

## Diseño de un plan de manejo integral de residuos peligrosos, Recinto Universitario “Rubén Darío”, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua

### Design of an integral management plan for dangerous residues, “Rubén Darío” University Campus, National Autonomous University of Nicaragua, Managua

Yanett de la Concepción Mora Vargas<sup>1</sup>  
[moravar@hotmail.com](mailto:moravar@hotmail.com)

**Recibido:** 03 de marzo de 2020, **Aceptado:** 03 de octubre de 2020

#### RESUMEN

El presente trabajo, estudia la generación y cuantificación de Residuos Peligrosos en 13 áreas del Recinto Universitario Rubén Darío, de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua Managua, (UNAN – Managua). Así mismo, se evalúa el riesgo al entorno humano y al entorno ambiental con el propósito de diseñar el Plan de Manejo Integral de Residuos Peligrosos. La caracterización, permitió calcular la PPC de la población universitaria usuaria de las instalaciones, con un valor promedio de 0.017 Kg / habitante / día, y una densidad promedio de 111 Kg / m<sup>3</sup>. Se reportó, que el 97 % del total de los residuos generados, se clasifican como Residuos Biológicos Infecciosos, y el 3% como Residuos Químicos Peligrosos.

**Palabras claves:** residuos peligrosos; generación; cuantificación; manejo integral.

#### ABSTRACT

This study studies the generation and quantification of dangerous residues in 13 areas of the Rubén Darío University Campus of the National Autonomous University of Nicaragua (UNAN-Managua). Also, the risk to the human and environmental surroundings is evaluated to design the Plan of Integral Management of Dangerous Residues. The characterization, allowed to calculate of the PPC of the university population user of the facilities, with an average value of 0.017 Kg/inhabitant/day, and an average density of 111 Kg / m<sup>3</sup>. It was reported that 97% of the total residues generated are classified as Infectious Biological residues, and 3% as dangerous Chemical residues.

**Keywords:** dangerous residues; generation; quantification; integral management.

<sup>1</sup> Investigación financiada por FPI, Vicerrectoría de Investigación. Universidad Autónoma de Nicaragua, UNAN-Managua.  
© 2020 - Revista Científica de FAREM-Estelí.



## INTRODUCCIÓN

La Universidad Autónoma de Nicaragua, (UNAN- Managua), desarrolla diferentes actividades académicas de investigación y servicios, estas generan residuos que se clasifican como peligrosos, definidos como "aquellos residuos, que en cualquier estado físico contengan cantidades significativas de sustancias, que pueden presentar peligro para la vida y salud de los organismos vivos, cuando se liberan al ambiente o si se manipulan incorrectamente causado por su magnitud o modalidad de sus características corrosivas, tóxicas, venenosas, reactivas, explosivas, inflamables, biológicamente perniciosas, infecciosas, irritantes o de cualquier otra característica que representen un peligro para la salud humana, la calidad de vida, los recursos ambientales o el equilibrio ecológico" ( NTON 05015-2002). Para la gestión integral de estos residuos, es necesario diseñar un plan de manejo integral constituido por un conjunto de acciones dirigidas a prevenir la generación, promover la minimización y garantizar un manejo ambientalmente seguro. Cabe mencionar que el diseño del plan de manejo integral del Recinto Universitario "Rubén Darío", se realizó gracias al apoyo financiero de los Fondos Para Investigación de Proyectos (FPI) de la UNAN, Managua.

Desde inicios de la década de los 70, a nivel mundial se exteriorizó una creciente preocupación por el deterioro del medio ambiente. La participación activa de expertos, en la conferencia de Estocolmo efectuada en 1972; el Informe de la Comisión Brundtland, publicado en 1987; la Cumbre de Río de Janeiro, efectuada a mediados de 1992, crearon expectativas, en el tema de protección de los recursos naturales y el medio ambiente en diferentes sectores de la sociedad.

En el año 1997, el informe de la conferencia de Tbilisi, manifiesta: "Las universidades en su calidad de centros de investigación, de enseñanza y de formación de personal calificado de un país, deben dar cada vez mayor cabida, a la investigación sobre educación ambiental, y a la formación de expertos en educación formal y no formal".

Nicaragua, suscrita a distintos convenios internacionales, entre los que destacan el Convenio de Basilea en 1997, sobre movimientos transfronterizos y disposición de los residuos peligrosos; el Convenio de Estocolmo, sobre contaminantes orgánicos persistentes en el 2005; ha desarrollado, en el marco jurídico ambiental, normativas relacionadas, al manejo de desechos peligrosos como son las disposiciones de la Ley 217, "Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales", con sus reformas incorporadas Publicada en La Gaceta del 20 enero 2014, la cual expresa, que la personas que manejen residuos peligrosos deben de conocer sus propiedades físicas, químicas y biológicas (Ley 217: Arto 131).

Existe también, el Reglamento de la Ley General sobre Medio Ambiente y los Recursos Naturales. (Decreto. 9-96) que establece, las disposiciones de la regulación de incineración de sustancias y desechos peligrosos o potencialmente tóxicos; lo cual debe contar con la aprobación del Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA).

También, es importante destacar la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense, para el Manejo y Eliminación de Residuos Sólidos Peligrosos, (NTON 05015-02) que tiene por objeto, establecer los requisitos técnicos ambientales para el almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos, que se generen en actividades industriales, establecimientos que presten atención médica, laboratorios clínicos, laboratorios de producción de agentes biológicos, laboratorios de enseñanza y de investigación.

La UNAN-Managua, cumpliendo con su misión, y aportando a la construcción de una sociedad nicaragüense, en el marco de la responsabilidad social, y consciente de la necesidad de aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y del medio ambiente, aprobó en sesión ordinaria No 23, del 9 de noviembre del 2012, la política ambiental institucional, donde se compromete a prevenir y mitigar los impactos ambientales, implementando un sistema de gestión ambiental.

En 1958, dio inicio a sus funciones como entidad pública la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN –Managua), distribuida en cuatro sedes universitarias regionales y tres recintos universitarios en la ciudad de Managua, entre estos el recinto Universitario “Rubén Darío”; fundado en 1969, actualmente funciona como sede central y está distribuido en 5 facultades, un instituto Politécnico de la Salud (POLISAL) y las diferentes áreas administrativas, tiene aproximadamente una población de 25,500 individuos entre docentes, estudiantes, incluyendo becados y personal administrativos. (SIUDT, 2016).

Aunque, en el marco normativo del sistema de gestión ambiental de la universidad, se ha desarrollado un anteproyecto de un “Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos” para el Recinto Universitario Rubén Darío Unan-Managua, durante el plazo de 5 años (2012 al 2017), y se ha reglamentado el manejo de los Residuos Biológicos Infecciosos (RBI) en el 2015; No se ha diseñado aún, un Plan de Manejo Integral de Residuos Peligrosos, que permita conocer con precisión las áreas generadoras, cantidades generadas, situación actual del manejo, la disposición final de estos y la evaluación de riesgo.

Además, se requiere de lineamientos estratégicos, que permitan fortalecer las capacidades, participación y coordinación de los generadores, así como, la disposición económica y administrativa de las autoridades universitarias; En estos aspectos es donde radica la importancia del presente trabajo, que tiene por finalidad, plantear las acciones que permitan mejorar la gestión, y asegurar que el manejo de los residuos peligrosos, se realice de una manera ambientalmente razonable, con el menor riesgo posible, procurando la mayor efectividad económica, social y ambiental, en concordancia con la política nacional de residuos peligrosos y la política ambiental de la institución.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en 4 fases:

### **Fase 1: Diagnóstico actual del manejo de Residuos Peligrosos.**

De inicio, se visitaron las unidades académicas ubicadas en el recinto universitario "Rubén Darío", con el propósito, de identificar las diferentes actividades generadoras de residuos peligrosos, y verificar la gestión realizada en el manejo interno (clasificación, segregación, almacenamiento interno, recolección) y manejo externo (tratamiento, transporte y almacenamiento externo).

Así mismo, se identificaron 5 facultades que conforman el recinto en estudio: Facultad, Educación e Idiomas; facultad, Humanidades y Ciencias Jurídicas; facultad, Ciencias Médicas; facultad, Ciencias Económicas y facultad de Ciencias e Ingenierías. También cuenta con el Instituto Politécnico de la Salud (POLISAL), y centros clínicos, que representa una población aproximadamente de 25,000 personas entre docentes y estudiantes.

Por consiguiente, de las facultades antes mencionadas se seleccionaron 13 áreas productoras de Residuos Peligrosos que corresponde a la muestra estudiada, representada por una población de 8,200 personas aproximadamente (SIUDT, 2016). Seguidamente la información obtenida se analizó en una matriz FODA con la finalidad de identificar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas.

### **Fase 2: Cuantificación de Residuos Peligrosos**

Se midieron los residuos por 8 días consecutivos, abarcando 13 áreas seleccionadas, en cinco semanas, iniciando en el mes de septiembre, concluyendo en la primera semana del mes de octubre del año 2016, caracterizando los residuos peligrosos según peso, densidad y producción per cápita (PPC).

Para pesar los residuos biológicos infecciosos sólidos, se utilizaron bolsas plásticas negras, proporcionadas previamente a los responsables de la recolección y transporte de cada área generadora, con la finalidad de evitar el trasiego de estos. Los cortopunzantes fueron pesados en los recipientes de origen, haciendo uso de una balanza de reloj, registrando en una ficha los datos obtenidos.

Para encontrar el volumen, se vertieron los residuos en un recipiente plástico con capacidad de 0.2 m<sup>3</sup>, midiendo la altura de llenado y tomando en cuenta el vacío hasta el borde del recipiente; cabe mencionar, que el volumen es necesario para obtener matemáticamente la densidad. La fórmula utilizada para calcular el volumen fue la siguiente:

$$\text{Volumen de los residuos} = \pi * h * r^2$$

Dónde:

$\pi$ : Constante 3.1416

h.: Altura de los residuos (m.)

r: Radio de la circunferencia del recipiente (m2)

Seguidamente, con el peso real y el volumen, se calculó la densidad de los residuos aplicando la siguiente formula:

$$\text{Densidad kg /m}^3 = \text{Peso kg de los residuos} / \text{Volumen de los residuos m}^3$$

La generación per cápita, definida como la cantidad de residuos sólidos promedio generados en kilogramos por una persona por día, se calculó con la siguiente operación:

$$\text{PPC(kg/hab./día)} = \text{cantidad total de residuos recolectados (kg)} / \text{población generadora (hab/día)}$$

### Fase 3: Evaluación de riesgos

La evaluación de riesgo, se realizó aplicando la Norma UNE150008:2008 de España, para jerarquizar los riesgos como; bajo, medios, altos y muy altos, se tomaron en cuenta los parámetros de frecuencia o probabilidad (**P**) y el valor de gravedad (**VG**) de la consecuencia.

Como primer paso, se identificaron los escenarios de riesgos, en este estudio se toman en cuenta dos escenarios: el entorno ambiental y el entorno humano. Como segundo paso, se estima la probabilidad de ocurrencia de los escenarios, utilizando los criterios descritos de la tabla 1.

Tabla 1. *Estimación de la probabilidad (p)*

Valor	Probabilidad	Estimación
5	Muy probable	> Una vez al mes
4	Altamente probable	>Una vez al año y < una vez al mes
3	Probable	>Una vez cada 10 años y < una vez al año
2	Posible	> Una vez cada 50 años y < una vez cada 10 años
1	Imposible	>una vez cada 50 años.

Fuente: Norma UNE150008. (2008)

Como tercer paso, se determina el índice de gravedad (**IG**) de las consecuencias de los escenarios, el entorno ambiental y entorno humano, se calcula en función de la siguiente relación:

$$\mathbf{IG = Ca + 2X Pe + Ex + Pa}$$

Ca = Cantidad de sustancia o energía emitida al entorno

Pe = Peligrosidad intrínseca de la sustancia o energía

Ex = Extensión de influencia del impacto en el entorno

Pa = Población afectada

Cabe señalar, que la cuantificación de cada uno de los factores descritos en la ecuación anterior, se obtuvo en función de su magnitud, conforme los valores indicados en la tabla 2.

Tabla 2. *Criterios de Gravedad Entorno Ambiental*

Valor	Cantidad (Ca)	Peligrosidad (Pe)	Extensión (Ex)	Cambio del Medio (CM)
4	Muy alta	Muy peligrosa	Muy extenso(>10Km)	Muy elevada
3	Alta	Peligrosa	Extenso (< 1Km)	Elevada
2	Poca	Poca peligrosa	Poco Extenso (< 100 m)	Media
1	Muy poca	No peligrosa	Puntual (<10 m)	Baja

Fuente: Norma UNE 150008. (2008)

Como cuarto paso, se determinó el valor de gravedad (**VG**) mediante la asignación de una puntuación de 1 a 5, según el resultado obtenido del índice de gravedad (**IG**) de las consecuencias sobre el entorno ambiental, conforme lo indicado en la tabla 3.

Tabla 3. *Valor de Gravedad (VG) en función del Índice de Gravedad (IG)*

VALOR	IG	VG
Crítico	18-20	5
Grave	15-17	4
Moderado	11-14	3

Leve	8-10	2
No relevante	7-5	1

Fuente: Norma UNE150008. (2008)

Finalmente, la jerarquización del escenario de riesgo ambiental y humano se realizó en función de su probabilidad de ocurrencia (**P**) y su valor de gravedad (**VG**) en una matriz de doble entrada, detallada en la tabla 4. Cada escenario de riesgo se ubicó en su celda correspondiente, pudiendo así determinar si es o no significativo; solo aquellos riesgos calificados como altos o muy altos se consideran aquí como significantes.

Tabla 4. *Matriz de doble entrada para determinación de Riesgos significativos*

Consecuencias	Probabilidad				
	1 Improbable	2 Posible	3 Probable	4 Altamente Probable	5 Muy Probable
1 No Relevante					
2 Leve					
3 Moderado					
4 Grave					
5 Crítico					

Fuente: Norma UNE150008, (2008).

**Clave de interpretación:**

Riesgo bajo 1 -5

Riesgo moderado 6-10

Riesgo medio 11-15

Riesgo alto 16 -20

Riesgo muy alto 21-25

**Fase 4: elaboración del plan de Manejo de Residuos Peligrosos (PMIRP) del Recinto Universitario “Rubén Darío”**

El plan de manejo, se elaboró tomando en cuenta los resultados obtenidos en el diagnóstico, la caracterización y la jerarquización de riesgo; Está estructurado de manera, que cumple con una planificación lógica e incluye objetivos, alcances, lineamientos estratégicos, plan de acción, seguimiento, control y actualización del mismo. Para cumplir con los objetivos propuestos, se delimitó un horizonte de planeación de cinco años desde el año 2017 hasta el año 2022

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

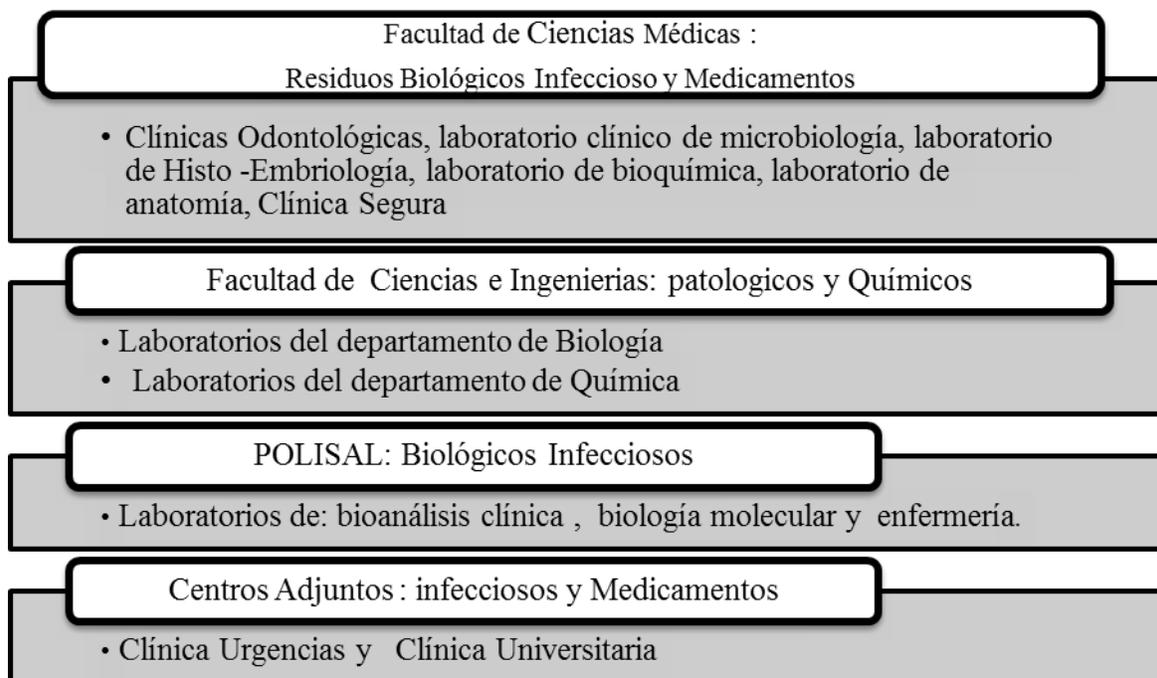
### Fase 1: Diagnóstico actual del manejo de Residuos Peligrosos.

El diagnóstico, permitió identificar a la docencia, investigación y la extensión de servicios; como principales actividades generadoras de Residuos Peligrosos, llevadas a cabo en las facultades de: Ciencias Médicas, Ciencias e Ingenierías, Instituto Politécnico de la Salud (POLISAL) "Luis Felipe Moncada" y las Clínicas Urgencias y Universitaria

A como se observa en la figura 1, entre los residuos generados se encuentran, Residuos Biológicos Infecciosos (RBI), que a su vez se clasifican en infecciosos propiamente dichos (guantes, naso buco, papel contaminado, algodón y gasa) los punzocortantes (hojillas, lancetas, agujas y cristalería) y los patológicos (Heces fecales, sangre, orina, fluidos corporales, plasma y cepas). Otros residuos son los Químicos, aunque en menor cantidad, pero representan mayor peligrosidad al igual que los Medicamentos vencidos.

Los Residuos Peligrosos requieren de principal atención en su manejo, de la misma forma, Irit et al.(2005) aseveran que estos tipos de residuos requieren de más atención, no solo por su cantidad sino por los potenciales riesgos que encierran para la salud y el medio ambiente, estos son los residuos producidos en laboratorios de docencia y de investigación.

Figura 1. Áreas generadoras y tipos de residuos generados



Fuente: Elaboración propia. (2016)

De forma general, el análisis FODA muestra que existe un manejo deficiente de los Residuos Peligrosos generados en el recinto universitario "Rubén Darío" UNAN- Managua, la política ambiental institucional incluye un plan de gestión ambiental dirigido al manejo de los Residuos no Peligrosos, en este marco legal, solamente se ha reglamentado el manejo de los Residuos Biológicos Infecciosos (RBI) como residuos peligrosos, el cual no se ha implementado, debido a la ausencia de una unidad ambiental, que impulse los mecanismos eficientes de gestión, y proporcione los equipos necesarios para la recolección, transporte, almacenamiento y disposición final de estos.

Por otra parte, los principales actores desconocen, los procedimientos para prevenir, minimizar, segregar los residuos, así como también desconocen, las normativas vigentes para el manejo integral de estos. de aquí la importancia de capacitar y concientizar a todos los involucrados en el proceso, que incluye desde la generación hasta la disposición final.

En relación al personal que participa en la recolección y movilización, no usa equipos adecuados de protección, propiciando accidentes laborales, coincidiendo con lo señalado por Espinal *et al.* (2011) donde se evidencia que los trabajadores involucrados en la recolección de los residuos sólidos no cuentan con un equipo de seguridad necesario para el desempeño de sus labores, sin embargo, cabe mencionar que cuentan con seguro médico y tiene el beneficio adicional de ser atendidos en la clínica Universitaria ubicada en la Colonia Miguel Bonilla.

Otro punto importante, es la movilización de los Residuos Peligrosos junto a los desechos comunes, los cuales son depositados en acopios temporales expuestos entre 24 y 48 horas a cielo abierto en las instalaciones del recinto, hasta ser removidos para su disposición final en el botadero municipal; hecho que concuerda con lo indicado por Escobar(2008) donde expone que un 94% de los residuos, van a parar a depósitos o botaderos a cielo abierto o son quemados para reducir su volumen, dichos botaderos se han constituido en sitios contaminados y en un riesgo para los cuerpos de agua superficiales y subterráneos.

Es de mucha importancia mencionar, que la universidad no cuenta con una infraestructura que permita, el tratamiento previo de estos residuos antes de su disposición final, de igual manera lo confirman en la propuesta del plan de manejo de residuos sólido del recinto universitario Espinal *et al.*(2011) donde se hace mención, que actualmente se carece de la infraestructura y obras civiles necesarias para el buen manejo de los desechos, por lo que incluyen en su propuesta, un diseño de construcción para una estación de transferencia para Residuos Sólidos, generados en el recinto universitario.

Es oportuno mencionar, que la institución esta fortalecida con una Política Ambiental vigente desde el año 2012, que manifiesta la disposición y el compromiso de las autoridades académicas de garantizar un ambiente sano y libre de contaminación en la UNAN-Managua; En la práctica los recursos financieros para el manejo integral de los Residuos Peligrosos no están presupuestados lo que conlleva a una deficiente gestión.

## Fase 2: Cuantificación de Residuos Peligrosos

La cuantificación de Residuos Peligrosos, en el Recinto Universitario "Rubén Darío", se llevó a cabo durante 8 días hábiles, alcanzando un valor de 140.82 Kg, y un promedio de 18 Kg/día, permitiendo determinar una producción per cápita promedio de 0.017 Kg / habitante /día, y una densidad promedio de 111 Kg / m<sup>3</sup>. Según el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS-OPS), el valor PPC de los Residuos Peligrosos debe oscilar entre 1 y 4,5 kg/ persona/día. (Escobar, 2008), por lo tanto, los valores encontrados de PPC en el recinto están por debajo de lo referenciados. Además, en el recinto se generan 1,621.91 kg de Residuos Sólidos aproximadamente (Espinal *et al.*, 2011) por lo que se puede afirmar que Una mínima parte (140.82 kg) son considerados Peligrosos, esto no quiere decir que hay minimizar el problema existente de gestión, y a como indica Escobar(2008) dado que no se realiza una separación en la fuente, la globalidad de la generación se les considera como residuos peligrosos.

En general se afirma, que la cuantificación de los Residuos Peligrosos en las diferentes áreas, se dificultó, dado a la falta de un sistema de registro, rutas no definidas de movilización y la falta de segregación. De igual manera se coincide con Espinal *et al.*(2011) en su estudio, hacen hincapié en que no existen rutas definidas de recolección dentro del recinto, lo que genera un débil y costoso proceso de recolección de desechos. Los depósitos de basura distribuidos en algunos puntos dentro del recinto no tienen el tamaño adecuado, para la recolección, almacenaje y tratamiento apropiado.

Tabla 5. Distribución porcentual y en kg de los Residuos Peligrosos Generados en el recinto universitario "Rubén Darío"

Áreas generadoras	Cortopunzantes	Infeciosos Patológicos	Químicos	TOTAL				
Facultad C. médicas	7.96 kg	6 %	63.22 kg	45%				
Centros Adjuntos	2.08 kg	1%	5.09 kg	4%				
POLISAL	22.15 kg	16%	29.89 kg	21%				
Facultad Ciencias / Ing.	0	0	6.15 kg	4%	4.28 kg	3%		
TOTAL	32.19 k	23%	104.35 kg	74%	4.28 kg	3 %	140.82 kg	100%

Fuente: Elaboración propia. (2016)

Los Residuos Peligrosos, generados en el recinto universitario principalmente, son infecciosos (104.35 kg), cortopunzantes (32.19 kg). No obstante, los Químicos (4.28 kg) representan una mínima cantidad en relación a los anteriores, pero no se puede despreciar su grado de peligrosidad, los resultados detallados en la tabla 6 indican, que porcentualmente la facultad de Ciencias Médicas (45%) es el mayor generador de residuos patológicos–infecciosos, mientras que el POLISAL es el mayor productor de Cortopunzantes (16%).

Los Residuos Biológicos Infecciosos, se generan en los laboratorios de docencia (anatomía, fisiología, embriología), extensión de servicios a pacientes de la Facultad de ciencias médicas (Odontología, laboratorios clínicos, centros médicos). En el POLISAL se generan en actividades

de docencia , investigación y de extensión de servicios, ofrecidas en el laboratorio de Biología Molecular a la población en general , donde se realizan pruebas diagnósticas de: Leucemia, Virus Papiloma Humano (VPH), Síndrome Mieloproliferativos y Cáncer de Laringe entre otros.

En relación a los Residuos Químicos, aunque es un porcentaje bajo en proporción a los anteriores, es importante tomar en cuenta sus características de peligrosidad, que resulta de las mezclas de disolventes halogenados; disoluciones acuosas, orgánicas e inorgánicas (Bases); metales pesados; ácidos orgánicos e inorgánicos, sulfuros y cianuros; estos se conciben en las practicas docentes, donde se observó la falta de segregación y minimización , residuos vertidos en desagües de aguas residuales sin tratamiento previo, almacenamiento inadecuado , así como también la ausencia de un registro de sustancias utilizadas y generadas en los laboratorios.

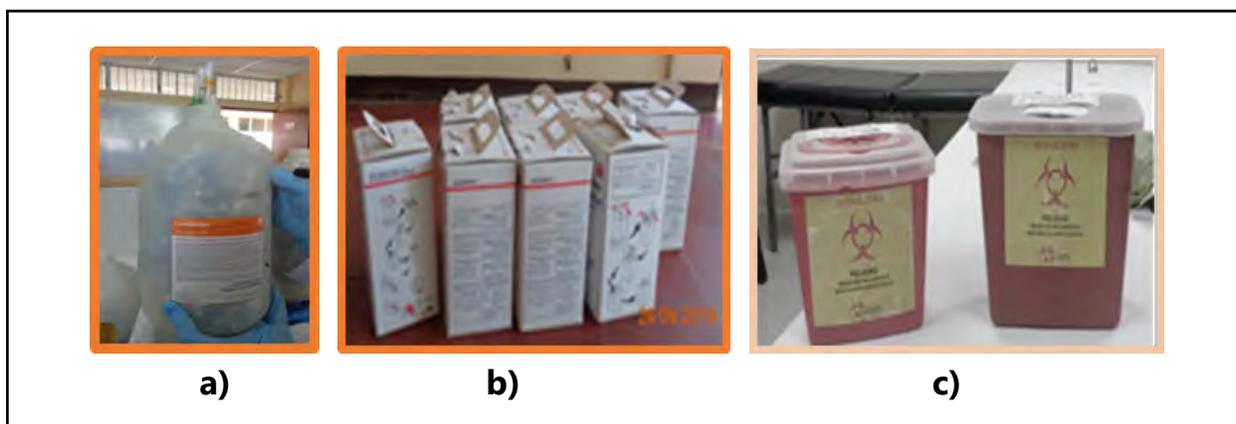
Tabla 6. Residuos Peligrosos almacenados en el Recinto Universitario "Rubén Darío"

Áreas generadoras	Cortopunzantes	Medicamentos	Químicos
Facultad de C. médicas	30.5 kg		
Centros Adjuntos	30.2 kg	46.26 kg	
POLISAL	32.15 kg		
Facultad de Ciencias / Ing.			1,493.3 kg
<b>TOTAL</b>	<b>92.85 kg</b>	<b>46.26 kg</b>	<b>1,493.3 kg</b>

Fuente: Elaboración propia. (2016)

Por otro lado, la tabla 6 muestra los residuos peligrosos que están almacenados indefinidamente en las áreas generadoras, evidenciando un manejo deficiente de los residuos químicos, medicamentos y cortopunzantes, que incurre en la necesidad de un plan de gestión que asegure su disposición final, amigable con el medio ambiente.

Figura 2. Recipientes de almacenamiento temporal de Cortopunzantes



Fuente: Elaboración propia (2016)

Nota: a) Recipiente reciclado para almacenamiento de cortopunzantes; b) cajas especiales para almacenamiento temporal de los cortopunzantes; c) Guardianez Rojos

Según los datos proporcionados por los responsables de área, los cortopunzantes, permanecen en el área generadora hasta por 2 años, el 80% utilizan los recipientes específicos para su

almacenamiento temporal llamados "Guardianes Rojos", pero estos tienen un alto costo y no son reciclables, por lo que emplean otros recipientes no adecuados, (figura 2) lo que contradice lo prescrito en las normativas vigentes (NTON 05 015-02), relacionada al período de almacenamiento temporal de los residuos Biológicos Infecciosos, se establece hasta 2 días a temperatura ambiente en los centros de enseñanza e investigación.

El Reglamento para el Manejo de los Residuos Biológicos Infecciosos (RBI, 2015), en su artículo 44 refiere que los tratamientos para este tipo de residuos, estarán basados en procesos químicos y físicos como la incineración, autoclave y esterilización por vapor. Sin embargo, hay que tomar en cuenta el riesgo beneficio de cada método.

Uno de los problemas que se enfrenta, es la formación de Dioxinas y Furanos por incineración deficiente (temperatura y presión baja), un estudio realizado en la universidad de Antioquia (Cobo et al., 2004) indica, que las cenizas volantes resultantes de la incineración están clasificadas como residuos peligrosos, no sólo por la presencia de cantidades significativas de metales pesados, sino también por su alto contenido de Dioxinas y Furanos y luego requiere de inertización antes de disponerlo en un vertedero controlado.

Con respecto a los residuos químicos almacenados (1,493.3 kg), registrados en la tabla 7, los hallazgos muestran la falta de minimización, segregación y almacenamiento inadecuado, evidenciando la ausencia de un reglamento de manejo integral; consecuentemente los espacios están subutilizados ya que uno de los 4 laboratorio se utiliza como bodega, los residuos están ubicados algunos en anaqueles y otros en el piso, sin tomar en cuenta su grado de peligrosidad, la mayoría de estos no tienen etiqueta.

Estos hallazgos, coinciden con lo descrito en la auditoría realizada (López et al., 2010) en los laboratorios de química, sus observaciones manifiestan, que el mobiliario y espacio físico del laboratorio 101, se utiliza como bodega y hay acumulación de reactivos desconocidos y no utilizados, además describen que se encuentran reactivos y cristalería en el piso por falta de espacio en los estantes. Por lo antes mencionado es necesario realizar tratamientos a los residuos químicos almacenados para realizar su disposición final.

Hasta el momento, en la UNAN Managua, no se cuenta con ningún protocolo para el tratamiento de los residuos químicos, no hay muestra de interés, de emprender proyectos con los estudiantes para resolver esta problemática, que concierne a todos como principales protagonistas. Según Meyer (2018), los Residuos Químicos, pueden ser tratados por métodos químicos (Neutralización; Oxidación / hidrólisis; Precipitación), donde se utilizan el carbonato cálcico, hidróxido cálcico, sosa caustica, ácido sulfúrico y ácido clorhídrico entre otros. Así mismo los residuos de sales de metales de transición y solventes de lavado pueden ser recuperados por recristalización o destilación para su uso posterior.

Otros métodos descritos (Meyer, 2018) es la encapsulación como método físico propicios para eliminar los residuos de medicamentos vencidos, también sugiere la incineración en fábricas de

cemento, los hornos utilizados para la producción de cemento cumplen los parámetros requeridos para la destrucción de desechos peligrosos, es particularmente adecuada para residuos oleosos, disolventes y residuos con alto contenido calórico. No es apropiado para halógenos orgánicos y fosfatos.

### Fase 3: Evaluación de Riesgos

La matriz FODA, permitió identificar los escenarios de riesgos, al entorno Humano (Tabla 7) y al entorno Ambiental (Tabla 8), Luego se procedió a evaluar los riesgos tomando en cuenta la norma española UNE 15008:2008, describiendo las causas y consecuencias del manejo deficiente de estos residuos en las áreas generadoras.

Tabla 7. *Escenarios del Entorno Humano*

Escenarios	Causas	Consecuencias
1. Personal a cargo del laboratorio no usan equipo de protección para la manipulación de sustancias químicas	No existe, una unidad que gestione los residuos Químicos. Además, no se concientiza, ni se capacita a los generadores y responsables de laboratorios. Es evidente el desconocimiento de estos temas en los estudiantes.	Personas con quemaduras graves de piel, irritaciones de mucosas, problemas gastrointestinales, cortaduras con cristalerías en descarte y enfermedades crónicas como alergias, inclusive la muerte.
2. Personal involucrado en el proceso de recolección y transporte de Residuos Biológicos Infecciosos sin equipos de protección e higiene	No se aplica el Reglamento para el Manejo Integral de los Residuos Biológicos Infecciosos institucional. Falta de concientización y capacitación del personal involucrado en el manejo de Residuos Biológicos Infecciosos.	Personas que contraen enfermedades como el VIH, Hepatitis, cortaduras e infecciones de heridas por bacterias, etc.

Fuente: Elaboración propia (2016).

Los escenarios identificados en el entorno humano (Tabla 8), reflejan las inconsistencias del manejo deficiente de los residuos peligrosos, y las posibles consecuencias, que pueden afectar a la comunidad universitaria en general. Así mismo, se evidencia la falta de seguridad e higiene, en las personas que realizan la recolección y transporte de los Residuos Peligrosos (Figura 3), la cultura de evitar el uso de equipos de protección y el desconocimiento de los riesgos, conllevan a una alta probabilidad de que estos sucedan. Serrano, A. & Hernández. A.(sf.), exterioriza que los agentes biológicos (virus, bacterias, hongos y parásitos), son susceptibles de originar cualquier tipo de infección, alergia o toxicidad.

Figura 3. Personal sin equipos de protección e higiene



Fuente: Avalos, C. (2017)

De la misma manera, sucede con los implicados en el manejo de las sustancias químicas, cuyo valor de peligrosidad, incide de manera directa en la salud de las personas que están en contacto. Según Serrano, A. & Hernández, A.(sf.), las personas expuestas a estas sustancias y preparados, pueden presentar diferentes afecciones, tal es el caso de los Corrosivos, que en contacto con el tejido vivo pueden ejercer una acción destructiva del mismo; las sustancias Irritantes, que por contacto inmediato, prolongado o repetido con la piel o las mucosas puedan provocar una reacción inflamatoria. También se describen que tienen efectos cancerígenos, teratogénicos, mutagénicos y alergénicos.

Tabla 8. Escenarios del Entorno Humano

Escenarios	Causas	Consecuencias
3. Emanación de gases de las sustancias químicas durante las prácticas docentes	Las campanas extractora de gases están en mal estado provocando la emisión de sustancias tóxicas al ambiente. (Figura 7)	Emisionesdegasesdispersas en el aire, provocando olores desagradables y contaminación al medio ambiente y a la salud de las personas.
4. Residuos Químicos sin segregar y vertidos en el desagüe de aguas residuales.	Desconocimiento de los métodos y procesos de segregación y tratamiento de los Residuos Químicos	Contaminación de las aguas con metales pesados.
5. Almacenamiento de Residuos Químicos sin tomar en cuenta las normas de seguridad.	Ausencia de un reglamento para el manejo integral de los Residuos Químicos	Reacciones violentas, que pueden generar calor, incendio, explosión y/o la generación de gases tóxicos peligrosos
6. Residuos Biológicos Infecciosos transportados y manipulados junto a los desechos comunes.	Falta de segregación de los Residuos Biológicos Infecciosos de los desechos comunes	Contaminación del subsuelo, aguas superficiales y subterráneas.

---

7. Botadero a cielo abierto con filtración de Lixiviados y arrastre, hacia áreas verdes aledañas, durante el invierno	Ausencia de infraestructura para estación de transferencia	Contaminación directa facilitada por vectores, roedores, a comedores y aulas de clases.  Partículas de polvos contaminadas impulsadas por el viento.  Olores desagradables en el ambiente.
---	--	--

---

Fuente: Elaboración propia (2016).

Los escenarios descritos en la tabla 9, indican las causas y consecuencias de la exposición de los residuos a cielo abierto, la contaminación al medio ambiente se visualiza (figura 5), en los campos de recreación del recinto, también se pudo constatar, el arrastre de los residuos hacia lugares aledaños por las corrientes provocadas por las lluvias, (Figura 3).

Basabe, A. (2010). Refiere, que la generación de lixiviados en el vertedero es un factor de riesgo muy importante para las aguas subterráneas, por lo que en la fase de diseño y ubicación del vertedero han de desestimarse las zonas con permeabilidad baja o nula.

Figura 4. Arrastre de residuos por corriente en invierno



Fuente: Avalos, C. (2017)

Figura 5. Botadero a cielo abierto, campo de softball, Recinto Rubén Dario



Fuente: Elaboración propia

En relación a los Residuos Químicos, los laboratorios están subutilizados, ya que sirven de bodegas temporales, (Figura 6). Basabe, A. (2010). Señala, que, en la gestión de estos, primero se debe evitar la generación, luego se debe recuperar y reutilizar los materiales o realizar intercambios de residuos con otros laboratorios.

Figura 6. Residuos químicos almacenados



Fuente: López *et al*, (2010)

Figura 7. Campana extractora de gases. En al Estado



Fuente: López *et al*, (2010)

Reyes, J (2006) describe los riesgos, que los Residuos Químicos según sus características pueden, producir. De forma general indica, que provocan toxicidades agudas o crónicas y ecotoxicidad por persistencia ambiental o bioacumulación. Hay otros, que presentan característica de inflamabilidad y pueden arder en condiciones existentes en el ambiente; los que presentan característica de reactividad, químicamente son inestables, potencialmente explosivos o pueden reaccionar violentamente en las condiciones ambientales. Pero los Residuos que presentan característica de combustibilidad no son menos peligrosos porque contiene sustancias, elementos o compuestos que, al combinarse con el oxígeno en condiciones existentes en el ambiente, puede generar energía en forma de calor y luz, dióxido de carbono y agua.

Tabla 9. *Evaluación de Riesgos*

Riesgos	Probabilidad	IG	VG	Riesgo significativo.
<b>ENTORNO HUMANO</b>				
Riesgo 1	4(Altamente probable)	8 (Leve)	2 (Leve)	<b>8 (Riesgo Bajo)</b>
Riesgo 2	5 (Muy probable)	14(Moderado)	3 (Moderado)	<b>15 (Riesgo medio)</b>
<b>ENTORNO AMBIENTAL</b>				
Riesgo 3	4(Altamente probable)	10(Leve)	2 (Leve)	<b>8 (Riesgo Moderado)</b>
Riesgo 4	4(Altamente probable)	14 (Moderado)	3 (Moderado)	<b>12 (Riesgo Medio)</b>
Riesgo 5	5(Muy probable)	16 (Grave)	4 (Grave)	<b>20 (Riesgo Alto)</b>
Riesgo 6	5(Muy probable)	18(Crítico)	5(Crítico)	<b>25 (Riesgo muy alto)</b>
Riesgo 7	5(Muy probable)	20(Crítico)	5(Crítico)	<b>25 (Riesgo muy alto)</b>

Fuente: Elaboración Propia (2016)

En la Tabla 9, se muestran los resultados de la evaluación de riesgos, encontrando que el riesgo del Entorno Humano tiene un valor no significativo, a diferencia del Entorno Ambiental, que tiene un valor significativo muy alto; esta perspectiva nos permite medir la dimensión del problema existente en el Recinto Universitario Rubén Darío. Aunque los resultados indiquen que el Entorno Humano el valor del riesgo oscila entre bajo y medio, no hay que perder de vista que es altamente probable que sucedan los accidentes o que las personas expuestas enfermen.

La evaluación de los Escenarios de Riesgos, nos da una dimensión del problema existente en el Recinto Universitario Rubén Darío. Estamos siendo vulnerables y seguiremos siendo vulnerables a los riesgos, mientras no se tomen medidas drásticas y estas medidas deben de convertirse en responsabilidades tanto de los generadores como de las autoridades Universitarias.

#### **Fase 4: Propuesta de Plan de Manejo Integral de Residuos Peligrosos del Recinto Universitario Rubén Darío de la UNAN Managua**

Se realizó, la propuesta del Plan de Manejo Integral de Residuos Peligrosos, del Recinto Universitario Rubén Darío de la UNAN Managua, en base a los resultados obtenidos, estableciendo cinco lineamientos estratégicos, trazando acciones que se fundamenta en la necesidad de perfeccionar las deficiencias, en el manejo interno, y externo de los residuos peligrosos, la capacidad de ejecución de los generadores, y la toma de decisiones en la implementación de las acciones identificadas.

Los lineamientos a seguir incluyen: Prevención y minimización; manejo, interno ambiental seguro; manejo,externo ambientalmente seguro; marco legal y normativo; capacitación y asistencia técnica. De aquí, que las metas propuestas, están dirigida a establecer, buenas prácticas, en la prevención y minimización de residuos generados; Buenas prácticas, de almacenamiento de los residuos peligroso; implementación, de programas de educación ambiental dirigidas a la comunidad universitaria; elaboración, de instrumentos legales que permitan la implementación de planes, infraestructura adecuada, para tratamiento de los residuos peligrosos previo a su disposición final y manejo de residuos peligrosos eficiente.

Para dar cumplimiento a las metas anteriormente mencionadas se precisó un horizonte de planeación de cinco años (2017-2022), seguida de evaluaciones constante, donde se verifiquen los avances del cumplimiento de estas, así como detectar, irregularidades u oportunidades de mejora con el fin de hacer los ajustes pertinentes.

## CONCLUSIONES

El Recinto Universitario Rubén Darío, está fortalecido con una política ambiental, que garantiza la salud de la comunidad universitaria y del medio ambiente. En este marco regulatorio, se ha reglamentado el Manejo de los Residuos Biológicos Infecciosos; el cual no se le da cumplimiento, debido a la ausencia de convenios con empresas encargadas de la gestión de estos, minimización de los riesgos causados por un manejo deficiente, y la falta de asistencia económica por parte de las autoridades académicas.

De igual manera se ha diseñado el Plan de Manejo de Residuos Sólidos, pero no existe un Plan de Manejo Integral de Residuos peligrosos; en consecuencia, no existe un adecuado manejo y gestión de estos, generados en las diferentes actividades de investigación, docencia y extensión de servicios.

La fase diagnóstica permitió identificar a la Facultad de Ciencias Médicas; Facultad, de Ciencias e Ingenierías; Instituto Politécnico de la Salud, "Luis Felipe Moncada" (POLISAL); Clínica Urgencias y Clínica Universitaria, como las áreas generadoras de residuos Peligrosos, además, se verifico que se generan Biológicos Infecciosos y Químicos, cabe señalar que los medicamentos se consideran parte de estos últimos.

De la cuantificación, se obtuvo que el 97% de los residuos generados en el recinto universitario son biológicos infecciosos y de estos el 74% son infecciosos–patológicos, generados mayormente en la Facultad de Ciencias Médicas, obteniendo una producción percapita de 0.017 Kg / habitante /día, y una densidad promedio de 111 Kg / m<sup>3</sup>.

Así mismo, se encuentran altas cantidades de Residuos Químicos almacenados (1493.3 kg) indefinidamente, en espera de una disposición final que no perjudique al medio ambiente. El manejo deficiente, y la forma inadecuada e indefinida de almacenamiento nos indican, la necesidad de un Reglamento para el Manejo integral de estos. Por otro lado hay que retomar esta temática en los programas de asignaturas que generan estos residuos, con el propósito de favorecer el manejo correcto en la prevención, minimización, segregación y tratamiento. De igual manera se deben formular proyectos innovadores con los estudiantes para dar solución a esta problemática.

Es sumamente esencial, la presencia de un espacio específico, adecuado y seguro para el almacenamiento temporal de los Residuos Peligrosos, que cumpla con las normativas vigentes nacionales e internacionales, en busca de una disposición final segura, limpia y amigable con el medio ambiente.

Los niveles de riesgos ambientales, en el recinto universitario Rubén Darío, es de mayor relevancia en el entorno ambiental, con un valor Altamente Significativo según la Norma UNE150008. Siendo los escenarios con mayor significancia "Residuos Biológicos Infecciosos transportados y manipulados junto a los desechos comunes" y "Botadero a cielo abierto con filtración de Lixiviados y arrastre, hacia áreas verdes aledañas, durante el invierno" los cuales representan un peligro latente para el Ambiente y la salud Humana.

Finalmente, se diseñó, el Plan de Manejo Integral de Residuos peligrosos del Recinto Universitario Rubén Darío de la UNAN- Managua, este consta de cinco lineamientos a seguir los que incluyen: Prevención y minimización; manejo interno, ambiental seguro; manejo externo, ambientalmente seguro; marco legal y normativo; capacitación y asistencia técnica. Se recomienda, considerar la propuesta de este proyecto, dirigido, bajo la responsabilidad de una unidad ambiental y de Seguridad Laboral, con el apoyo legal y financiero de la institución. La Universidad debe promover una campaña de sensibilización para toda la comunidad universitaria para que estos esfuerzos y las mejoras del plan de manejo puedan implementarse.

## BIBLIOGRAFÍA

- Avalos,C.( 2017). Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos, para el Recinto Universitario Rubén Darío. [Tesis maestría, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua]. <https://repositorio.unan.edu.ni/9425/1/98435.pdf>
- BASABE, A. (2010). *Análisis y Evaluación de Riesgo Ambiental en un Vertedero de Residuos de Construcción y Demolición*. C:/User/Felix/Downloads/componente67292%20(3.pdf)
- Cobo, M. I., Hoyos, A. E., Aristizábal, B., & Montes de Correa, C. (2004). Dioxinas y furanos en cenizas de incineración. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, núm. 32, pp. 26-38. <https://www.redalyc.org/pdf/430/43003203.pdf>
- Decreto-9-96 /1996, de 29 de agosto, Reglamento de la Ley General sobre Medio Ambiente y los Recursos Naturales. La Gaceta, Diario Oficial, núm. 163, de 29 de agosto de 1996, pp. 3553 a 3563. <http://www.mem.gob.ni/wp-content/uploads/2017/05/Reglamento-de-la-General-del-Medio-Ambiente-y-los-Recursos-Naturales.pdf>
- Escobar,M. (2008). La Gestión Integral de los Residuos en Centro América.El caso de Nicaragua. En P., Andres. Y R, Rodriguez(Ed.),*Evaluación y Prevención de Riesgos Ambientales en Centro América* (pp. 267-283).Documenta Universitaria. Girona. España.
- Espínal, F. Hernández, E. y Llanes, m. (2011). *Anteproyecto del plan integral de gestión ambiental de residuos sólidos para el recinto universitario "Rubén Darío" 2012-2031 UNAN, -Managua*. [Tesis maestría, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua]. <https://repositorio.unan.edu.ni/5089/1/89438.pdf>.
- Irit, Y. Matos, J. Panunzio, A.; Núñez, M y Bellowín, M. (2005). Desechos biológicos generados en laboratorios de la Facultad de Medicina de una institución universitaria.. *Kasmera*, vol. 33, 1, pp.27 – 35. [https://www.researchgate.net/profile/Amelia\\_Panunzio/publication/262660656\\_Desechos\\_biologicos\\_generados\\_en\\_laboratorios\\_de\\_la\\_Facultad\\_de\\_Medicina\\_de\\_una\\_institucion\\_universitaria/links/59585e420f7e9ba95e0fec91/Desechos-biologicos-generados-en-laboratorios-de-la-Facultad-de-Medicina-de-una-](https://www.researchgate.net/profile/Amelia_Panunzio/publication/262660656_Desechos_biologicos_generados_en_laboratorios_de_la_Facultad_de_Medicina_de_una_institucion_universitaria/links/59585e420f7e9ba95e0fec91/Desechos-biologicos-generados-en-laboratorios-de-la-Facultad-de-Medicina-de-una-)

institucion-universitaria.pdf

- López, M. Mejía , N. y Porras, I (2010). Auditoría ambiental rápida para la valoración de los laboratorios docentes del Departamento de Química de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. [Trabajo fin de grado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua]. <https://repositorio.unan.edu.ni/3995/>
- Meyer, R. (2018). PTB\_info\_Chemical-Waste-Management\_sp. <http://www.ptb.de-publikationen>
- NTON- 515-01/ 2002, de 8 de agosto, Norma Técnica para el Manejo y Eliminación de Residuos Sólidos Peligrosos. La Gaceta, Diario Oficial núm.210, de 05 de Noviembre de 2002. <http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/bbe90a5bb646d50906257265005d21f8/f124ab4e19e485950625728a005c2c3f?OpenDocument>
- NTON- 515-01/ 2002, de 8 de agosto, Norma Técnica para el Manejo y Eliminación de Residuos Sólidos Peligrosos. La Gaceta, Diario Oficial núm.210, de 05 de Noviembre de 2002. <http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/bbe90a5bb646d50906257265005d21f8/f124ab4e19e485950625728a005c2c3f?OpenDocument>.
- Reyes, J (2006). La Química Verde y la problemática de los residuos químicos de los laboratorios. *Revista Ciencia en Desarrollo Vol. 2, núm.2 pp.131-146*. [https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencia\\_en\\_desarrollo/article/view/261](https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencia_en_desarrollo/article/view/261)
- Serrano, A., & Hernández, M.(sf). Manual de Seguridad y Salud en Laboratorios. FREMAP. <http://www.ictp.csic.es/ICTP2/sites/default/files/1.Manual%20Laboratorios.pdf>
- UNAN-Managua 05-215, de 08 de mayo, Reglamento para el Manejo de los Residuos Biológicos Infecciosos. Consejo universitario. <https://ioi.unan.edu.ni/index.php/reglamentos-y-normativas/>
- Valdés, J. (2008). Norma UNE150008 [http://www.cma.gva.es/comunes\\_asp/documentos/agenda/val/58855-Norma%20UNE%20150008%20INSTITUCIONAL%20Valencia%2029%20eneroR1%20-%20OK.pdf](http://www.cma.gva.es/comunes_asp/documentos/agenda/val/58855-Norma%20UNE%20150008%20INSTITUCIONAL%20Valencia%2029%20eneroR1%20-%20OK.pdf)