de agua potable. Un ejemplo de estas fichas se presenta a continuación:

Fecha	Actividad	n° de	Lectura	Observaciones	Firma	
		equipo			encargado	
27/01/13	metalurgia	1	15	Operación normal	JP	
28/01/13	química	2	3	Corrosión leve	LM	_
"	n	3	3	Op. Normal	LM —	

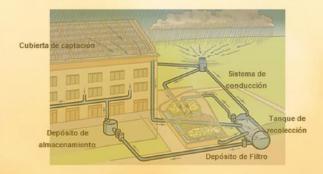
Actividad:	Taller de	Taller de metalurgia		Laboratorio de química		Sala de lavado		
Fecha	Lectura (m3)	Consumo acumulado (m3)	Lectura (m3)	Consumo acumulado (m3)	Lectura (m3)	Consumo acumulado (m3)	Consumo total instalación (m3)	Lectura bol eta (m3)
28-ene-13	15	15	6	6	45	45	66	93
28-02-2013	24	39	9	15	34	79	67	68
28-mar-13	21	60	12	27	29	108	62	34
28-abr-13							0	

Es posible que exista fuga en los sistemas de distribución antes del caudalímetro. Se recomienda revisión de fallas en las tuberías

Es posible que los caudalímetros estén mal calibrados. Se recomienda mantención del equipo

MTD 5: RECOLECCIÓN Y REUTILIZACIÓN DE AGUA LLUVIAS PARA LAVADO Y RIEGO.

DESCRIPCIÓN



La recolección y utilización de aguas lluvias no son comunes en los sectores productivos de Chile, debido a que la inversión es alta en comparación a la instalación de dispositivos ahorradores de agua. A pesar de esto, el captar y reutilizar el recurso hídrico nos permite aprovechar un recurso tan importante como el agua. Uno de los criterios más relevante es conocer la pluvlometría y el clima de la zona, para poder dimensionar el depósito acumulador (4).

Los sistemas de recolección de agua lluvia en su mayoría se instalan en los techos a través de sistemas que permitan trasladar este recurso a través de tuberías y ser almacenados en tanques. Generalmente estos sistemas son usados en actividades académicas como la mantención de canchas, jardines y exteriores de las instituciones de educación superior. El diseño básico de un sistema de recolección y captador de agua consta de los siguientes pasos:

Captación: Utiliza la superficie del techo (o de la losa en caso de captación a ras de suelo) del recinto donde se recolecta el agua de lluvia; el techo debe ser de preferencia: teja cerámica, calamina o zinc. El material empleado en el techo (o suelo) del edificio va a determinar la calidad del agua recogida, principalmente debido a su porosidad.

Recolección/Conducción: Este sistema tiene como función la recolección del recurso hídrico y canalización a un depósito de almacenamiento inicial. Antes de este sistema se recomienda colocar un tamiz que impida la entrada de hojas y basura sólida.

Depósito interceptor: Es un tanque instalado en la parte inferior del bajante, en donde se recolecta el agua cruda que puede ser utilizada en este punto para el aseo de baños, pisos y otros usos diferentes al consumo humano.

Depósito filtro de arena: recipiente con arena fina para filtración lenta y con una vela de carbón activado que mejora las condiciones organolépticas del agua.

Depósito de Almacenamiento: Es el dispositivo en donde se almacena el agua ya tratada por los procesos descritos anteriormente. Este depósito debe estar en un lugar en donde no haya presencia de luz solar, para evitar la proliferación de algas y bacterias. Es recomendable que esté por debajo de los 12°C. Para una mayor optimización del sistema es recomendable que el depósito cuente con deflector de agua de entrada, sifón anti roedores, sistema de aspiración flotante, y sensores de nivel. Se recomienda adicionar un proceso de cloración al agua para consumo.

Para poder utilizar estos sistemas de recolección de agua se debe tener primero definido el área del techo del edificio y la precipitación promedio de la zona en donde está inserto el campus educacional. Junto con ello se necesitara renovar sistemas del edificio ya que se requiere un sistema de distribución de tuberías y bombas. El agua recolectada en el depósito de almacenamiento final, deberá ser bombeada (o llevada por gravedad) hacia los sitios de uso, ya sea para riego, limpieza de vehículos, piletas, lavado de las instalaciones o vehículos, etc.

BUENAS PRÁCTICAS ASOCIADAS

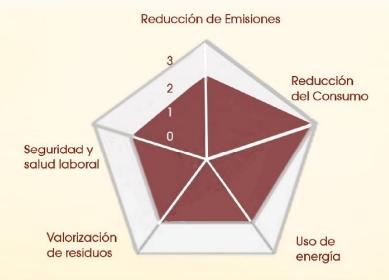
- Cierre de llaves de paso cuando no se esté en uso.
- Sólo el lavado final del equipo o vehículo con agua corriente.
- Preferir la limpieza seca de superficies antes del lavado.
- Disminuir la cantidad de detergente a fin de acortar la etapa de enjuague.
- Sustituir detergentes químicos convencionales por detergentes biodegradables. Tienen iguales condiciones de uso que los químicos tradicionales, pero suelen ser más costosos que éstos (50 - 100% mayor en su costo).
- Utilizar la carga máxima de lavado en equipos de lavado automático.
- Dentro de lo posible, juntar la mayor cantidad de material compatible y que pueda ser lavado de manera conjunta, incluyendo material de otras instalaciones.
- Utilizar sistemas ahorradores de agua cuando se necesite utilizar agua de la red, los que entregan ahorros entre
 40 a 70% en el consumo de agua y energía. Requieren de baja mantención (monitoreo del cerrado o vertido
 adecuado para evitar fugas, revisar gomas de cierre y engrasar junturas para evitar su resquebrajamiento) y
 similar a la grifería tradicional (8,9).
- Mantener los sistemas de riego en condiciones óptimas de operación

CONDICIONES DE USO

Se debe disponer de una mejora en el sistema de tuberías y plomería del edificio para conseguir una optimización en la recolección y reutilización del recurso hídrico. Sin embargo, la consideración más importante es la mantención de las condiciones higiénicas más favorable, dependiendo del uso que se le quiera dar al almacenamiento del agua. En un establecimiento educacional, los usos de estas aguas se derivan a riego, lavado de instalaciones, etc. por lo que se puede distribuir el agua directamente de los pozos de almacenamiento sin tratamientos de cloración posteriores (este documento no involucra el uso de esta agua para el consumo humano).

BRECHA

Reduce el consumo y, por tanto, el vertido de agua a la alcantarilla, provocando un beneficio tanto ambiental como económico.



VENTAJAS

- · Disminución del suministro público de red de agua potable
- · Reduce la necesidad de extraer aguas de fuentes hídricas durante la época de lluvias.
- No requiere energía eléctrica para la operación del sistema.
- · Fácil de operar y mantener, requiere poco tiempo para la recolección del agua de lluvia.
- Minimiza los costos de operación y mantenimiento de las redes sanitarias

DESVENTAJAS

- · Inversión por la compra de los depósitos, la superficie de captación y las cañerías de conexión.
- · Estos sistemas de recolección de agua requieren de constante mantenimiento (limpieza de los filtros de arena y desinfección suplementaria), debido a que si no se mantienen las condiciones óptimas se podrían generar problemas sanitarios.
- · La calidad del agua debe ser monitoreada con pruebas de laboratorio físico-químicas y microbiológicas.
- · Al depender de las aguas lluvias, se encuentra limitado por la zona geográfica de implementación.
- · Dependiendo de la distribución de las aguas en el reciento puede requerirse el uso de sistemas de bombeo.

APLICABILIDAD

Se puede utilizar en toda instalación techada

COSTOS Y AHORROS ASOCIADOS

Los costos se encuentran asociados al sistema de colección de aguas y distribución de aguas, al sistema de bombeo y al estanque de almacenamiento. En este caso, el costo se encuentra determinado completamente por el tamaño de la instalación y el sistema de distribución escogido.

Se considera un estimado de \$160.000 de inversión inicial por metro cúbico de agua recolectada.

CASO PRÁCTICO

Si se considera un sector donde el promedio de precipitaciones anuales son de 500 mm, el techo de las instalaciones tiene una superficie de 70 m2 y una eficiencia de recolección del 75% se pueden recuperar cerca de 27 m3 al año. Para una instalación pequeña con un consumo promedio de 15 m3 anuales por concepto de agua potable, se obtienen los siguientes resultados aproximados

Consideraciones

- · Costo bomba de agua para estanque de almacenamiento de agua lluvia o conexión a la red de agua: \$500.000
- · Costo sistema de colección de agua lluvia: considera toda la instalación y conexiones entre el estanque de almacenamiento de agua lluvia y los tejados que colectan la misma, valor: \$380.000
- Costo estanque de agua lluvia de 2x3x2 m en albañilería armada y sello impermeabilizante: \$1.500.000

Resultados

· Costo de inversión: \$ 118.361 (7,9 UF).

Costo anual: \$6.267.

Ahorro anual: \$173.333 (7,6 UF).

VAN: \$910.650 (39,8 UF).

TIR: 141%.PRI: 1 año.

Los valores en UF se consideran al 1° de Julio 2013, con valor de UF de \$22.852,67. Consultado en http://www.sii.cl/pagina/valores/uf/uf2013.htm)

MTD 6: RECOLECCIÓN SELECTIVA DE AGUAS RESIDUALES DESCRIPCIÓN



Se refiere a la separación de los sistemas de recogidas de aguas lluvias y de las aguas de las distintas actividades. Se pretende separar las aguas de mayor carga contaminante de las de menor carga, a fin de disminuir el volumen de agua a tratar y recircular o redestinar las aguas lluvias a riego o aseo.

Consiste principalmente en la separación de la alcantarilla de descarga de los residuos químicos provenientes de las actividades experimentales y limpleza interior, de las aguas provenientes de lluvias. Esta separación, junto con la segregación de los residuos químicos y retiro por terceros, hace que el agua vertida al alcantarillado para su tratamiento sea menor en su flujo y en su contaminación, permitiendo que los sistemas de tratamiento final no se recarguen con contaminantes nocivos y se requieran de reactivos adicionales para su neutralización. De ser posible, se deben derivar estas corrientes a plantas de tratamiento especiales de aguas residuales industriales, y evitar su descarga a la red de alcantarillado sanitario.

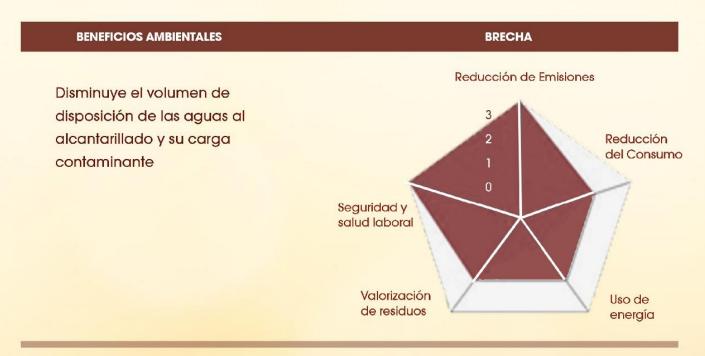
Dependiendo del volumen de aguas residuales química, se puede complementar con sistemas de tratamiento físico-químico como forma de disminuir su peligrosidad antes de derivarlo a sistemas de alcantarillado sanitario. Estos sistemas son factibles en industrias con flujos importantes de residuos químicos, sin embargo, el costo medioambiental y la imagen de la institución se considera como el motor para implementar estos sistemas complementarios de minimización en la generación y peligrosidad de los residuos.

BUENAS PRÁCTICAS ASOCIADAS

- Mantener correctamente los sistemas de desagüe y alcantarillado en cuanto a limpieza y funcionamiento.
- · Verter los residuos químicos en los sitios especialmente diseñados para ello.

CONDICIONES DE USO

Se debe mantener la limpieza de los sistemas a fin de que los sistemas no presentan anegamientos, rebalses o se contaminen con otros vertidos o residuos.



VENTAJAS

Se puede incluir en el diseño de cualquier instalación.

DESVENTAJAS

Requiere de obras civiles en caso de instalaciones ya establecidas.

APLICABILIDAD

Aplicable a toda instalación con descarga al alcantarillado.

COSTOS Y AHORROS ASOCIADOS

Esta técnica es aplicable a un relativo bajo costo, involucrando costo de bombas de ser necesario, sistema de filtrado (carbón activo, arena). Dependiendo del tamaño o capital de trabajo se puede considerar la compra de un sistema de riego automatico o bien conectar la bomba de agua directamente aun sistema pasivo de riego por goteo.

Valores referenciales

Bomba de agua según tamaño o requerimiento: \$40.000 (de 1 a 5 m3) a \$200.000 (de 5 a 50 m3)

Carbon activo para tanque purificador de agua: \$50.000 para 10 kilos

Arena \$600, independiente del volumen

Por concepto de obras civiles, se considera un gasto de 10 UF/m2.

El ahorro se obtiene por concepto de disminución en el consumo de agua potable y en la reducción de los costos de alcantarillado y tratamiento en caso de que el agua sea destinada a riego.

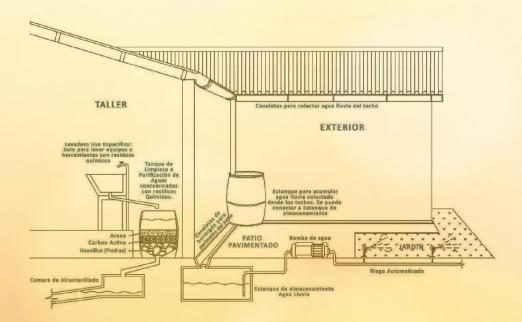
Los costos referenciales fueron obtenidos en cotizaciones con fecha Julio 2013. Los valores en UF se consideran al 1° de Julio 2013, con valor de UF de \$22.852,67. Consultado en http://www.sii.cl/pagina/valores/uf/uf2013.htm)

CASO PRÁCTICO

Para una institucion, taller o laboratorio se recomienda el manejo de aguas contaminadas provenientes de las actividades de lavado o de menor carga contaminante y la recuperacion de aguas lluvias por un sistema colector en el suelo para riego y/o lavado de material o equipos.

Para el tratamiento de las aguas de baja carga contaminante (y no peligrosa) proveniente de un taller se pueden colectar las aguas provenientes de las zonas de lavado, derivados a un sistema de filtrado antes de ser dispuestas a la alcantarilla. En el siguiente esquema se muestra ambas opciones interrelacionadas para de acuerdo a lo observado en el esquema.

Para el caso de las aguas lluvias, se debe conectar directamente las canaletas de colección de agua de los tejados o de las aceras a un estanque de almacenamiento, dependiendo de la superficie del techo y de las precipitaciones, en un par de días de lluvia promedio en la zona central de chile (quinta región) se pueden lograr volúmenes de hasta 200 L de agua recuperada. Esta puede ser utilizada para riego dentro de la misma institución y no requieren de ningún tipo de tratamiento, salvo el tener la precaución de mantener el sistema de canaletas limpio de hojas, tierra y otros, para que, al momento de la colección de la lluvia el agua se almacene de la forma más pura posible.



Para el caso de las aguas contaminadas con residuos químicos, las aguas contaminadas que se generan comúnmente a partir del lavado de los equipos o utensilios usados en procesos de pintura o de talleres en general, se deben colectar especialmente y limpiar antes de ser vertidas a la red de aguas servidas.

Proceso de limpieza de residuos sólidos y químicos de aguas contaminadas: Se debe tener un fregadero o lavadero destinado específicamente a la limpieza de dichos residuos, este lavadero se conecta a un sistema de limpieza de las aguas residuales que consiste en un tanque cilíndrico donde se incorpora el agua contaminada en la parte superior y se colecta en la parte inferior en un estado semi-limpio, el tanque en su interior contiene diferentes capas de materiales en el fondo (huevillos, carbón activo y arena fina). El estanque debe tener una capacidad libre sobre la última capa de arena, que sea la suficiente como para almacenar un equivalente en litros a un lavadero completo, pues en caso de que este lavadero sea liberado de golpe al tratamiento, el tratamiento debe tener la capacidad de almacenar el agua mientras se filtra lentamente. Por último, este tanque de filtrado se debe puede conectar a un tanque final de almacenamiento del cual se puede recuperar en caso de que salga lo suficientemente pura o bien se puede conectar el tratamiento directo al alcantarillado en caso de contar con la necesidad de ser vertida.

MTD 7: MONITOREO EN LA CONTAMINACIÓN DE LOS VERTIDOS DE AGUAS RESIDUALES

DESCRIPCIÓN



La monitorización de la contaminación de las aguas permite que dentro de la misma instalación, se pueden llevar a cabo modificaciones en los procesos que aumente la sustentabilidad de las actividades. Si bien existen normas que regulan los vertidos a la red, éstas generalmente son aplicadas a las salidas finales de los vertidos líquidos. La monitorización puntual de las actividades al interior de la instalación mejora el desempeño medioambiental general, ya que identifica los puntos críticos en dónde se deben centrar los esfuerzos en minimizar el flujo y peligrosidad de los vertidos. Así mismo, indica si las actividades se están realizando de la manera correcta y ayuda a prevenir accidentes potenciales por descontrol del proceso.

La técnica se basa en tomar una muestra del agua residual y analizarla en una serie de parámetros específicos que toman directa relación con la calidad del agua y su posible efecto en el tratamiento final. De manera estándar, las instalaciones toman muestras de sus residuos y las envían a laboratorios certificados para su análisis, con una periodicidad determinada por las regulaciones. El uso de equipos de monitoreo puntuales permite responder tempranamente frente a situaciones de riesgo, minimizando su impacto en el medio ambiente y abaratando costos posteriores de tratamiento y recuperación del medio. Este monitoreo toma importancia cuando existe recirculación de aguas al interior de la instalación, en especial cuando las aguas de actividades experimentales, son derivadas a procesos de riego y lavado de instalaciones.

Los principales parámetros que se monitorean en la calidad del agua son:

- Sólidos totales
- Materia orgánica (DBO5, DQO, COT)
- Nitrógeno total (N orgánico, amonio, Kjeldhal)
- Fósforo total (orgánico, inorgánico)
- Hq •
- Alcalinidad Dureza
- Cloruros
- Grasas
- Metales

Existen en el mercado medidores que evalúan de manera completa las aguas residuales, incluyendo el análisis de la mayoría de los parámetros indicados con anterioridad usando reactivos líquidos o en polvo. Además, la cantidad de reactivo está dosificada con precisión para asegurar la reproducibilidad máxima, minimizar el gasto en reactivos y la generación de residuos debido a esto.

Estos sistemas trabajan bajo la funcionalidad de un fotómetro, donde un sistema óptico combina la potencia de un emisor de luz con la precisión de un filtro de interferencia de banda estrecha. El tamaño compacto de estos fotómetros permite su fácil transporte a distintos puntos de la instalación y la libertad de movimiento al usuario. Existen equipos de dimensiones de 23 x 17 x 7 cm y un peso inferior a 700 gr.

BUENAS PRÁCTICAS ASOCIADAS

• Mantención periódica del equipo de acuerdo a lo indicado por el proveedor

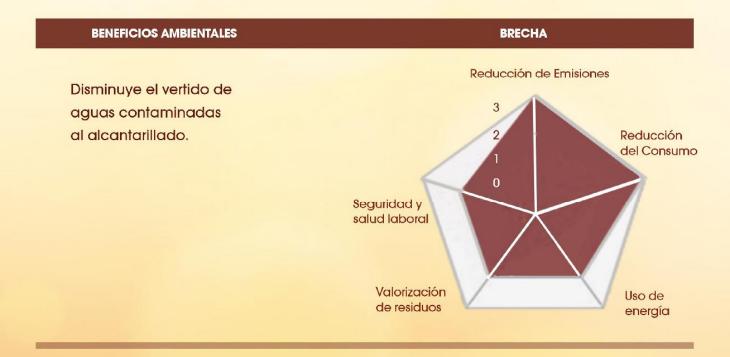
CONDICIONES DE USO

Son equipos de fácil manipulación y que trabajan en distintos rangos de concentración, adecuados para cualquier aplicación. En general, estos rangos son 0-150 mg/L, 0-1.500 mg/L y 0-15.000 mg/L, son compatibles con sistemas computacionales⁶.

El medidor de demanda química puede funcionar manualmente o desde el PC y los datos pueden ser transferidos para análisis y documentación mediante el programa informático.

6 http://www.hach-latinoamerica.com/docs/mini-process-cat-09.pdf;

http://www.hannainst.es/catalogo/index.php?pg=9&Familia=500&Familia2=22&CodProducto=104



VENTAJAS

- · Permite monitorear la efectividad de los procesos de disminución de los contaminantes en el agua residual.
- · Se evitan multas por no cumplimiento de la normativa.
- · Se disminuyen los peligros potenciales asociados al vertido de compuestos peligrosos en el tratamiento final del agua residual, disminuyendo los costos asociados a ellos.
- · Consta de mediciones simplificadas que se pueden hacer in situ y en tiempo real

DESVENTAJAS

· El monitoreo se hace en cada sector donde se consumo y se vierte agua.

APLICABILIDAD

· Aplicable a toda instalación que cuente con sistemas de vertido de aguas residuales.

COSTOS Y AHORROS ASOCIADOS

· Un equipo de espectrofotometría móvil cuesta alrededor de \$500.000 a \$1.500.000⁷, mientras que los kits de análisis varían en sus precios entre \$80.000 a \$150.000 dependiendo del parámetro a analizar.

7 Cotizado en Julio 2013

CASO PRÁCTICO

Para el control de la contaminación en el vertido de las aguas residuales, el taller o laboratorio lleva un registro de la calidad de las aguas descartadas mediante ficheros. De manera mensual, las aguas de descarte del recinto son monitoreadas de acuerdo a los parámetros de interés. La intención del registro es controlar que los procesos y actividades al interior del recinto se lleven a cabo de acuerdo a los protocolos adecuados. Esto permite que el recinto cumpla con la regulación vigente y que identifique oportunidades de mejora dentro de la actividad, minimizando el vertido de compuestos peligrosos a la alcantarilla o a otros cuerpos de aguas. A continuación se presenta un ejemplo de fichero.



MTD 8: XERIPAISAJISMO DESCRIPCIÓN



Se entiende por xeripaisajismo a la modalidad de diseño de jardines y exteriores de manera sustentable, se basa principalmente en tres elementos: El uso de plantas de bajo consumo de agua, riego eficiente y arquitectura paisajística. El xeripaisajismo se refiere a la planificación de zonas externas que requiere una muy baja irrigación. Las plantas que se consideran son las que tienden a adaptarse mejor a los climas secos y que usan una mínima cantidad de agua para su mantención (xerófitas, halófitas y los bulbos). Las especies más características son⁸:

· Jazmín · Gardenia · Cactus · Hibisco · Aloe Vera · Ágave

Una de las mejoras que se considera en el xeripaisajismo es la hidrozonización, es decir, agrupar las plantas con requisitos de riego similares. Las plantas que requieren más agua (por ejemplo, las berzas, las frutas, y ciertas flores) se agrupan juntas. Las menos eficientes con el agua disponible, se pueden también abrigar del viento y/o del sol plantándolas en sombra para disminuir la cantidad de agua que necesitan (5).

Considerar, tener áreas mínimas del césped, usando especies resistentes a la sequía y que sea necesario el césped (las áreas de juego de los niños). Se complementa con bordes e isletas de plantas que sean más eficientes con el agua.

En cuanto al uso eficiente del agua, se preferencia la irrigación por goteo. La irrigación de aspersión se aplica por la mañana o la tarde, cuando es menos probable que sea dispersada por el viento o se pierda por la evaporación. Las plantas resistentes a la sequía no toman más agua sino solamente la que necesitan para permanecer en buen estado, y por supuesto el agua no debe de salpicar sobre las calzadas de cemento u otras áreas donde no sea necesaria y se plerda. Por otra parte, los suelos a los que se ha mejorado su estructura conservan mejor el agua, y la paja, hojas o cortezas añadidas, refrescan la superficie del suelo y obstaculizan la evaporación (5).

8 Un completo listado se encuentra en http://www.ctahr.hawaii.edu/oc/freepubs/pdf/of-42.pdf

BUENAS PRÁCTICAS ASOCIADAS

• Mantener correctamente los sistemas de regadío a fin de minimizar el consumo de agua al prevenir fugas

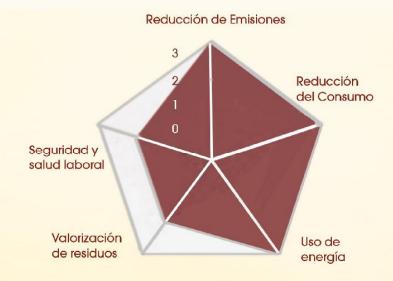
CONDICIONES DE USO

Para lograr este objetivo se debe; seleccionar las plantas adecuadas, agruparlas de acuerdo a sus necesidades de agua para facilitar el riego y hacerlo más eficiente, limitar la superficie de césped a las necesidades de uso y utilizar florales y cubresuelos de bajo consumo de agua como sustitutos. Usar sistemas de riego regulados según la temperatura y estación, regar en horas adecuadas para evitar pérdidas de agua por evaporación y evitar pesticidas y fertilizantes.

A continuación se presentan las especies ordenadas según la resistencia a la sequía y requerimiento de agua para su selección de acuerdo a la zona⁹.

- Humedad costera/camanchaca: las plantas reciben agua principalmente desde el aire por condensación.
 Ejemplos de Tipos de plantas apropiadas:
- · Arbustos: Senecio myriophyllus, Alternanthera halimifolia, (Diamante).
- · Cactus: Erlosyce subglbbosa ssp. Subglbbosa.
- · Perenne: Phacelia brachyanta (Cuncuna/ Té de burro).
- Áreas extremadamente áridas, con lluvias muy raras. La temporada seca dura 8 12 meses y es posible que en algunos años no hay precipitaciones. Precipitaciones <100 mm/ año. Ejemplos de Tipos de plantas apropiadas:
- · Árbol: Acacia, Prosopis Tamarugo, Jubae Chilensis
- · Perenne: Alstroemeria, Valeriana, Senecio
- · Anual: Tagetes Multiflora, Cristaria
- Áreas de secano, donde el período seco sin precipitaciones dura 6 10 meses. Las precipitaciones alcanzan 100 300 mm anuales, concentrándose en invierno. Ejemplos de Tipos de plantas apropiadas:
- · Arbusto: Acacia, Adasmia, Fabiana
- · Anual: Calandrinia Compressa, Fumaria Parvifloria
- · Trepadora: Mutisia
- **Secano**, donde el período sin precipitaciones dura 3 5 meses. Las precipitaciones alcanzan 400 mm anuales, concentrándose en invierno. Ejemplos de Tipos de plantas apropiadas:
- · Árbol: Acacia, Aristotalia, Citronella Mucronata, Quillaja saponaria
- · Anual: Adesmia capitellia, Collomia biblora, Madia Sativa
- · Perenne: Calceolaria, Gavilea venosa
- · **Áreas con constantes precipitaciones**. Períodos secos cortos son posibles, pero no duran más de 1 mes. Ejemplos de Tipos de plantas apropladas:
- · Árbol: Carica papaya, Peumus boldus, Quercus robur
- · Perenne: Acaena alpina, plantago mayor.
- Planta crece en el agua o se encuentra con sus raíces dentro de un curso de agua permanente. Corresponde a vegas, cursos de agua, bordes de lagos, pantanos, etc. Ejemplos de Tipos de plantas apropiadas:
- · Árbol: Salix babylonica, Pivatia punctata
- · Rastrera: Arenaria serpens.
- 9 Adaptado de http://www.chileflora.com/Florachilena/FloraSpanish/PIC_DRY.php

Disminución de consumos de agua y pesticidas debido al manejo sustentable del jardín.



VENTAJAS

- · Menor trabajo de mantención y aprovechamiento de precipitaciones.
- Ahorro de costos por riego, fertilizantes y pesticidas.
- · Las plantas toleran cambios en el clima ya que almacenan agua en sus raíces.
- Mayor cantidad de agua disponible para otros usos.
- Poco o nada de corte de césped (ahorro de energía). Los costos por riego son menores comparado a un césped común.

DESVENTAJAS

- · La mayor desventaja se refiere a lo estético y cultural, en vez de lo técnico.
- · Puede implicar altos costos de inversión sin un retorno visible de la inversión si el área a modificar es pequeña.
- · Requiere de una planificación exhaustiva, en especial si se desea un cambio de colorido a través de las estaciones.
- · Requiere de más trabajo de preparación del terreno que poniendo césped.
- · Para el aprovechamiento de las precipitaciones se necesita instalar sistemas de irrigación más complicados y planificarlo adecuadamente.

APLICABILIDAD

· En cualquier lugar donde existan superficie disponible para ser convertida mediante paisajismo.

COSTOS Y AHORROS ASOCIADOS

En general, se ha indicado que los costos de implementación varían entre \$70.000 a \$12.000 por metro cuadrado, con un periodo de retorno entre 4 a 7 años. En comparación a un césped normal, se pueden esperar ahorros anuales de \$170.000 por metro cuadrado 10.

Los costos por riego pueden disminuirse entre 30 a 50% en comparación a un césped normal, debido a que el uso de agua se mantiene relativamente constante a 40 - 80 L/m2 durante el año, independiente de la estación, mientras que las plantas comunes de césped, necesitan entre 120 - 480 L/m2, con el máximo en verano (6,10).

A continuación se muestra un ejemplo de los costos involucrados

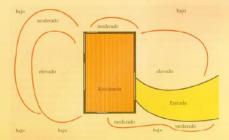
ítem	Costo aprox.	Descripción Considera la selección de plantas adecuadas según las condiciones geográficas, incluyendo el diseño arquitectónico según el paisaje y el cálculo y diseño de sistemas de riego por goteo.		
Diseño del paisaje	0,5 UF/m2			
Construcción del patio		Considera la ejecución completa de la obra, preparación del terreno, adquisición e instalaciór de plantas y árboles.		
Arboles	\$60.000/Unidad	Arboles de especies de rápido crecimiento (de 3 años altura entre los de 1,8 a 2,5 metros)		
Arbustos	\$5.000/Unidad	Arbustos ornamentales de un año (especies fípicas de la zona donde se realice el proyecto)		
Plantas rastreras Gravilla, Tierra o arena Chips de madera	\$1.500/Unidad \$12.000/m2 \$15.000	Plantas rastreras de 1 año (especies de la zona)		
Sistema de riego	\$18.000 CLP	Valor por metro lineal de riego por goteo (considera valores de los puntos de riego o gotero y válvulas entre otros)		
Rocas u obj. ornamentales Mobiliario	\$ 10.000 CLP \$220.000/Unidad	Banca de madera reciclada		
Mantención	\$1.000 /m2-mes	Considera mantención mensual de los sistemas de riego, aseo y poda (ocho visitas en un mes)		

10 http://www.thelivinghome.ca/index.php?option=com_content&task=view&id=117&Itemid=159

CASO PRÁCTICO

La realización de un mapa para el diseño del jardín debe considerar la zonificación de especies de acuerdo a sus requerimientos de riego. Para minimizar el uso de agua se debe agrupar las plantas que necesiten condiciones similares de luz y agua para vivir y ponerlas en zonas que coincidan con esos requisitos. Las que consuman mayor agua deberán colocarse cerca de salidas de agua en zonas con una elevación menor que el desagüe y en la sombra. Las áreas soleadas y lejos de una salida de agua son ideales para colocar plantas xerofitas que crezcan naturalmente.

El siguiente esquema entrega un mapa referencial sobre cómo distribuir las especies a fin de mantener el diseño adecuado del paisaje sin comprometer la eficacia del diseño en la minimización en el consumo de agua para riego



Para esta zonificación por necesidad de riego, se eligen las especies de mejor desempeño para lograr el objetivo. El siguiente esquema es una guía de selección y distribución de las especies más adecuadas en el diseño paisajístico.



Para el caso de un jardín exterior de 10 x 20 m2, se tiene el siguiente análisis de costo:

Consideraciones 11:

- · Costo total de las plantas y árboles: \$2.500.000 (109 UF)
- · Costo artefactos y otros ornamentales: \$1.000.000 (44 UF)
- Diseño del paisaje: \$2.300.000 (101 UF)
- Costo mensual de mantención: \$1.000/m2 (0,05 UF/m2)
- Periodo: 7 años
- · Tasa de interés: 10%
- · Línea base considerada como césped tradicional
- Consumo promedio del césped tradicional: 5 L/m2-d
- · Costo mensual de mantención de césped tradicional: \$3.500/m2 (0,15 UF/m2)
- · Frecuencia de riego: diario por 8 meses al año considerando pluviometría en la zona central
- · Costo del agua potable para riego: \$0,3/L
- · Ahorro en el consumo de agua: 50%
- · En la evaluación, como ingresos se considera el ahorro por mantención y por consumo de agua en riego.

Resultados:

- VAN: \$ 23.629.592 (1.000 UF)
- · TIR: 104%
- · PRI: 1 año

11 Los costos referenciales fueron obtenidos en cotizaciones con fecha Julio 2013. Los valores en UF se consideran al 1° de Julio 2013, con valor de UF de \$22.852,67. Consultado en http://www.sii.cl/pagina/valores/uf/uf2013.htm)

6. REFERENCIAS

- 1. Guía del usuario. El ahorro de agua doméstica. Disponible en http://www1.diba.cat/llibreria/pdf/49525.pdf
- 2. Manual para el uso eficiente y racional del agua. 2003. IMTA, Coordinación de Tecnología Hidráulica Disponible en http://www.watergymex.org/contenidos/rtecnicos/Reduccion%20de%20la%20Demanda/Manual%20Uso %20eficiente%20y%20racional%20del%20agua.pdf
- 3. Catálogo de tecnologías ahorradoras. Documento técnico de tecnologías ahorradoras de agua para viviendas y edificios de uso público. Disponible en http://www.ecodes.org/component/option,com_phocadownload/ Itemid,2/download,21/id,19/view,category/.
- Sistema de captación y filtrado de aguas lluvias. Disponible en http://www.bvsde.paho.org/texcom/desastres/coltasas/cap1.pdf
- 5. Xeriscape. A guide to developing a water-wise landscape. The University of Georgia College of Agricultural and Environmental Sciences. Disponible en http://www.marex.uga.edu/advisory/Library/CSCPpdfs/Xeriscape.pdf
- 6. Sovocool (2005) Xeriscape Conversion Study Final Report. Disponible en http://www.allianceforwaterefficiency. org/xeriscape_water_savings.aspx
- 7. Control de procesos FACET. Tema 3 Criterio de selección de caudalímetros. Disponible en http://www.herrera.unt.edu.ar/controldeprocesos/tema_3/tp3b.pdf
- 8. Guía del usuario. El ahorro de agua doméstica. Disponible en http://www1.diba.cat/llibreria/pdf/49525.pdf
- 9. Catálogo de tecnologías ahorradoras. Disponible en http://www.ecodes.org/component/option,com_phocadownload/Itemid,2/download,21/Id,19/view,category/
- 10. Water efficient landscaping: FSU's commitment to xeriscaping. Disponible en http://www.sustainablecampus.org/water-efficient-landscaping.pdf

Guía Mejores Técnicas Disponibles para la prevención y minimización de residuos químicos en laboratorios y talleres en las instituciones de educación superior.

MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES.

El presente documento incluye información para la Prevención y Minimización de Residuos Químicos en Laboratorios y Talleres en las Instituciones de Educación Superior, a través de la aplicación de Mejores Técnicas Disponibles (MTD) que permitan hacer más sustentable esta actividad.

1. Mejores Técnicas Disponibles

1.1 DEFINICIÓN DE MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES

Las Mejores Técnicas son aquel conjunto de técnicas aplicadas a procesos de diversos sectores productivos que se demuestran más eficaces para alcanzar un elevado nivel de protección medioambiental, siendo a su vez aplicables en condiciones económicas y técnicas viables.

A estos efectos, se entiende por:

Mejores: las técnicas más eficaces para alcanzar un alto nivel general de protección del medio ambiente en su conjunto y de la salud de las personas.

Técnicas: la tecnología utilizada, junto con la forma en que la instalación esté diseñada, construida, mantenida, explotada o paralizada; y

Disponibles: las técnicas desarrolladas a una escala que permita su aplicación en el contexto del correspondiente sector productivo, en condiciones económicas y técnicamente viables, tomando en consideración los costos y los beneficios, siempre que el titular pueda tener acceso a ellas en condiciones razonables.

La Figura 1 representa un esquema simplificado del proceso de selección de MTD.



FIGURA1: PROCESO DE SELECCIÓN SIMPLIFICADO DE MTD.

En una primera fase de la selección, una técnica candidata a MTD, en comparación con otras técnicas disponibles empleadas para realizar una determinada operación o práctica, debe suponer un beneficio ambiental significativo en términos de ahorro/aprovechamiento de recursos y/o reducción del impacto ambiental producido.

Una vez superado este primer requisito, la técnica candidata a MTD deberá estar disponible en el mercado y ser además compatible con la producción según los estándares de calidad, no suponiendo un impacto significativo sobre otros medios, ni un mayor riesgo laboral o industrial (escasa productividad, complejidad, etc.).

Finalmente, una técnica no podrá considerarse MTD si resulta económicamente inviable para el sector. La adopción de MTD por parte de un productor/comercializador no supondrá un costo tal que ponga en riesgo la continuidad de la actividad. En este sentido, es conveniente recordar que la adopción o un cambio de tecnología es una inversión muy costosa, no slempre asumible debido a diversos factores.

Es Importante señalar que las Mejores Técnicas Disponibles no fijan valores límite de emisión ni estándares de calidad ambiental, sino que proveen medidas para prevenir o reducir las emisiones a un costo razonable. Las MTD significan, por tanto, no un límite a no sobrepasar, sino un constante propósito de mejora ambiental que puede alcanzarse por diferentes vías y que pueden utilizar otras tecnologías más apropiadas para determinada instalación o localización a las descritas como referencia.

2. INTRODUCCIÓN

En la mayoría de los laboratorios universitarios donde se realizan prácticas de química, talleres o actividades de investigación, se utilizan una considerable cantidad de productos y reactivos y se efectúan diversas prácticas que llevan a la generación de residuos que en la mayoría de los casos son peligrosos para la salud y el medio ambiente. Generalmente, el volumen de residuos que se generan en los laboratorios es pequeño al compararlo con el proveniente del sector industrial. Sin embargo, su composición y peligrosidad variable es uno de los principales problemas de este tipo de residuos. Una adecuada gestión de estos incluyen su control, tratamiento y disposición, siendo estos pasos imprescindibles en la organización de todo laboratorio.

2.1 Residuos Químicos

Los residuos químicos pueden ser inocuos o peligrosos. Los residuos químicos inocuos no presentan un peligro para el hombre y/o el medio ambiente, mientras que los residuos peligrosos son definidos como cualquier residuo que presente o que presentará en el futuro, una amenaza a los humanos o al medio ambiente, en mayor o menor medida.

Un residuo (o mezcla de residuos) es peligroso cuando presenta riesgo para la salud pública y/o efectos adversos al medio ambiente, ya sea directamente o debido a su manejo actual o previsto, como consecuencia de presentar algunas de las características señaladas a continuación (D.S. 148/03 del MINSAL):

- Inflamables
- Corrosivos Líquidos acuosos con pH ≤ 2 o pH ≥ 12,5
- Reactivos Reaccionan violentamente con agua, crean gases tóxicos o inflamables con agua o aire, y/o que detonan a presión y temperatura estándar
- Tóxico (agudo, crónico, extrínseco) Un conjunto de metales pesados, pesticidas y químicos orgánicos declarados tóxicos por sus características, se encuentran listados en el D.S. 148/03 del MINSAL con sus Concentraciones Máximas Permisibles. Diversa información concerniente a los residuos en general (tipos, clasificación, seguridad al disponer, etc.) se encuentra disponible en los siguientes recursos:
- http://www.epa.gov/osw/hazard/
- http://www.purdue.edu/rem/home/booklets/HMMguide.pd

A modo de complemento, la EPA (Environmental Protection Agency, USA) ha publicado una lista de 850 compuestos químicos que están considerados como peligrosos, los cuales se pueden agrupar de acuerdo a la siguiente lista¹:

1.1.1-Tricloroetano 2,4,5-T, Sales, Esteres y Ácidos 2,4-D, Sales, Esteres y Ácidos Acetato de plomo Acetato fenilmercúrico (PMA)

Acetona Ácido arsénico Acido cacodílico Acroleina

Alcaloides de estricnina Aldicarb Aldrin Alil Alcohol **Amitrole**

A-Naftiltiourea (ANTU)

Avitrol Bromuro de metilo Chlordecone Cianuro de calcio Cianuro de Potasio Cianuro de Sodio

Clordano Clorobenceno Clorobenzilatos Cresoles

D-D (1,2-Dicloropropano) DDD DDT Dialato

Dibromocloropropano (DBCP) Dibromuro de etileno

Dieldrin Dimetoato Dinoseb Disulfoton Disúlfuro de carbono Endosulfan

Endothall Disodio Endrin Erbon

Estricnina y sus sales Famphur

Fluoracetamida Fluoroaetato de Sodio

Formaldehído Fósforo de Aluminio (AIP) Fosfuro de Zinc (<10%) **Furfural**

Heptacloro Hexaclorobenceno Hidracida maléica Isodrin

Kepone Lindano Methomyl Methoxychlor

Methyl Parathion Nicotina

Nitrobenceno OMPA, Schradan Ortodiclorobenceno Paradiclorobenceno

Parathion

Pentaclorofenato de Sodio

Pentaclorofenol

Pentaclorofentao de Zinc Pentaóxido de arsénico Pesticidas/Chemical Phorate

PMA Procytox Pronamide Safrole

> Sales de pentaclorofenol Silvex, Sales, Acidos y Esteres

Sulfato de Talio

Sulfotep

Tetracloruro de carbono

Thiofanox Thiram Toxaphene Trióxido de arsénico

> Warfarina Zinophos

Compuestos que contengan metales de arsénico, berilio, cadmio, cromo hexavalente, plomo y mercurio.

https://www.osha.gov/SLTC/metalsheavy/ (algunos nombres comerciales han sido dejados en su idioma original)

2.2 Buenas prácticas en las actividades de los Establecimientos de Educación Superior

La contaminación es un subproducto inherente de las actividades académicas, Ésta ocurre, por ejemplo, se producen residuos peligrosos y se descargan al alcantarillado, cuando se permite que reactivos volátiles se evaporen por mal uso de los equipos. Existe una variedad de métodos que pueden ser utilizados para reducir la contaminación.

En este sentido, el principal objetivo de las buenas prácticas es utilizar materiales de la manera más eficiente, y reducir la cantidad de desechos a disponer al final. Antes de establecer una estrategia de minimización de residuos, es esencial identificar y entender los procesos en los cuales los residuos son producidos dentro de un contexto global de buenas prácticas. En la Figura 2 se presenta la jerarquía que se debe tener en cuenta para la minimización de residuos.

Cualquier institución debiera, como primera medida, prevenir la generación de residuos cada vez que sea posible. Sin embargo, cuando esto no sea factible, se deben considerar otras opciones para minimizarios, tales como el reuso, reciclaje o la recuperación de otros productos (por ej. energía). Sólo cuando el residuo no pueda ser minimizado de acuerdo a la anterior, este se debe disponer responsablemente. La disposición final causa el mayor impacto en el medio ambiente y es generalmente, la opción menos económica, por lo cual, es deseable moverse hacia la parte superior de la pirámide, de manera de ahorrar dinero, materiales, energía y recursos, y a su vez minimizar los impactos ambientales.



Figura 2. Jerarquía para el adecuado manejo y disposición de residuos

¹ http://psep.cce.cornell.edu/facts-slides-self/facts/pesthazard.aspx.

Esta jerarquía establece las siguientes indicaciones (adaptado de referencias (1) y (14)):

- Eliminar la producción de los residuos
- Cuando la eliminación no sea posible, reducir la cantidad de éstos mediante reuso, reciclaje y/o recuperación.
- Disminuir la peligrosidad del residuo a disponer mediante técnicas de estabilización, inmovilización o destrucción
- Disponer el residuo remanente con el mínimo de impacto ambiental
- Contener, aislar cualquier residuo peligroso cuya opción de tratamiento no sea aceptable bajo técnicas actuales.

Todo trabajo en actividades de laboratorio, ya sea de enseñanza o de investigación, genera residuos químicos. Cada trabajador, docente, alumno y cada usuario del laboratorio es responsable de cumplir los procedimientos definidos para la prevención, manipulación y disposición final de todo los residuos generados en la labor que realizan.

2.3 Principales residuos químicos en instituciones de educación

La literatura señala que en los laboratorios y actividades en talleres, los residuos de productos químicos se pueden clasificar en residuos huérfanos y residuos mixtos. Los residuos huérfanos son un problema recurrente, ya que corresponden a material sin identificación que ha sido dejado por estudiantes o académicos que han culminado su trabajo o investigación sin hacer disposición de ellos. Una forma de prevenirlo es concientizar al generador de la importancia de su retiro y disposición antes de que su permanencia termine o bien, remover periódicamente todo el material sin identificar. No sólo es suficiente que los residuos se identifiquen con siglas, deben tener la información necesaria y reglamentaria para que sean correctamente manejados y dispuestos. Los residuos mixtos se generan cuando dos a más residuos se mezclan, este nuevo residuo "combinado" puede presentar una serie de problemas, no sólo relacionado con la incompatibilidad de la mezcla, sino que también se puede volver confusa su forma de manipulación y disposición cuando se desconocen las propiedades de la mezcla final. Cada tipo de residuo tiene un conjunto específico de regulaciones asociadas a su manejo y disposición. Por ejemplo, si se mezcla tolueno con un isótopo radioactivo, este residuo debe cumplir con ambas regulaciones. En general, las prácticas de laboratorlo deben evitar el generar este tipo de residuos y se deben considerar las modificaciones necesarias para que cada residuo sea recolectado de manera independiente.

La gran variedad de sustancias generadas en el trabajo en laboratorios y talleres, generalmente hace que los residuos generados en el área educacional y de investigación, sean más muchas veces más complejos en su identificación, manejo y disposición que los residuos producidos en la industria química. Lo anterior debido a la periodicidad y variabilidad propia de las actividades académicas. Entre los materiales que se han identificado dentro de los procesos que se realizan al interior de universidades e institutos de educación superior (diagnóstico sectorial), están los presentados en la Tabla 1.

Tabla 1: Principales corrientes de residuos químicos generados en los talleres y laboratorios de química y su clasificación

Principales Corrientes de Residuos	Clasificación
Reactivos químicos varios	Reactivo
Gases comprimidos	Sin clasificar
Solventes halogenados y no halogenados	Inflamable
Medios de cultivo	Sin clasificar
Material de vidrio*	Sin clasificar
Envases vacíos de productos*	Sin clasificar
Refrigerante de equipos	Sin clasificar
Productos químicos de limpieza	Corrosivos
Soluciones inorgánicas	Sin clasificar
Mezclas de compuestos corrosivos	Corrosivos
Mercurio y compuestos de mercurio	Tóxico
Hidrocarburos	Tóxico
HPLC y compuestos inorgánicos	Reactivos
Bromuro de etidio	Tóxico
Líquidos de fijador fotográfico	Tóxico
Fertilizantes en desuso	Sin clasificar
Líquidos ácidos/básicos	Corrosivos
Geles de agarosa	Sin clasificar
Formalina sucia	Sin clasificar
Xilol sucio	Sin clasificar
Aceites de equipos	Sin clasificar

^{*}Se considera como residuo químico cuando no se ha realizado su limpieza y desinfección adecuada. Fuente: Adaptado de Informe de Diagnóstico APL Campus Sustentable

Las instituciones de educación deben tomar ventaja de las oportunidades disponibles para crear sistemas de formación y evaluación de los futuros profesionales, cuyo perfil debiera incluir la preocupación, ética y responsabilidad por el ambiente. En la mayoría de los casos, las medidas implementadas en los distintos ámbitos económicos para la prevención de la contaminación son en función de claros beneficios financieros por ahorro de energía y materias primas. Sin embargo, las instituciones de educación tienen la misión de formar o recursos humanos que consideren la reducción de la contaminación dentro de un concepto de sustentabilidad global y no sólo cómo un beneficio monetario.

Los principales beneficios resultantes de la prevención y minimización de la generación de residuos químicos se refieren a la mejora en la eficiencia en el uso de los recursos, incluyendo:

- Mejorar el rendimiento del proceso de investigación y enseñanza.
- Mejorar el desempeño medioambiental del establecimiento educacional.
- Incorporar las buenas prácticas a la enseñanza universitaria.
- Cumplir con la legislación y reducir los riesgos de accidentes humanos y ambientales.
- Conseguir ventajas estratégicas y comerciales frente a la competencia.

También es posible identificar beneficios específicos para los usuarios, tales como mejorar el ambiente de trabajo y la toma de conciencia que beneficia directamente al entorno.

BENEFICIO EN EL SECTOR

- · Ahorro de materias primas.
- · Ahorro en energía.
- Ahorro en manejo y/o tratamiento de residuos.
- Disminución de costos directos e indirectos debido al no cumplimiento de estándares ambientales: multas, cierre de establecimientos, etc.
- Recuperación y/o comercialización de subproductos.
- Imagen de la institución frente a la competencia.

BENEFICIO AMBIENTAL

- Ahorro en disposición de residuos.
- Disminución de emisiones atmosféricas y de gases de efecto invernadero (GEI).
- Reducción en los riesgos de disposición de los residuos, en especial de los peligrosos.

2.3 Costos asociados a la gestión en la prevención y minimización de residuos químicos

Algunos de los costos en la reducción de residuos, son más fáciles de cuantificar que otros, como son los costos de disposición y manejo del residuo. Los costos de manejo y disposición varían de acuerdo al tipo de residuos; si son sólidos o líquidos, la peligrosidad de éstos, el tipo de contenedor en los que están almacenados (tambores o a granel) y la cantidad de residuo a disponer, entre otros. Sin embargo, los costos no sólo consideran los gastos por manejo y disposición, sino que también, se deben considerar gastos "invisibles" que son relativamente fáciles de evitar cuando se implementa correctamente el sistema de gestión y monitoreo de las causas que generan los residuos. En la Figura 3 se presenta un esquema de la estructura de costos cuando al manejo y disposición de residuos se refiere.



Figura 3. Estructura de costos visibles e invisibles asociados al manejo y disposición de residuos

En general, los costos asociados a las tecnologías de prevención y minimización de la generación de residuos consideran la compra de equipamiento necesarlo en cuanto al tema del uso de equipos más eficientes, es decir, equipos que trabajen con una menor cantidad de reactivos y/o recursos o que generen una menor cantidad de residuos. Gran parte de la prevención y reducción de la generación de los residuos se considera como la habituación a buenas prácticas (de sustentabilidad y de logística) que no involucran el incurrir en inversiones mayores, sino que se basan en la concientización y capacitación de los usuarios y generadores de residuos.

COSTOS EN EL SECTOR

- Requerimientos de inversión para el mejoramiento del impacto ambiental de las actividades de enseñanza: reemplazo de unidades ineficientes, nuevos sistemas de control, modificaciones a las actividades, diseño e implementación de nuevas actividades, etc.
- Costos de operación asociados al mejoramiento del impacto ambiental de las actividades de enseñanza: incremento en el costo de insumos o materiales con menor potencial impacto.
- Mantención de un sistema de gestión ambiental y responsabilidad social.
- Almacenamiento, transporte y disposición de los residuos generados en las actividades académicas.

3. NORMATIVA APLICABLE

Los Establecimientos de Educación Superior señalan que el manejo de sus residuos es parte de sus preocupaciones concernientes a la degradación del medio ambiente. Sin embargo, sólo algunas instituciones tienen protocolos efectivos de minimización, manejo y disposición de los residuos. La falta de infraestructura y recursos, así como de políticas públicas en la materia, limita la adecuada disposición de los residuos, especialmente los químicos.

A continuación se presenta una lista de la normativa aplicable y de los documentos de ayuda que permiten cumplir con la regulación establecida.

NORMATIVA APLICABLE

Residuos

- Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental
 Decreto Supremo DS N° 95/2001. Artículo 93: "Permiso Disposición de Residuos,
 Basuras y desperdicios de cualquier clase" establecido en el Título VII.
- Decreto Fuerza Ley N°725/1967) del Minsal, que establece el Código Sanitario.
- Decreto Fuerza Ley Nº1/1990), del Minsal, determina materias que requieren Autorización Sanitaria expresa.
- Decreto Supremo N°78/2009 del Minsal que aprueba el Reglamento de Almacenamiento de Sustancias Peligrosas.
- Decreto Supremo N°609/1998 del MOP que establece Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a descargas de residuos industriales líquidos a sistemas de alcantarillado.
- Decreto Supremo N° 157/2005 del Minsal que aprueba el "Reglamento de Pesticidas de Uso Sanitario y Doméstico".
- Decreto Supremo Nº 148/2003 del Minsal, Reglamento Sanitario sobre manejo de Residuos Peligrosos.
- Decreto Supremo N°594/1999 del Minsal, aprueba Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en lugares de trabajo.

Higiene y seguridad laboral

- Decreto Supremo N°594/1999 del Minsal, aprueba Reglamento sobre Condiciones
 Sanitarias y Ambientales Básicas en los lugares de trabajo.
- Decreto Supremo DS N°40/1969 que aprueba "Reglamento Sobre prevención de Riesgos Profesionales" del Ministerio del Trabajo.

Otros documentos

- CONICYT, 2008. Manual de Normas de Bioseguridad, 2º ed.
- NCh 382. Of 98, Sustancias Peligrosas Terminología yclasificación general.
- NCh 2190. Of 93, Sustancias Peligrosas- Marcas para Información de Riesgos.
- NCh 2120. Of 98, Sustancias Peligrosas Parte 1a 9.
- NCh 387/55, Medidas de Seguridad en el empleo y manejo de materiales inflamables.
- NCh 388. Of 55, Prevención y extinción de incendios en almacenamientos de materias inflamables y explosivas.
- NCh 389. Of 74 sobre Sustancias Peligrosas Almacenamiento de sólidos, líquidos y gases inflamables - Medidas de seguridad.
- NCh 758.E Of71, Sustancias Peligrosas Almacenamiento de Líquidos Inflamables -Medidas particulares de seguridad.
- NCh 1411/4.Of 78, Prevención de Riesgos-Parte 4: Identificación de Riesgos de Materiales.
- Política de Gestión Integral de Residuos Sólidos, aprobada el 17 de Enero de 2005 por el Consejo Directivo de CONAMA.

El no cumplimiento de lo indicado en la reglamentación puede generar sanciones por parte de la Secretaría Regional Ministerial (SEREMI) de Salud, las que pueden ir desde una amonestación hasta el cierre temporal del establecimiento.

4. MTD SELECCIONADAS: PRÁCTICAS PARA LA PREVENCIÓN Y MINIMIZACIÓN DE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS QUÍMICOS

Las técnicas que se han identificado para la prevención y minimización de residuos químicos consideran tres grupos:

1. Minimización en origen (Reducción)

- MTD 1: Sistema de Gestión Integral de Residuos
- MTD 2: Mejora en el diseño de las actividades de trabajo
- MTD 3: Uso de equipos más eficientes para extracción (Accelerated Extraction Solvent, ASE)

2. Reinserción al proceso (Reuso, Reciclaje, Recuperación)

MTD 4: Recuperación de solventes

3. Tratamientos para reducir la peligrosidad de los residuos

MTD 5: Reducción de la peligrosidad por esterilización

Estas prácticas se deben aplicar de forma integral para obtener los máximos beneficios medioambientales y económicos. En este caso, estas técnicas no son excluyentes y se hace énfasis en que el éxito de la gestión para la prevención y minimización de la generación de residuos se basa en la implementación conjunta de estas técnicas. En la Figura 4 se presenta un esquema general de diversas prácticas (incluyen las mejores técnicas disponibles en este documento) que se pueden considerar dentro de laboratorios y talleres para la minimización de residuos.

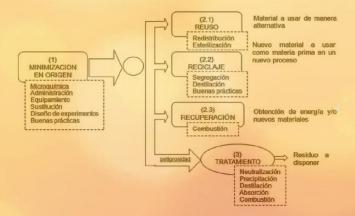


Figura 4: Diagrama de integración de diversas prácticas para la prevención y minimización de residuos

MTD 1: SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS

DESCRIPCIÓN

Un Sistema de Gestión es un conjunto de etapas unidas en un proceso continuo, con el objetivo de entregar los lineamientos para lograr las metas de una institución, mediante una serie de políticas y estrategias, que incluyen la optimización de procesos y actividades. Lo anterior para el cuidado de la seguridad y salud de los usuarios que tienen contacto con los residuos generados en una institución, así como del cuidado medioambiental. El sistema de gestión contempla una serle de políticas y acciones que derivan en la reducción de la emisión de residuos al interior del establecimiento y determina además la responsabilidad sobre la aplicación de éstos protocolos. El sistema de gestión debe considerar protocolos para la minimización de residuos, tratamiento in situ de los residuos generados, recogida selectiva de los residuos que no se pueden tratar, segregación en el almacenamiento de sustancias (ver Anexo 1) y para el monitoreo y control en la generación, manipulación y disposición de residuos.

4 enfoques: Reducir, Reusar, Reciclar y Recuperar, conocidos como las 4R.

- Reducir: Es la forma más efectiva de minimizar los residuos. Esto implica el uso de reactivos menos peligrosos, tratamiento de los residuos antes de su disposición.
- Reciclar: Involucra la recolección y reprocesamiento de los residuos para transformarlos en nuevos productos.
 Sólo parte de los residuos pueden ser reciclados, siendo fundamental la segregación en origen. Los residuos deben tener un alto contenido del material de Interés para que el proceso sea eficaz.
- Reusar: Consiste en el uso directo del material sin transformar (o ligeramente transformado) para un uso similar o alternativo.
- Recuperar: Involucra la obtención de energía desde los residuos. Por ejemplo, los solventes y el aceite pueden ser utilizados como combustibles

Cada política o protocolo asociado al sistema de gestión debe estar orientado a la realidad y a las necesidades específicas de la institución, laboratorio o taller. El desarrollo de estos documentos se encuentra enmarcado dentro del cumplimiento de las normativas y regulaciones nacionales e institucionales.

Este documento se encontrará a disposición de los usuarios de la instalación, debe ser claro, específico e inequívoco en cuanto a la aplicación de sus lineamientos y a las responsabilidades correspondientes.

El sistema de gestión integral de residuos contemplará su accionar, en particular, las actividades identificadas como las fuentes que generan una mayor cantidad de residuos y las que presentan las mayores oportunidades de minimización en su generación. A modo general, las actividades de mayor importancia en la generación de residuos en talleres y laboratorios son tres:

- 1. Adquisición de materias p0rimas, reactivos y equipamiento
- 2. Actividades de trabajo
- 3. Almacenamiento de material Almacenamiento de residuos

Una breve explicación de estas actividades se presenta a continuación:

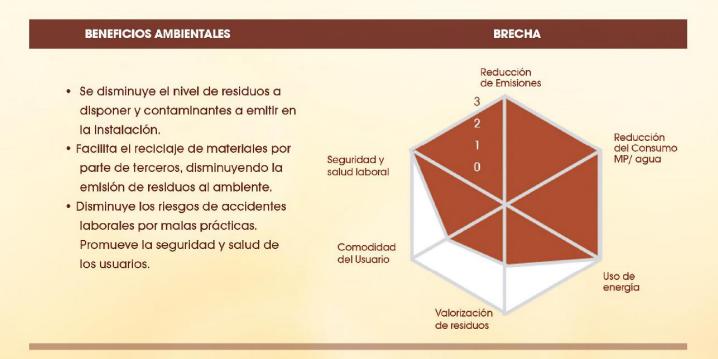
- Adquisición del material: La prevención y minimización de residuos tiene como punto de origen la compra del material y equipamiento diverso. En este punto se consideran políticas de compra (qué, cuánto, a quién) a fin de minimizar tanto el material de interés que ingresa al recinto como el material de embalaje, en particular el que no se puede reciclar.
- Actividades de trabajo: Es la fuente principal de generación de residuos, peligrosos y no peligrosos. Considera todas las actividades experimentales dentro de laboratorios y talleres, así como las actividades de limpieza y mantención, así como cualquier otra actividad secundaria asociada.
- Almacenamiento: La mantención de los materiales en espera de su uso, o bien, durante el almacenamiento de
 los residuos provenientes de la actividad de trabajo, muchas veces carece de una estructura u orden definido,
 lo que hace que los productos caduquen aumentando el volumen de residuos a disponer y, además, se formen
 mezclas de productos o residuos incompatibles. Por otra parte, es posible que se generen emisiones al aire por
 vaporización de compuestos, y al agua/suelo por derrames de productos líquidos y sólidos contenidos en el
 almacén cuando no se ponen en práctica los protocolos establecidos para el almacenamiento.

BUENAS PRÁCTICAS ASOCIADAS

- Se debe realizar la inducción correspondiente a los usuarios a fin de que conozcan el Sistema de gestión integral de residuos de su lugar de trabajo.
- De manera anual bianual, se debe realizar una revisión de los protocolos establecidos y contrastarlos con las técnicas y tecnologías nuevas del mercado

CONDICIONES DE USO

 La aplicación correcta del sistema de gestión está basada en la apropiada capacitación de los usuarios y de los encargados de su aplicación.



VENTAJAS

 Permite la entrega de información de manera centralizada, estandarizada e inequívoca sobre cómo proceder en cada una de los recintos asociados a una instalación.

DESVENTAJAS

- Requiere de la capacitación del personal.
- Requiere de revisión para su mejora continua

APLICABILIDAD

Se puede implementar esta práctica para todo laboratorio y taller.

COSTOS Y AHORROS ASOCIADOS

- Los costos asociados a esta técnica es el pago al encargado de la realización del documento, con un valor de asesoramiento entre 1,0 a 1,5 UF/h. Se considera que el levantamiento de información, análisis de resultados y redacción del informe considera alrededor de 96 a 100h de trabajo.
- · El costo de capacitación se considera como la hora-hombre del taller de capacitación y del costo del relator

CASO PRÁCTICO

A continuación se entregan ejemplos que se pueden aplicar en las distintas actividades académicas, ya sea en talleres o en laboratorios, sobre los cuales un sistema de gestión integral de residuos puede generar protocolos para la reducción en la generación de residuos. Para su ejemplificación se consideraran las tres actividades de mayor impacto sobre la producción de residuos dentro de la instalación:

Adquisición del material:

- a. Inventario colaborativo. Se basa en la mantención de un inventario en común para los diversos laboratorio y talleres que funcionen dentro de un mismo establecimiento, el cual debe mantenerse al día y a cargo de una entidad centralizada, previniendo la compra excesiva, duplicada o innecesaria de materiales. Esto evita el desperdicio de material por vencimiento, mal estado, o por exceso de material.
- b. Distribución: Esta técnica complementa la mantención de un inventario colaborativo. Se refiere al intercambio de material y equipos entre laboratorios y talleres a fin de evitar la compra innecesaria de los reactivos y a considerar usos alternativos a equipos que ya no son requeridos para cierta actividad. Considera que los equipos dados de baja y que pueden ser utilizados de manera segura en otras actividades, se pueden redistribuir tanto a otros laboratorios como a otras instituciones.
- c. Buenas prácticas:
- · Limitar la compra de los reactivos a la cantidad precisa que se va a utilizar en cierto periodo de tiempo.
- · Se deben preferenciar los envases pequeños, comprar químicos a granel puede ahorrar dinero en la compra, pero la disposición del material sin utilizar puede costar aún más que el ahorro inicial.
- ·Si va a necesitar una solución diluida, prefiera la compra de solución preparada y no la botella del sólido respectivo.
- · No acepte donaciones de materiales. Estas no tienen fecha de síntesis y su pureza y calidad son desconocidas.

Actividades de trabajo:

Coordinación en el uso de los equipos. Se evita repetir ensayos si el equipo no está a su máxima capacidad. Otra forma es distribuir los equipos de acuerdo a su necesidad de uso, a fin de evitar los cuellos de botella y el uso innecesario de éstos.

a. Sustitución de reactivos/materiales: Significa el reemplazo o la reducción de sustancias peligrosas en productos y procesos por sustancias menos peligrosas o no peligrosas, o mediante medidas tecnológicas u organizacionales que logren una funcionalidad equivalente que lleven a la reducción en volumen y/o peligrosidad de los residuos químicos. El uso de materiales menos peligrosos (menos inflamables, reactivos, tóxicos, etc.) involucra tanto los reactivos e insumos a utilizar dentro del trabajo, como de los productos de limpieza (por ej. soluciones de ácido crómico por detergentes enzimáticos) y equipamiento (por ej. termómetros de mercurio por electrónicos). Otra opción es sustituir el uso de solventes por técnicas tales como líquidos iónicos y fluidos supercríticos, entre otros.

b. Buenas prácticas:

- · Considerar la opción de presentaciones audiovisuales como sustituto a algunos experimentos con fines demostrativos.
- · Para talleres demostrativos, se recomienda comprar kit de análisis con cantidades exactas para experimentos.
- · Aumentar el uso del análisis instrumental, al contrario el de la química húmeda, cada vez que sea posible.
- · Entrenar al personal en seguridad ambiental, e informar y formar al personal del laboratorio sobre el procedimiento de gestión de residuos.
- · Revisar constantemente los procesos que generan residuos, de manera de realizar las modificaciones pertinentes para disminuir el volumen de residuos generados.

Almacenamiento

a. Segregación. Durante el almacenamiento de los compuestos previo a su utilización, esta técnica se refiere a la separación de éstos de acuerdo a su compatibilidad a fin de prevenir reacciones peligrosas. De manera similar, durante el almacenamiento de los residuos, esta técnica se refiere a la recogida selectiva en función a grupos de residuos establecidos. Esta separación previene que los residuos se contaminen por la mezcla de material inocuo con nocivos evitando la generación de una mayor cantidad de residuos peligrosos. Además, evita la reacción de compuestos incompatibles, minimizando la posibilidad de accidentes.

b. Buenas prácticas:

- · Manipular las sustancias con máximo cuidado para evitar pérdida de material y con implementos de protección.
- · Distribuir de las zonas de almacenamiento según compatibilidad de residuos (ver Anexo 2).
- · Revisar continuamente las instalaciones de almacenamiento y de los contenedores.
- · Identificar correctamente los contenedores para cada tipo de sustancia.
- · Proveer un ambiente seguro para el almacenamiento (temperat., humedad, ventilación, contenedores apropiados).
- · Mantener actualizado el stock de los productos, principalmente tipo de producto, cantidad y fecha de vencimiento.
- · Ordenar la salida de los productos de acuerdo a las fechas de vencimiento

MTD 2: MEJORA EN EL DISEÑO DE LAS ACTIVIDADES DE TRABAJO DESCRIPCIÓN





Las actividades experimentales generan una gran cantidad de residuos de diversa índoles y en cantidades variables. En un recinto educacional, es posible encontrar distintos tipos de talleres y laboratorios que involucra la manipulación de una amplia gama de materas primas y equipos, desde inocuos como papeles y cartones, hasta peligrosos como solventes y productos biológicos.

Para prevenir o minimizar la generación de estos residuos, el trabajo debe estar diseñado para minimizar el uso de materia prima, entregar altas productividades y/o rendimientos, y minimizar finalmente la producción de residuos.

Esta técnica se refiere a la administración y planificación de las actividades de trabajo al interior del recinto, mediante estrategias tales como la coordinación entre grupos de trabajo, el diseño de actividades enlazadas y distribución de materiales y equipos de manera eficiente. Esta técnica involucra que se formen lazos, tanto dentro del taller o laboratorio, cómo entre los distintos talleres dentro del recinto institucional.

Estas estrategias se evalúan de acuerdo a los perfiles de las actividades realizadas en el taller o en el laboratorio, y deben ajustarse a los requisitos que se contemplan dentro de la programación educacional, por lo cual se antes de su instauración, se debe evaluar su impacto sobre éste. Por lo general, no involucran modificaciones sustanciales en el desarrollo específico de la actividad, sino que involucran cambios sobre la planificación de éstas.

BUENAS PRÁCTICAS ASOCIADAS

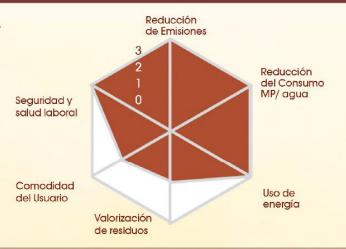
- Capacitación inmediata de los usuarios que ingresen al sector de trabajo por primera vez.
- Revisión periódica de las actividades que permita su mejora continua.

CONDICIONES DE USO

- Estas técnicas no tienen condiciones especiales de uso o distintas a las que se consideran para dicho trabajo en específico.
- Se debe cerclorar que el usuario haya sido inducido en estas técnicas antes de las actividades.

BRECHA

- Se disminuye el nivel de residuos a disponer y contaminantes a emitir a la atmósfera.
- Disminuye los riesgos de accidentes laborales por malas prácticas y disminuye las emisiones de contaminantes a la atmósfera



VENTAJAS

- Estas técnicas son de inmediata implementación y bajo costo.
- Aumenta la seguridad del recinto al minimizar la exposición del usuario a los potenciales peligros químicos.
- Alienta a los alumnos a concientizarse sobre la minimización de residuos.

DESVENTAJAS

- No presenta desventajas directas en su aplicación.
- Requiere de la capacitación de los usuarios.

APLICABILIDAD

Se puede implementar esta práctica para todo laboratorio y taller.

COSTOS Y AHORROS ASOCIADOS

 No involucra costos mayores de inversión o de operación, considera el tiempo del personal destinado a la inducción de los usuarios y de los encargados de supervisar las actividades de trabajo y el almacenamiento de las materias primas e insumos.

CASO PRÁCTICO

Como ejemplo, se presentarán prácticas que pueden ser instauradas en distintos tipos de talleres y laboratorios.

- Los grupos que realicen experiencias similares pueden planificar sus actividades a fin de utilizar al máximo la capacidad de los equipos. De esta forma se minimiza el número de ciclos de operación de un equipo (centrífuga, extractores, compresores) y se disminuye el tiempo de operación de equipos sin uso efectivo (hornos, incubadoras).
- Planificar actividades con otros grupos y determinar las materias primas que pueden ser compartidas, compradas en mayor cantidad o a granel reduciendo la cantidad de embalaje necesario (aceites, pinturas, reactivos, etc.).
- Probar nuevos métodos de trabajo o utilizar equipos y herramientas por primera vez, se sugiere pedir prestado material o herramienta, antes de su encargo final. Implementar un inventario centralizado de los distintos talleres.
- Evaluar contar con un paso final que disminuya la peligrosidad del residuo o su valorización como parte de la actividad educacional, en particular para trabajos con reactivos químicos. Este nuevo residuo inocuo es integrado dentro de la planificación para nuevas actividades.
- Coordinar experiencias (corto y largo plazo) para permitir que el producto final sea la materia prima de la siguiente. Al final de la primera experiencia, los usuarios deberán entregar este producto final a un encargado designado para este fin, para que lo almacene correctamente y lo distribuya como materia prima para la experiencia siguiente.

MTD 3: USO DE EQUIPOS MÁS EFICIENTES PARA EXTRACCIÓN (ACCELERATED EXTRACTION SOLVENT, ASE) DESCRIPCIÓN



En el uso de equipos más eficientes, se puede mencionar la sustitución de un equipo Soxhlet por un equipo ASE (Accelerated Solvent Extraction) en la recuperación de compuestos por extracción. ASE es una técnica de extracción desde matrices sólidas y semisólidas usando solventes comunes a elevadas presiones (1.500 – 2.000 psi) y temperatura (50 – 200°C), con resultados en minutos, en vez de las horas que toma una extracción tradicional con equipos Soxhlet o sonicadores. Este equipo disminuye en un 90% el uso de solventes y a 1/3 el costo de procesamiento por muestra.

El aumento de temperatura y presión mejora los coeficientes de difusión y la transferencia de masa, así como la capacidad del solvente de solubilizar los compuestos de interés. Disminuye la viscosidad y mejora la penetración del solvente en la matriz. Por otra parte, la engorrosa preparación de las muestras puede ser automatizada, donde la limpieza de las muestras se pueden llevar a cabo en mejor tiempo y en un paso único. A continuación se presenta una comparación entre distintas técnicas de extracción.

Técnica	Tamaño muestra (g)	Vol. solvente (mL)	Temp. (°C)	Presión	Tiempo extracción (h)	Número de muestras	Costo
Soxhlet	10 - 20	200 - 500	40 -100	Atm	12 - 24	1 (serie)	Muy bajo
Soxhlet automat.	10 – 20	50 – 100	40 -100	Atm	1 – 4	6 (lote)	Medlo
Extracción por fluido supercríitico	5 – 10	10 – 20	50 -150	2,0-4,0 mPsi	0,5 - 1,0	44 (serie)	Alto
ASE	1 – 30	10 - 45	50 -200	1,5-2,0 mPsi	0,2 - 0,3	24 (serie) - 6 (lote)	Alto

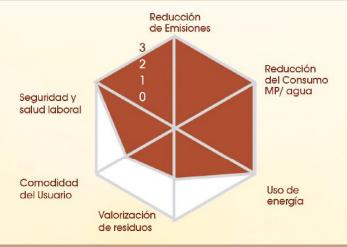
BUENAS PRÁCTICAS ASOCIADAS

- Se recomienda seguir las indicaciones del proveedor para la limpleza y mantención del equipo.
- Se recomienda utilizar los solventes y reactivos de calidad adecuada para aumentar la vida útil del equipo.
- Los solventes agotados y otros residuos deben ser manipulados y dispuestos de acuerdo a los protocolos definidos para la minimización de su impacto.

CONDICIONES DE USO

- · Su uso es automatizado.
- Se utiliza para matrices sólidas, por lo que se recomienda secar la muestra antes de su extracción.
- Se recomienda utilizar filtros de celulosa en el fondo de las celdas de extracción a fin de evitar la acumulación de material particulado en el vial.

 Se disminuye el nivel de residuos a disponer y contaminantes a emitir para un mismo proceso de extracción.



COSTOS Y AHORROS ASOCIADOS

Este equipo disminuye en un 90% el uso de solventes y a 1/3 el costo de procesamiento por muestra. A continuación se muestra una comparación entre los costos de distintos sistemas de extracción².

Técnica	Volumen promedio de solvente (mL)	Tiempo promedio de extracción (h)	Costo promedio por muestra (\$)
Soxhlet	200 - 500	40 - 48	\$13.500
Soxhlet automat.	50 - 100	1 – 4	\$ 8.000
Sonicación	100 - 300	0,5 - 1	\$12.000
Extracción por fluido supercríitico	8 - 50	0,5 - 1	\$ 11.500
ASE	10 – 40	0,25 - 0,3	\$ 7.000

VENTAJAS

- Las extracciones desde material (1 a 100 g) se puede realizar en minutos.
- · Promueve el ahorro en solventes.
- Amplio rango de aplicaciones.
- · Puede manejar matrices ácidas y alcalinas.
- Automatiza hasta 24 muestras.

DESVENTAJAS

- Es una técnica más compleja pero menos selectiva.
- Requiere mayor temperatura de operación ya que aumenta el peligro potencial de volatilización de compuestos.
- · El equipo posee un alto costo.

APLICABILIDAD

Se puede implementar esta práctica para todo laboratorio y taller que realice actividades de docencia.

2 http://www.chemistry.sc.chula.ac.th/course_info/2302548/Wk11.pdf

CASO PRÁCTICO

Como ejemplo de cálculo, se considera la compra de un ASE como sustitución de un equipo Soxhlet tradicional.

Periodo de inversión: 5 años

Tasa de interés: 10%

Inversión inicial: \$ 4.000.000

Costos operación: \$ 480.000 (con disminución de 10 veces en el uso de reactivos y de 1/3 en costos de procesamiento)

Costos de mantención: \$120.000 (mantención y operación como el 15% del costo del equipo)

Ahorro anual neto: \$ 2.100.000

Resultados

PRI: 2 año - TIR: 44% - VAN: \$3.960.652

MTD 4: RECUPERACIÓN DE SOLVENTES

DESCRIPCIÓN



Los solventes tienden a ser recuperados en mayor proporción que otros residuos. La primera etapa en seleccionar una tecnología para la recuperación de solventes es identificando cual es la técnica más simple, efectiva y menos costosa. Entre las técnicas se pueden considerar la decantación, la filtración y la centrifugación, en especial para los contaminantes particulados. Si el contaminante no se puede remover mediante estas técnicas, se puede considerar la destilación, la destilación a vacío, la filtración por membrana, la evaporación y la pervaporación. Cuando el análisis económico indica que la recuperación del solvente no es rentable, estos son derivados para su utilización como combustible alternativo. Sin embargo, requiere de evaluación culdadosa, ya que las características del residuo deben corresponder con la capacidad del proceso en el que se pretende realizar la combustión.

Solvente Taller – laboratorio	Xileno	Metanol	Tolueno	Tetracloroetileno	Cloruro de metileno	Metil etil cetona	Tricloroetileno	1,1,1-tricloroetileno	Acetona	Metil isbutil cetona
Pinturas y similares	X	Х	Х		X	X		Х	Х	X
Limpieza de metales				Х	Х		Х	Х	Х	
Pesticidas	X				Х			Х		Х
Farmaceútica y químicos	Х	Х	Х		Х	Х		Х	Х	Х
Imprentas	Х	Х	Х			Х			Х	

Todas las máquinas de lavado de solventes se diseñan generalmente con un sistema de destilación instalado apropiadamente. El reciclado en el sitio se ha vuelto conveniente debido al alto costo de algunos de los solventes, especialmente para solventes como el CFC-113. Por otra parte, la recuperación de solventes clorados es técnicamente factible debido a la estabilidad de la mayoría de los solventes clorados y sus puntos de ebullición relativamente bajos.

La destilación puede ser el método más común para el reciclaje de solventes, ya que los solventes sueles contaminados con otros solventes similares. La destilación puede realizarse in situ o por terceros. En caso de ser in situ debe ser evaluada en cuanto al costo del solvente, al de su recuperación y al costo de la disposición de su residuo. Esta tecnología es relativamente fácil de operar y puede entregar altas purezas (95% o mayor) y es posible recuperar entre el 80 a 99% del solvente dependiendo de su nivel de contaminación.

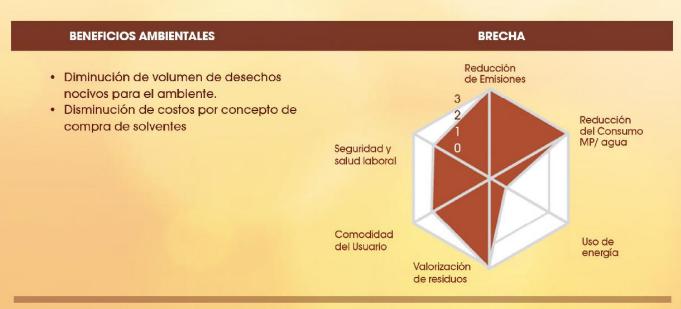
En toda recuperación de solventes, hay una etapa inicial donde se remueven los sólidos suspendidos y agua mediante separación mecánica. Estos métodos de separación mecánica incluyen filtración y decantación. Esta última también es usada para separar el agua del solvente inmiscible. Después del tratamiento inicial, los solventes sucios destinados para reuso como tal son destilados para separar las mezclas de solventes y para remover impurezas disueltas. En la destilación simple por lotes, una cantidad de solvente usado es alimentada al evaporador. Después de ser cargado, los vapores son removidos y condensados continuamente. Los residuos remanentes en el fondo del destilador son removidos del equipo después de la evaporación del solvente. La destilación continua simple es similar a la destilación por lotes exceptuando que el solvente es alimentado continuamente al evaporador durante la destilación, y los residuos del fondo del evaporador son descargados continuamente.

BUENAS PRÁCTICAS ASOCIADAS

No se detectaron buenas prácticas asociadas a esta técnica.

CONDICIONES DE USO

Se debe evitar la contaminación de los solventes con sustancias incompatibles para evitar incurrir en gastos de limpieza antes de su recuperación



VENTAJAS

 La destilación, cómo método más utilizado en laboratorios, es relativamente fácil de operar y entrega altas purezas (95% o mayor) y es posible recuperar entre el 80 a 99% del solvente dependiendo de su nivel de contaminación.

DESVENTAJAS

- Muchas de las tecnologías mencionadas son aplicables a nivel industrial pero a escala de laboratorio aún no es rentable su uso (filtración por membrana, centrifugación, pervaporación).
- Tener un equipo de destilación aumenta los peligros de accidentes en el sitio..

APLICABILIDAD

Aplicable a todo laboratorio o taller.

COSTOS Y AHORROS ASOCIADOS

- Los costos operativos del equipo destilador incluyen mano de obra, energía, agua de enfriamiento y mantenimiento.
- Para tener un estimado, es posible encontrar en la web, herramientas de cálculo que entregan los costos asociados, por ej. http://www.disti.net/solvent_payback_calculator.aspx

CASO PRÁCTICO

Para el ejemplo de cálculo, se consideró la comparación entre distintos sistemas de recuperación de solventes. El escenarlo base considerado corresponde al desechado del material.

Consideraciones:

Período de inversión: 5 años

Tasa de interés: 10% en todos los casos.

Costo de operación y mantención: 15% de la inversión inicial

Resultados

A continuación se muestra un resumen de los casos cuya rentabilidad resultó favorable al comparar distintos tipos de recuperación de solventes. Sin embargo estas opciones muchas veces no son factibles técnicamente según las características de los compuestos.

Decantación

Inversión inicial: \$ 100.000

Costos operación: Despreciable Ahorro anual neto: \$450.000

PRI: 0 años TIR: 450%

VAN: \$ 1.605.854

Destilación

Inversión inicial: \$200,400

Costos operación y mantención: \$30.000

Ahorro anual neto: \$420.000

PRI: 0 años TIR: 209%

VAN: \$ 1.391.730

Destilación a vacío

Inversión inicial: \$425.850

Costos operación y mantención: \$63.878

Ahorro anual neto: \$386.122

PRI: 1 año TIR: 87%

VAN: \$ 1.037.856

Evaporación

Inversión inicial: \$380.760

Costos operación y mantención: \$57.114

Ahorro anual neto: \$392.886

PRI: 1 año TIR: 100%

VAN: \$ 1.108.587

MTD 5: REDUCCIÓN DE LA PELIGROSIDAD POR ESTERILIZACIÓN DESCRIPCIÓN



El material especial puede ser reutilizado mediante métodos de sanitización, desinfección o esterilización a fin de disminuir la cantidad que se disponen sin reusar, o bien, para disminuir su carga contaminante al momento de su disposición final. La esterilización es la destrucción o eliminación completa de toda forma de vida microbiana (incluidos hongos y bacterias esporuladas). Por otra parte, la desinfección es el proceso que elimina todos o prácticamente todas las bacterias presentes en el material. Entre los métodos se encuentran los físicos y los químicos:

- Métodos físicos: calor húmedo o autoclave, calor seco u horno Pasteur, irradiación ionizante gamma.
- Métodos químicos: óxido de etileno, formaldehído, ácido paracético, gas-plasma a partir del peróxido de hidrógeno

A continuación se presenta una breve descripción de cada uno de estos métodos.

- Autoclave: Es el método de elección en todo lo que pueda esterilizarse por ser termo resistente. Se basa en la aplicación de calor húmedo en forma de vapor en el material, por un periodo determinado de tiempo, dependiendo de la resistencia de los contaminantes. Producen naturalización y coagulación de proteínas debido, en primer lugar a la reactividad del agua ya que en muchas estructuras biológicas se produce por las reacciones que eliminan agua y en segundo lugar porque el vapor de agua es más callente que el alre en la transferencia.
- Calor seco o Poupinel: Su acción es igual que la del calor húmedo o autoclave, salvo que el agua no participa en la desnaturalización de las proteínas de los microorganismos, por eso el calor seco necesita de más temperatura para destruir el microorganismo. Este método se utiliza para esterilizar jeringas de cristal y material de vidrio, instrumentos cortantes, polvos y grasas.
- Radiaciones ionizantes: Se aplican mediante radiaciones gamma (cobalto-60) o mediante un acelerador de electrones. Se utilizan en la industria farmacéutica o en la esterilización de dispositivos sanitarios (catéteres, jeringas y material de plástico).
- Óxido de etileno: Es un gas a temperatura y presión normales que actúa eficazmente frente a todos los microorganismos.
- Formaldehído: Compuesto químico que inactiva microorganismos a través de la alcalinización de las proteínas.
- Acido paracético: Se utiliza para material termosensible. Se trata de un compuesto químico con propiedades germicidas, sin productos tóxicos de descomposición y con gran capacidad de solubilización en agua. Es esporicida a bajas temperaturas, y permanece efectivo ante la presencia de algún material orgánico. El mayor problema que presenta este compuesto para ser considerado un excelente agente esterilizante es su poder de corrosión sobre los diferentes metales, dado su carácter oxidante.
- Gas-plasma a partir del peróxido de hidrógeno: Proceso a baja temperatura, para la transmisión de peróxido de hidrógeno en fase plasma, que destruye, neutraliza e impide la acción sobre cualquier microorganismo dañino por medios químicos o biológicos (biocida).

El ácido paracético y el gas-plasma son una alternativa eficaz al óxido de etileno, pero previamente debe efectuarse una limpieza y secado del material. El autoclavado se preferencia cuando se cuenta con material contaminado con residuos de índole orgánico (sólido o líquido) tales como medios de cultivo, tejido animal/humano/vegetal, u otros, mientras que los otros tipos de esterilización se consideran para el material de laboratorio u otro insumo. A continuación se presenta un cuadro resumen con las técnicas más comunes de esterilización y sanitización (adaptado de 17).

	Térmicos Autoclave	Químicos Peróxido de Hidrógeno	Ácido Paraacético	Óxido de Etileno	Radioactivos Rayos Gama
Impacto ambiental	Mínimo	Mínimo	Importante	Mínimo	Mínimo
Ventajas	Seguro Efectivo Económico Confiable Rápldo	Seguro Efectivo No tóxico Compatible con termolábiles	Seguro No tóxico Rápido	Efectivo Baja temperatura de uso Para materiales delicados Conflable	Simple Confiable Costos competitivos Rápido
Desventajas	Corrosivo Incompatible con material termolábil Posible deterioro del material plástico, filos metálicos Incompatible con soluciones que formen emulsiones con el agua, grasas y polvos	Incompatible con nylon, madera, celulosa, algodón Para materiales sólidos y de mínima humedad Muy costoso	Para materiales pequeños Aplicaciones puntuales	Lento Genera productos tóxicos Carcinogénico Costoso Necesita aireación Tóxico	Incompatible con PVC, PTFE y acetal.

Finalmente, para monitorear la efectividad de la esterilización, se puede verificar por medio de indicadores, tales como:

- Biológicos: utilizan esporas de Bacillus stearothermophilus (microorganismo termófilo). Se recomienda un control biológico cada semana.
- Químicos: Prueba de Bowie-Dick (papel que cambia de color).
- Físicos: Gráficas que registran la presión del vapor, la temperatura y el tiempo en cada ciclo de esterilización.

BUENAS PRÁCTICAS ASOCIADAS

 Reparar y reusar del material de vidrio hace posible ahorrar entre un 25 a 35% de los costos de compra de material de vidrio.

CONDICIONES DE USO

Las condiciones de uso se refieren a lo indicado directamente por el proveedor para cada caso.

BENEFICIOS AMBIENTALES

BRECHA

 Reducción en la disposición de material peligroso al ambiente.



VENTAJAS

- El uso de sistemas de esterilización permite el ahorro por disposición de material biológico peligroso al convertirlo en inerte.
- Esto permite su disposición general como desecho común.

DESVENTAJAS

- Si no se sigue un sistema de limpieza y mantención adecuado, se puede estar reusando material contaminado.
 Esto disminuiría la eficiencia de los procesos posteriores y/o contaminaría otras secciones de los laboratorios.
- Ciertos componentes de los residuos pueden provocar mal olor durante la operación de los autoclaves a vapor.

APLICABILIDAD

Aplicable a todo laboratorio o taller.

COSTOS Y AHORROS ASOCIADOS

- Debido a que el beneficio medioambiental no se puede cuantificar en este caso. Los costos suponen la inversión inicial de la compra de los equipos, su operación y mantención.
- Los ahorros se obtienen al evitar la disposición final del material.

CASO PRÁCTICO

Para la evaluación de un sistema de esterilización en un laboratorio o taller afín, se compararon distintas técnicas de esterilización a fin de determinar cuáles son las que presentan el mejor beneficio económico.

Consideraciones

Costo de mantención de los equipos: 6% del valor del equipo.

Periodo de inversión: 5 años

Tasa de interés: 10% en todos los casos.

El escenario base corresponde al desechado del material, por lo que el ahorro se considera al evitar su disposición.

Resultados

Autoclave a vapor

Inversión inicial: \$ 4.768.905 Costos operación: \$57.717 Ahorro anual neto: \$2.642.283

PRI: 2 año - TIR: 46% - VAN: \$ 5.028.634

Calor seco (horno)

Inversión inicial: \$617.448

Costos operación: \$25.740 (electricidad)

Ahorro anual neto: \$2.674.260

PRI: 0 año - TIR: 424% - VAN: \$ 9.301.309

Glutaraldehido 2%

Inversión inicial y operación: \$136.305

Ahorro anual neto: \$2.563.695

PRI: 0 año - TIR: 424% - VAN: \$ 9.201.715

El caso de esterilización por óxido de etileno no se presenta ya que al ser evaluado se determinó que no es rentable y en 5 años no se recupera la inversión inicial

5. REFERENCIAS

- Chemical Recycling and Waste Minimization Procedures. 2011. University of Houston.
 Disponible en http://www.uh.edu/ehs/manuals_and_forms/ecbs_chemrecyclewasteminproc012605.pdf
- Hazardous Waste Management Guide. University of Fiorida. Disponible En http://webfiles.ehs.ufl.edu/chemwastemgtguide.pdf
- Waste Minimization Guide. University of South Florida Disponible en http://usfweb2.usf.edu/eh&s/hazwaste/wminimizationguide.pdf
- Waste Minimization. University of Miami. Disponible en https://www6.miami.edu/health@safety/05umwasteminimization.pdf
- Managment of Hazardous Waste. A Policy and Procedures Manual.2000. Yale University.
 Disponible en http://ehs.yale.edu/sites/default/files/hazwaste%20manual%20chemical%20section.pdf
- 6. Guía para la definición y clasificación de residuos peligrosos.
 Disponible en http://www.cepis.ops-oms.org/eswww/fulltext/gtz/defclarp/guiares.html.
- 7. Manual de Gestión de Residuos de la Universidad de Extremadura. Disponible en http://www.hazard.com/msds/
- 8. Manual de Gestión de Residuos Peligrosos. Universidad de Salamanca.

 Disponible en http://www3.usal.es/personal/usalud/calid_amb/manual.htm.
- Reglamento de Manejo de Residuos Peligrosos. Universidad de Concepción.
 Disponible en http://www2.udec.cl/sqrt/reglamento/reglresiduos.html
- 10. An Executive Guide to Pharmaceutical Manufacturing Efficiency and the Effect of Environmental Legislation.

 Disponible en http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/wp/ssb@wp001_en-e.pdf
- 11. Prudent Practices in the Laboratory, Handling and Disposal of Chemicals. National Research Council, National Academy Press, 1995.
- 12. Diagnóstico sectorial APL Campus sustentable.
- Emission Estimation Techniques for Solvent Recycling.
 Disponible en http://www.npi.gov.au/publications/emission-estimation-technique/pubs/fsolvent.pdf
- 14. Patel, M. Medical sterilization methods White paper. LEMO. Disponible en http://www.digikey.com/Web%20Export/Supplier%20Content/lemo-1124/pdf/lemo-rf[]medical-steril.pdf?redirected=1
- 15. NTP 276: Eliminación de residuos en el laboratorio: procedimientos generales. INSHT Disponible en http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_276.pdf

ANEXO 1 SEGREGACIÓN DE RESUDIOS NO PELIGROSOS

Estos residuos son catalogados como inocuos, y generalmente se pueden clasificar como reciclables y no reciclables. Los no reciclables son asimilados como basura domiciliaria y dispuestos en contenedores especialmente diseñados para ello. Cuando se trate de residuos inocuos (orgánicos e inorgánicos) provenientes de actividades experimentales, éstos deben ser dispuestos en bolsas adecuadas y selladas. Los residuos reciclables se deben separar en origen según:

- Vidrio
- Plástico
- Papel Cartón
- Metal
- Baterías
- Orgánicos alimenticios

Esta separación facilita el reuso y el reciclaje según sea el caso. Los contenedores deben estar debidamente rotulados e identificados para no mezclar los residuos y dificultar las operaciones de recuperación. No se requieren condiciones especiales para su almacenamiento, con la única condición de que este material no se encuentra contaminado con residuos químicos u otro tipo de residuo peligroso. El material cortopunzante debe estar debidamente protegido para que no sea un peligro potencial para el manipulador final de los residuos. En la Figura 1 se muestra un ejemplo de cómo se pueden separar estos residuos.



Figura 5: Separación de residuos no peligrosos

Segregación de residuos químicos y/o peligrosos

El artículo 18 del DS 148/03 del MINSAL entrega una lista de residuos a fin de facilitar su identificación como peligrosos, los cuales se pueden agrupar en Corrosivos, Inflamables y Tóxicos. En la Tabla 2 se presenta el cuadro resumen con la identificación de los residuos y sus características.

Tabla 2: Identificación de los residuos por tipo y sus características principales.

TIPO DE RESIDUO	CARACTERISTICA
Solvente halogenado	Inflamable
Solvente orgánico no halogenado	Inflamable
Tóxicos	Tóxico Crónico
Material biológico	Tóxico Crónico
Otros	Tóxico Crónico - Inflamable - Corrosivo
Solución acida	Corrosivo
Mezclas complejas	Tóxico Crónico - Inflamable - Corrosivo
Solución alcalina	Corrosivo
Tubos fluorescentes	Tóxico Crónico
Cartón y toner	Tóxico Crónico
Chatarra electrónica	Tóxico Crónico

Dentro del manejo de residuos para su minimización se encuentra la segregación en origen, la cual permite que el disponedor final de los residuos pueda recolectar y tratar cada tipo de residuo de acuerdo a su peligrosidad y potencial de recuperación o reciclaje.

La segregación involucra la mantención o almacenamiento de los residuos por un tiempo determinado dependiendo de la frecuencia con que una empresa externa los retira. Es por esto que las sustancias peligrosas deben ser almacenadas en contenedores separados por tipo, de material adecuado y en áreas seguras, siempre contemplando lo que la normativa vigente establece en el título IV del D.S. 148/03 del MINSAL. Los contenedores deben ser de material altamente resistente que eviten fugas de líquidos contaminantes, realizándose inspecciones frecuentes a fin de evitar los derrames y filtraciones. La adecuada separación de los residuos depende de la correcta identificación y rotulación de los éstos. En la Tabla 3 se presenta como ejemplo el modelo PUCV para la segregación de residuos.

TIPO DE SOLVENTE	TIPO CONTENEDOR	COLOR	RESPONSABLE SEGREGACIÓN Y ELIMINACIÓN PRIMARIA
Solvente halogenado Solvente orgánico no halogenado Tóxicos Material biológico Otros Solución acida Mezclas complejas Solución alcalina	Bidón de 5 L	Blanco	Jefe de laboratorio
Tubos fluorescentes	Tambor de 200 L	Negro	
Cartón y toner	Caja de cartón	Café	Servicios generales
Chatarra electrónica	Cajas	Café	

En cuanto al manejo de los residuos, en particular de los residuos químicos, la unidad generadora o laboratorio es la encargada de acopiar correctamente los residuos en el contenedor apropiado. Cada unidad debe llevar el control de cuánto y cuáles residuos se producen y es responsable de la entrega al personal autorizado para el retiro.

Las zonas de almacenamiento primario estarán ubicadas en cada laboratorio, siendo solo para este fin, con la señalética adecuada y con acceso restringido al personal autorizado, cumpliendo con los requisitos del D.S. 148/03 del MINSAL.

Además de estar cada contenedor con un tipo de residuo en específico y rotulado por separado, no se debe almacenar más de 30 kg por residuo ni llenar el contenedor con más del 85% de su capacidad, manteniéndolo cerrado en toda ocasión. El transporte del residuo hacia el contenedor se hará en recipientes adecuados (plástico) y en pequeñas cantidades. Los contenedores se ubicarán en el suelo o en muebles que cuenten con barreras de contención. Los residuos incompatibles estarán físicamente distantes o con barreras de protección (las tablas de incompatibilidad se entregan en el DS 148/03 del MINSAL).

Se debe mantener siempre el contenedor en posición vertical sobre una superficie lisa. No cargar un envase sobre otro. La manipulación de los contenedores para el traslado y envasado de los residuos debe hacerse ocupando equipos de protección personal (calzado protector, guantes, gafas, etc.) y evitando todo derrame y contacto con la piel y los ojos del operador. Todo transporte de los contenedores se hará mediante un carro de transporte. Cada contenedor de residuos debe tener en forma visible las características de peligrosidad del residuo químico que contiene (pictograma de riesgos), el servicio o laboratorio generador, la fecha de su ubicación en el acopio transitorio,como lo indicado en la Figura 6.

(LOGO INSTITUCIONAL)		Nombre del residuo			
Nombre del establecimien	to		Símbolo		
Nombre del servicio, labor	atorio o unidad				
Código Lista A	Número de Naci	Número de Naciones Unidas (NU)			
Fecha inicio	Fecha término				

Sustancia peligrosa	Inflamable	Corrosivo	Tóxico	Biopeligro	Otros tóxicos
SUSTANCIAS PELIGROSAS	LIQUIDO INFLAMABLE	CORROSIVO	TOXICO 6	爱	
Todos los	Solvente	Mezcla c	omplejas	Material	Tubos
contenedore	orgánico	Otros		biológico	fluorescente
S	halogenado/	Soluciones			S
	no halogenado	alcalinas/ácida			Toner
		S			Chatarra
					electrónica

Figura 6: Etiqueta tipo para contenedores de residuos (modelo PUCV)

Los residuos químicos permanecerán en el acopio transitorio de cada laboratorio del EIB, hasta reunir un volumen económicamente viable para su eliminación, no debiendo superar un periodo mayor a un mes o 12 Kg. de tóxicos agudos, momento en el cual se gestionará su retiro por parte de una empresa externa, la cual cuenta con las debidas autorizaciones sanitarias para el transporte, disposición final o reciclaje de los mismos.

- 1. Plan de manejo de residuos peligrosos. Escuela de Ingeniería Bioquímica. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. 2012. Versión 1.
- Manual de procedimientos para el manejo de residuos de la Universidad Austral de Chile. Universidad Austral de Chile. 2009. Versión 2.
 Disponible en http://www.uach.cl/direccion/investigacion/archivos/manual_manejo_residuos_peligrosos.pdf
- 3. Plan de Manejo Sustancias y Residuos peligrosos. Universidad de Concepción. Disponible en http://www2.udec.cl/matpel/gestionresiduos.php

Anexo 2

Tratamiento de reducción de peligrosidad

Los residuos pueden ser tratados de manera química, física, biológica o térmicamente. Aqui se presenta una descripción de cada uno.

1. Química

- Neutralización. Los ácidos pueden neutralizarse utilizando bases y vice versa, a fin de lograr un pH cercano al neutro antes de ser dispuestas.
- · Oxidación. Por ej, residuos de cianidas con hipoclorito de calcio, o Reducción. Se utiliza para convertir sustancias peligrosas en sus formas menos móviles
- · Tóxicas, por ej. Cr(VI) a Cr(III) mediante sulfato ferroso.
- · Hidrólisis. Se refiere a la descomposición de sustancias peligrosas. Por ej. descomponer pesticidas organofosforados utilizando hidróxido de sodio.
- Precipitación. Principalmente se usa para convertir metales pesados peligrosos en sus formas menos móviles o insolubles previo a su disposición. Por ej. precipitación de cadmio mediante hidróxido de sodio. Otra forma para soluciones de metales muy diluidas es utilizar resinas de intercambio iónico o carbón activado.

2. Físicas

- Encapsulamiento. Los materiales peligrosos se pueden estabilizar e incorporar en una matriz sólida como concreto o polímeros orgánicos. Por ej, encapsulamiento de berilio en concreto.
- · Separación/centrifugación/filtración. Se refiere a la separación física de fases que contienen sustancias peligrosas de los constituyentes no peligrosos. Por ej. separación de aceites de aguas residuales.
- · Secado y evaporación. Se usa para residuos que no pueden destilarse y para remover agua de los residuos acuosos.

3. Biológicas

 Microorganismos. Se utiliza bajo condiciones controladas para mineralizar sustancias orgánicas. Por ej. el uso de pseudomonas bajo condiciones aeróbicas para romper fenoles.

4. Térmicas

- · Incineración. Involucra la aplicación de calor para convertir los residuos en formas menos peligrosas. Esta técnica reduce el volumen y a la vez entrega oportunidades de recuperar energía del residuo. Por ej. para destruir residuos orgánicos, incluyendo organoclorados como los PCB.
- · Autoclavado. Es la aplicación de calor húmedo para esterilizar el material biológica, reduciendo su peligrosidad al
 minimizar su carga contaminante. El autoclavado se preferencia cuando se cuenta con material de orgánico (sólido
 o líquido) como medios de cultivo, tejido animal/humano/vegetal, mientras otros tipos de esterilización se consideran
 para el material de laboratorio. La Tabla 4 es un cuadro resumen con las técnicas más comunes de esterilización³.

Tabla 4: Sistemas de esterilización y sus características principales.

	TÉRMICOS Autoclave	Peróxido de Hidrógeno	QUÍMICOS Ácido Paraacético	Á.:a. a.	RADIACIÓN Payos Gama
Ecoamigable	SI	SI	No	SI	SI
Ventajas	- Seguro - Efectivo - Económico - Confiable - Rápido	- Seguro - Efectivo - Sin residuos tóxicos - Para materiales termolábiles	- Seguro - No tóxico - Rápido	 Efectivo Baja temp. de uso Para material delicado Confiable 	- Simple - Confiable - Costos competitivos - Rápido
Desventajas	- Posibilidad de corrosión - No se puede utilizar en material termolábil	- Daña el nylon - Muy costoso	Para materiales pequeñosAplicac. puntuales	 - Lento - Producto tóxico - Carcinogénico - Costoso - Necesita aireaci - Peligroso a la salud 	y acetal

³ http://www.digikey.com/Web%20Export/Supplier%20Content/lemo-1124/pdf/lemo-rf-medical@steril.pdf?redirected=1



Política de la Universidad de Antofagasta para el Medio Ambiente y la Sustentabilidad (+APL/CS)