

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
COORDINACIÓN GENERAL  
DE PROCESOS DE GRADUACIÓN



TRABAJO DE GRADUACIÓN PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
DOCTOR EN CIRUGÍA DENTAL

BIOSEGURIDAD EN LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS LÍQUIDOS DEL  
PROCESADO RADIOGRÁFICO EN ODONTOLOGÍA, GENERADOS EN LAS  
UNIDADES COMUNITARIAS DE SALUD FAMILIAR DE LA ZONA  
METROPOLITANA DE SAN SALVADOR.

AUTOR

MELÉNDEZ PANIAGUA, NELSON RODRIGO

ASESOR

DR. JOSÉ BENJAMÍN LÓPEZ GUILLÉN.

CIUDAD UNIVERSITARIA, OCTUBRE 2015

## **AUTORIDADES**

RECTOR DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO

VICE-RECTOR ACADÉMICO  
MAESTRA. ANA MARÍA GLOWER DE ALVARADO

DECANO  
DR. MANUEL DE JESÚS JOYA ÁBREGO

VICE-DECANO  
DR. GUILLERMO ALFONSO AGUIRRE ESCOBAR

SECRETARIO  
DR. JOSÉ BENJAMÍN LÓPEZ GUILLÉN.

DIRECTORA DE EDUCACIÓN ODONTOLÓGICA  
DRA. AÍDA LEONOR MARINERO DE TURCIOS

COORDINADORA GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÓN.  
DRA. RUTH BERNARDINA FERNÁNDEZ DE QUEZADA

**JURADO EVALUADOR**

**DR. MARIO ERNESTO GÓMEZ RUANO**

**DRA. MARÍA EUGENIA RIVAS DE AGUIRRE.**

**DR. JOSÉ BENJAMÍN LÓPEZ GUILLÉN**

## **AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA**

Te agradezco mi Dios y Señor Jesucristo, por la fortaleza y sabiduría para la elaboración de esta investigación, ya que si no fuese por ti, mi corazón hubiese desmayado, mas siempre me hiciste recordar que en ti somos más que vencedores.

A mis padres; María Julia Paniagua de Meléndez y Julio César Meléndez Peña, por su apoyo, amor y aliento en cada paso de mi vida, ya que sin ustedes mis amados padres, yo no sería nada de lo que soy ahora, nunca podría pagarles lo que han hecho por mí.

A mi esposa; Katerine Xiomara Panameño de Meléndez, por tu amor incondicional, por tu paciencia en los momentos difíciles, por tus oraciones, empuje y valor en instantes de necesidad, nunca podría agradecerte lo suficiente; te amo.

A mi asesor; Dr. José Benjamín López Guillén, por su gran corazón y enseñanza. Por enseñarme lo que verdaderamente significa ser un maestro y un amigo, demostrando verdadero interés en mi desarrollo profesional. Por cada una de sus palabras y por todo el tiempo dedicado a mi investigación; gracias.

Este esfuerzo lo dedico principalmente a mi Señor Jesucristo, pues todo lo que soy se lo debo a él. A mi madre María Julia de Meléndez, por darme la oportunidad de la vida, y por esmerarte en hacer de mí un hombre de bien. A mi padre, Julio César Meléndez, por estar ahí cuando más te necesité, por demostrarme a través de tu carácter que nunca debemos rendirnos. Y a ti, mi amada y querida esposa, Katerine de Meléndez, la mujer que estuvo a mi lado en cada paso del desarrollo de esta investigación, gracias por formar parte de mi vida y por enseñarme que el amor verdadero nunca deja de ser.

## ÍNDICE

1. RESUMEN.....	6
2. INTRODUCCIÓN.....	8
3. OBJETIVOS.....	9
3.1 Objetivo General	
3.2 Objetivos específicos	
4. MARCO TEÓRICO.....	10
5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	27
5.1 Tipo de investigación	
5.2 Tiempo y lugar	
5.3 Variables e indicadores	
5.4 Población y muestra	
5.5 Criterios de inclusión	
5.6 Criterios de exclusión	
5.7 Recolección y análisis de datos	
5.8 Recursos humanos, materiales y financieros	
6. RESULTADOS.....	32
7. DISCUSIÓN.....	39
8. CONCLUSIONES.....	43
9. RECOMENDACIONES.....	45
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46
ANEXOS.....	52

## 1. RESUMEN.

El estudio de la bioseguridad en la gestión de los residuos líquidos del procesado radiográfico en odontología, generados en los Unidades Comunitarias de Salud Familiar (UCSF) de la zona metropolitana de San Salvador, es importante para las investigaciones institucionales en el campo de la odontología. Revisando la literatura existente, se evidencia que es necesaria la correcta manipulación de los elementos químicos peligrosos de desecho, específicamente en el área de odontología, que presenta como parte de su práctica la toma de radiografías mediante el uso de sistemas convencionales de radiología, generando de esta manera sustancias químicas con características tóxicas y corrosivas, volviéndolos un peligro para el medio ambiente y la salud humana.

Con este estudio se estableció por observación, el manejo institucional que se le está dando a los líquidos reveladores radiográficos en cada uno de los consultorios odontológicos de las UCSF del área metropolitana de San Salvador, ya que a nivel de Ministerio de Salud es en esta área donde se concentra la mayor cantidad de UCSF que prestan el servicio de toma radiográfica dental a la población; además se establece el nivel de conocimiento que posee el personal odontológico y de salud medio ambiental acerca del protocolo de eliminación de los líquidos reveladores radiográficos y de las técnicas de tratamiento para los mismos con el fin de disminuir su potencial tóxico.

La muestra estuvo conformada por UCSF del área metropolitana de San Salvador que poseen aparatología de rayos-x de tipo convencional (12 UCSF), y por profesionales de salud (33 odontólogos e inspectores de salud medio ambiental). En los establecimientos (UCSF) se verificó el protocolo, mediante el uso de guías de observación y con los profesionales se estableció el conocimiento que estos poseen sobre el mismo y sobre técnicas de tratamiento para los líquidos reveladores agotados, mediante el llenado de cuestionarios.

Se evidenció que, en el 83.4% de las UCSF se realiza un mal manejo del protocolo de eliminación de los líquidos reveladores, en un 16.6% se realiza un manejo regular y en ningún establecimiento se está realizando un correcto protocolo de eliminación de los líquidos reveladores (segregación, etiquetado, acumulación, transporte interno, almacenamiento temporal, transporte externo y disposición final). La práctica predominante para la disposición final de los líquidos reveladores fue verterlos en el sistema de alcantarillado público sin previo tratamiento con un 83.4% y solamente un 16.6% los entregaba a una empresa recolectora, pero mezclados con otros elementos de desecho. En cuanto al conocimiento se verificó que el 45.5% posee un nivel de conocimiento bajo sobre ambos temas evaluados, el 42.4% posee un nivel de conocimiento intermedio y solamente un 12.1% posee un nivel de conocimiento alto.

## 1. SUMMARY

The study of biosafety in the management of liquid waste from the radiographic processed in dentistry, generated in the Community Units of Family health (UCSF) in the metropolitan area of San Salvador, it is important for the institutional researches in the field of dentistry. Reviewing the existing literature, there is evidence that it is necessary the correct handling of the dangerous chemical elements of waste, specifically in the area of dentistry, which presents as part of its practice the taking of radiographies through the use of conventional radiology systems, thus generating chemical substances with toxic and corrosive characteristics, making them a danger to the environment and human health.

With this study, it was established by observation, the institutional management that is being given to the radiographic revealing liquids in each of the dental clinics of the UCSF in the metropolitan area of San Salvador, since at the level of Ministry of Health, it is in this area where it is concentrated the greatest amount of UCSF that offer the service of taking dental radiographic to the population. Also, it is set the level of knowledge that the dental staff and environmental health have about the Protocol of elimination of radiographic revealing liquids and treatment techniques for the same in order to reduce its toxic potential.

The sample was formed by UCSF in the metropolitan area of San Salvador, which possess x-ray appliances of conventional type (12 UCSF), and health professionals (33 dentists and environmental health inspectors). In establishments (UCSF) the protocol was verified by using observation guides and with professionals there was established the knowledge that these have on the same one and on treatment techniques for the revealing liquids exhausted, by means of filling out questionnaires.

It was demonstrated that in 83.4 % of the UCSF, there is a mishandling of protocol of elimination the revealing liquids, in a 16.6 % a regular handling is performed and in any establishment is being performed a correct protocol of elimination of the revealing liquids (segregation, labeling, accumulation, internal transport, temporary storage, external transport and final disposal). The predominant practice for the final disposal of the revealing liquids was poured them in the public sewer system without prior treatment with an 83.4% and only a 16.6% gave them to a trash company, but mixed with other waste items. With regard to knowledge, it was verified that the 45.5 % has a low degree of knowledge on both evaluated subjects, the 42.4 % has an intermediate level of knowledge and only a 12.1 % possesses a high level of knowledge.

## **2. INTRODUCCIÓN.**

En la actualidad la generación de desechos peligrosos va en aumento, y la correcta gestión de estos desechos es una obligación ineludible de las instituciones generadoras, ya sean estas públicas o privadas, debido a que todas poseen una responsabilidad ambiental y social.

En el presente documento se analiza el problema de la generación de los líquidos del proceso de revelado radiográfico como productos de desecho en las Unidades Comunitarias de Salud Familiar de la zona metropolitana de San Salvador, los líquidos empleados en el procesamiento de imágenes radiográficas son clasificados a nivel internacional como sustancias altamente peligrosas para la salud humana y para el medio ambiente, esto debido a sus características tóxicas y corrosivas.

Estas sustancias requieren un manejo efectivo, el cual debe estar orientado por las normativas de bioseguridad, evitando así que se genere algún tipo de daño tanto al personal que realiza esta labor como al medio ambiente en general, por lo que se describen los peligros potenciales que pueden generar a la salud humana cada uno de los componentes de los líquidos del procesado radiográfico, así como los peligros que representan algunas sustancias químicas que surgen como sub-producto del procesado radiográfico.

Estas sustancias se generan diariamente a nivel nacional y específicamente en los establecimientos de salud pública de nuestro país, por lo que requieren una gestión adecuada desde su generación hasta su disposición final; se desconoce si esta gestión se está realizando de forma apropiada, por lo que se realizará un paso de instrumentos (Guía de Observación y Cuestionario) en cada una de las Unidades Comunitarias de Salud Familiar de la zona Metropolitana de San Salvador que cuenten con aparatos de rayos X, esto permitirá verificar si la gestión de estas sustancias peligrosas es la apropiada.

La finalidad de esta investigación es determinar si la gestión de los líquidos radiográficos de desecho realizada en las Unidades Comunitarias de Salud Familiar de la zona Metropolitana es la establecida por las normativas de bioseguridad; y de no ser así, generar conciencia tanto al profesional como al Ministerio de Salud sobre la importancia de incorporar esta gestión a sus lineamientos de bioseguridad.

### **3. OBJETIVOS**

#### **OBJETIVO GENERAL**

Comprobar el grado de conocimiento y manejo de los residuos líquidos del procesado radiográfico realizado por el personal odontológico y de saneamiento ambiental de las Unidades Comunitarias de Salud Familiar de la región metropolitana del Ministerio de Salud de El Salvador

#### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

1. Verificar el manejo del protocolo de eliminación que se está dando a los líquidos agotados del procesado radiográfico, en las Unidades Comunitarias de Salud Familiar de la zona metropolitana de San Salvador.
2. Evidenciar el conocimiento que posee el personal odontológico y de saneamiento ambiental de las Unidades Comunitarias de Salud Familiar sobre el protocolo de eliminación de los líquidos del procesado radiográfico y las opciones de tratamiento existentes.

#### 4. MARCO TEÓRICO.

La bioseguridad es el conjunto de comportamientos y normas preventivas que el personal de salud debe cumplir, destinadas a mantener el control de factores de riesgos laborales, procedentes de agentes biológicos, químicos y físicos, logrando la prevención de impactos nocivos a la salud de trabajadores, pacientes, familia, visitantes y comunidad.<sup>1</sup>

El incumplimiento de las normas de bioseguridad acarrea consecuencias graves, inclusive pueden provocar enfermedades ocupacionales a largo plazo y la muerte de los trabajadores involucrados en la prestación de los servicios de salud; lo anterior podría generarse por la manipulación inadecuada de estos desechos o el desconocimiento de estas normas.<sup>2, 3, 4</sup>

La producción de desechos sólidos y líquidos ha ido en crecimiento desde que el ser humano comenzó a vivir en comunidades, ya que a medida que sus costumbres y forma de vida se iban transformando, también la composición de sus desechos iba cambiando. En sus inicios los desechos generados por el hombre eran los que resultaban de su alimentación, pero hoy día esto es diferente ya que los tipos de desechos han adquirido un cambio radical tanto en cantidad como en su composición, a tal grado que la humanidad genera desechos que son difícilmente biodegradables y también nocivos para el mismo medio ambiente.<sup>2</sup>

Este vertiginoso aumento en la producción de desechos trajo consigo la propagación de enfermedades, el aumento de plagas, y otros problemas que atentaban contra la salud humana, por eso una forma de controlar la contaminación desordenada fue la acumulación de los desechos en un solo sitio y así nace el botadero a cielo abierto, práctica que se ha mantenido desde inicios de la humanidad hasta hoy día.<sup>5, 6, 7</sup>

Actualmente existen nuevas tecnologías las cuales son eficaces en el tratamiento de los desechos, pero lamentablemente esta práctica no es la predominante en la mayoría de países a nivel mundial; donde los botaderos a cielo abierto son la solución más económica y práctica para lidiar con el problema de los productos de desecho.<sup>8, 9, 10.</sup>

El manejo apropiado de los desechos generados a nivel de salud pública y privada es fundamental para disminuir el riesgo potencial que representan para el bienestar de los pacientes, del personal técnico, profesional y también del medio ambiente.<sup>11, 12, 13, 14, 15</sup> Para realizar el manejo idóneo de los desechos tanto líquidos como sólidos, es necesaria una clasificación que permita conocer su grado de peligrosidad y así realizar el correcto manejo de los mismos; entre

estos desechos podemos mencionar los de tipo común, bioinfecciosos y los de características especiales o peligrosas, tales como, los líquidos del proceso de revelado radiográfico cuya composición presenta diversas sustancias con distintos grados de peligrosidad para la salud humana.<sup>9, 16, 17, 18, 19, 20</sup> (VER ANEXO 1)

La práctica odontológica no está exenta de cumplir el marco regulatorio, pues la generación de desechos es parte de la práctica diaria de esta profesión, produciéndose colectivamente, grandes cantidades de desechos sólidos y líquidos, que al no ser correctamente eliminados bajo las normas de bioseguridad, podrían generar daños tanto en la salud humana como en el equilibrio medio ambiental.<sup>5, 21, 22, 23, 24, 25.</sup>

El Ministerio de Salud de la República de El Salvador reporta que en el año 2011, solamente en el rubro de adolescentes se realizaron más de 500 000 consultas odontológicas, las cuales necesariamente llevan a la generación de desechos tales como guantes, mascarillas, etc. Lo anterior nos indica que solo para atender este grupo etario, fue necesaria la generación de un millón de guantes como productos de desecho, esto sin incluir otros grupos como lo son: niños, embarazadas, mujer adulta, hombre adulto y tercera edad, lo cual nos crea una perspectiva general de cuantos productos de desecho se estarían generando solamente en el área de odontología de los establecimientos comunitarios de salud del sistema público de salud a nivel nacional.<sup>26, 27.</sup>

Se reporta que el Ministerio de Salud posee 64 aparatos de rayos X, 12 de estos se encuentran ubicados en establecimientos comunitarios de salud del área metropolitana del departamento de San Salvador, los cuales obligatoriamente conllevan a la generación de desechos sólidos y líquidos como son guantes, mascarillas, empaques radiográficos, líquidos reveladores, etc.<sup>26, 28.</sup>

En El Salvador la práctica privada odontológica es un rubro que sigue creciendo, hasta el año 2011 la Junta de Vigilancia Odontológica reportaba 5059 odontólogos inscritos, y solo 100 se reportan fallecidos, número abismalmente lejano a la cantidad de odontólogos contratados por el Ministerio de Salud que solamente asciende a 421 según lo reportado hasta ese mismo año.<sup>36</sup> Esto nos da una idea básica de cuantos profesionales podrían estar ejerciendo la práctica privada, este dato es relevante debido a que existe la presunción que muchas clínicas odontológicas privadas no están eliminando sus productos de desecho de la forma correcta, ya que en muchos de estos sitios los desechos infecciosos y peligrosos se mezclan con la basura doméstica y son entregados al tren de aseo municipal o depositada en el sistema de drenaje nacional; aún más preocupante es la disposición que se le podría estar dando a los desechos líquidos en aquellos municipios donde no

existe sistema de drenaje municipal; incluyendo dentro de estos productos de desecho a los líquidos del proceso de revelado radiográfico, los cuales son altamente nocivos para el medio ambiente.<sup>16, 20, 21, 22, 29, 30, 31.</sup>

Lo anterior nos habla de la cantidad de elementos contaminantes que se están generando a nivel de salud pública y privada en el país y de la importancia de realizar un correcto proceso de eliminación y disposición final de estos desechos.

A partir de estos conceptos, es necesario especificar que existe un tipo de residuo que podría no estarse eliminando en base a las normativas de bioseguridad en muchos centros de salud odontológica siendo estos los residuos generados en el área de radiología dental<sup>7, 30, 32</sup>; los cuales no podrían parecer un contaminante tan preocupante cuando se observa de forma institucional o local, pues la cantidad de desechos producidos parecería muy pobre, pero esto cambia al reconocer que las instituciones generadoras son muchas tanto públicas como privadas y que en la mayoría de los casos no se les podría estar dando la disposición final apropiada.<sup>33, 34, 35, 36</sup>

Es importante mencionar que los desechos químicos generados en la práctica radiológica están clasificados dentro del grupo de desechos especiales que están catalogados como desechos peligrosos;<sup>19,29</sup> por lo anterior, es necesario que el Estado Salvadoreño a través de sus ministerios encargados de la protección de la salud humana y medio ambiental, pueda dar la importancia que se merece a los desechos químicos resultantes de esta práctica, determinando cuál es la peligrosidad que estos podrían generar a la estabilidad sanitaria del medio ambiente y de la salud humana, y así poder establecer cuál es el mecanismo o proceso de eliminación indicado para estos desechos.

En El Salvador, la gestión de los desechos en los principales establecimientos de salud es relativamente reciente; en 1997 se instaló un plan piloto en ocho hospitales públicos del Área Metropolitana de San Salvador (AMSS), quedando establecido un modelo de manejo a los desechos bioinfecciosos, caracterizado por incorporar el concepto de separación en el origen de los desechos contaminados y los desechos sólidos comunes, su envasado, almacenamiento, recolección, tratamiento y disposición final. El modelo en mención fue ampliado a los hospitales privados, el Instituto Salvadoreño del Seguro Social y el Hospital Militar. En el año 2005, se aprueba la NSO “Norma Salvadoreña Obligatoria para el Manejo de los Desechos Bioinfecciosos”, que establece que los establecimientos generadores de desechos bioinfecciosos deben cumplir los requisitos del manejo sanitario y de bioseguridad, sean estos públicos o privados, desde la generación hasta la disposición final de los mismos.<sup>28</sup>

Lamentablemente los residuos de tipo odontológico y específicamente radiográfico, (líquido revelador y fijador y paquete radiográfico) carecen de una reglamentación clara y específica sobre su manejo, y las normativas existentes no profundizan sobre la gestión de los líquidos de desecho del procesado radiográfico. Dichos residuos contienen diversidad de sustancias capaces de dañar el medio ambiente y la salud humana, pero aun así estos líquidos peligrosos en muchos casos se están depositando en el sistema de drenaje público, práctica que no concuerda con lo establecido por las normas internacionales establecidas para el almacenamiento y disposición final de las sustancias químicas peligrosas.<sup>22, 34</sup>

Uno de los contaminantes más peligrosos para el agua es la plata, la cual se encuentra en el líquido fijador agotado, en las placas radiográficas que son desechadas y en menor cantidad en el líquido revelador.<sup>37</sup> Lamentablemente es común que los residuos líquidos sean arrojados al sistema cloacal, y las películas son arrojadas a la basura domiciliaria.<sup>33, 38</sup>

El alto valor tóxico de la plata liberada durante el proceso de revelado, en forma de complejo de sulfitos solubles en agua, hacen obligatorio monitorizar la concentración de plata en las aguas residuales, para comprobar que no exceda de 5 ppm. Ya que si se supera esta concentración límite, las aguas residuales deben ser pasadas por un tratamiento especial, antes de ser descargadas en los desagües municipales.<sup>16, 19, 33, 34.</sup>

Flores Blanco L.<sup>13</sup> afirma: Es importante destacar que la reacción que se da entre los cristales de plata de las películas radiográficas y el fijador produce compuestos que son potencialmente dañinos para el medio ambiente ya que pueden inhibir diversos procesos biológicos, es por ello que el revelador y fijador, son considerados como residuos peligrosos y tóxicos al ambiente, especialmente el fijador por contener una concentración mayor a 5 mg/litro de plata en solución. Lo anterior nos habla de lo importante que es la correcta manipulación de los líquidos del procesado radiográfico y de lo erróneo que es depositarlos directamente con las aguas residuales de tipo común.<sup>21, 22.</sup>

Chinchilla Menjivar E, Rodríguez Ayala E.<sup>22</sup> afirman que: En San Salvador, así como en la mayoría de ciudades de El Salvador, y de muchas ciudades de Latinoamérica, el crecimiento poblacional, la demanda de tierras y servicios, las condiciones de la infraestructura urbana y la falta de planificación, han incrementado de forma exponencial los sitios que no cuentan con un correcto sistema de drenaje de aguas residuales o simplemente carecen de él.

Esta problemática se relaciona con la eliminación de los líquidos de revelado, ya que a nivel nacional existen clínicas odontológicas privadas que están ubicadas en cada uno de los municipios del país, y en la mayoría de municipios

no existe un sistema de drenaje para aguas residuales,<sup>21,22</sup> lo cual es preocupante pues en ese tipo de consultorios ni siquiera se está eliminando los líquidos del proceso de revelado radiográfico en el drenaje sino que probablemente estas sustancias tóxicas se están depositando directamente al medio ambiente.

Los líquidos del proceso de revelado radiográfico poseen características similares a las del agua residual de tipo industrial, esto se debe a su contenido de químicos tóxicos y su contenido también de la plata residual, por lo cual requiere un manejo diferenciado del resto de aguas residuales domésticas producidas en la actividad odontológica.<sup>13, 21, 22, 29, 34.</sup>

Del mismo modo, cabe mencionar que la OMS (2007), señala que del total de los residuos generados por las actividades del cuidado de la salud, aproximadamente el 80% son residuos comunes (comparables a los residuos domésticos), el 20% restante son considerados materiales peligrosos que pueden ser infecciosos, tóxicos o radiactivos. El problema radica que si ese 20% se pone en contacto con el otro 80% de los residuos, debido a un manejo inadecuado de estos, se estaría originando en realidad un 100% de desechos infecciosos en el centro de salud.<sup>13</sup>

Este mismo principio puede aplicarse a los afluentes de agua superficiales o subterráneos, que al ser mezclada con este tipo de agua residual de características industriales, podría estar contaminando el total del manto acuífero, inhibiendo diversos procesos biológicos.<sup>13,23</sup> Ejemplo de lo anterior, fue lo expuesto por medios de comunicación de El Salvador, los cuales denunciaron que el Lago de Güija que es un manto acuífero binacional compartido por El salvador y Guatemala, se podría estar contaminando por aguas residuales de tipo industrial que poseen alto contenido de hierro, mercurio, arsénico, plomo y otros metales, las cuales están siendo producidas por la minería en territorio Guatemalteco.<sup>22, 23, 24,25</sup>

Lo anterior indica la gravedad de verter sustancias peligrosas en cualquier tipo de drenaje sin ser tratadas previamente, por tanto estas sustancias provenientes del proceso de revelado radiográfico, requieren manipularse con cuidados especiales y además, no pueden verterse en las descargas municipales sin tratamiento previo por el daño potencial que significan para los ecosistemas.

#### TOXICIDAD Y PELIGROSIDAD DE LOS LÍQUIDOS DEL PROCESO DE REVELADO RADIOGRÁFICO.

Los líquidos utilizados durante el proceso de revelado radiográfico son el líquido fijador y líquido revelador, los cuales son utilizados no solo con fin médico-

odontológico sino también en la industria de la fotografía. En la radiología odontológica, el proceso de revelado más común es el que se realiza de forma manual, el cual puede llevarse a cabo en tres o cuatro compartimientos, esto dependiendo de la técnica que se utilice (VER ANEXO 2).

La composición de estos líquidos incluye diversos químicos que podrían ser nocivos para el medio ambiente y para la salud del ser humano al no ser manipulados correctamente. (VER ANEXO 3)

La constante manipulación de sustancias peligrosas como los líquidos del proceso de revelado radiográfico debe ser tomada con interés en todas las instituciones de salud generadoras; Bustamante Ojeda L.<sup>12</sup> afirma que: Una investigación realizada por la OMS en 22 países mostró que la proporción de hospitales que no tienen un adecuado manejo de los desechos peligrosos oscila entre el 18 al 64%, variando de un país a otro.

Esto marca la necesidad de realizar capacitaciones al personal encargado de la manipulación de los líquidos del proceso radiográfico, para que esté consciente de la peligrosidad que existe al no manejar estos líquidos bajo las normas idóneas de bioseguridad.<sup>44, 45, 46, 47</sup> A continuación se mencionan algunos aspectos de peligrosidad para la salud humana que poseen estos líquidos:

Información toxicológica para la salud humana de los líquidos del proceso de revelado radiográfico:<sup>46, 47</sup>

#### *Toxicidad de los componentes del líquido revelador.*

- HIDROQUINONA:<sup>39, 40, 42, 43</sup>

La empresa KODAK, pionera en materia de procesado radiográfico, en un manual de seguridad sobre el uso de líquidos reveladores publicado en el 2002<sup>19</sup> afirma que: La hidroquinona ha sido clasificada como un mutágeno y carcinógeno de clase 3 por la Unión Europea y la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (AIIC), en un estudio de potencial cancerígeno ha clasificado la hidroquinona en el Grupo 3 (Un carcinógeno "no clasificable"). En la Unión Europea un mutágeno de clase 3, en concentraciones por encima del 1 %, atrae la frase de riesgo 68: "Posibilidad de efectos irreversibles" y, un carcinógeno de clase 3 requiere el uso de la frase de riesgo R 40 "Posibles efectos cancerígenos" en concentraciones por encima del 1%.

Aunado a lo anterior la hidroquinona presenta otras características tóxicas y potencialmente dañinas para el personal que la manipula:<sup>19</sup>

1. Embarazadas o lactantes no se deben exponer a esta sustancia.
2. Irritación ocular grave.
3. Envenenamiento al ser inhalado.
4. Irritación cutánea.
5. Tóxico al ser ingerido.

- SULFATO DE MONOMETILPARAAMINOFENOL (Fenol, Fenidona)<sup>48</sup>:

1. Tóxico en caso de ingestión.
2. Tóxico en contacto con la piel.
3. Provoca quemaduras graves en la piel y lesiones oculares graves.
4. Tóxico en caso de inhalación.
5. Se sospecha que provoca defectos genéticos.
6. Provoca daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas.

- SULFITO DE SODIO.<sup>49, 50, 51</sup>

1. Irrita los pulmones.
2. Ingerido en cantidades grandes es nocivo.
3. En personas sensibles provoca dolor de cabeza, náuseas y puede irritar el sistema intestinal.
4. Genera irritación Ocular.

- CARBONATO DE SODIO.<sup>52</sup>

1. Irritaciones en vías respiratorias.
2. En contacto con la piel: irritaciones
3. Por contacto ocular: irritaciones
4. Por ingestión: Irritaciones en mucosas de la boca, garganta, esófago y tracto intestinal.

- BROMURO POTÁSICO<sup>53</sup>

1. Provoca irritación cutánea.
2. Provoca irritación ocular grave.
3. Puede irritar las vías respiratorias.

- GLUTARALDEHIDO<sup>47</sup>

1. Es tóxico e irritante para la piel y las mucosas.
2. Debe evitarse el contacto con él.

### *TOXICIDAD DE LOS COMPONENTES DEL LÍQUIDO FIJADOR.*

- TIOSULFATO DE SODIO<sup>54</sup>:

1. Puede causar irritación ocular.
2. El contacto repetido puede causar irritación y / o dermatitis.
3. La ingestión de grandes cantidades puede causar irritación gastrointestinal. Las propiedades toxicológicas de esta sustancia no han sido plenamente investigadas.
4. Puede causar irritación de las vías respiratorias al ser inhalado. Las propiedades toxicológicas de esta sustancia no han sido plenamente investigadas.

- ÁCIDO ACÉTICO<sup>55</sup>

1. General: La sustancia es muy corrosiva para los ojos, la piel y el tracto respiratorio. La inhalación del vapor puede originar edema pulmonar (Los síntomas no se ponen de manifiesto a menudo hasta pasadas algunas horas y se agravan por el esfuerzo físico).
2. Inhalación: Puede provocar dolor de garganta, tos, jadeo y dificultad respiratoria. (Síntomas de efectos no inmediatos). La inhalación puede producir disnea, pleuritis, edema en las vías respiratorias superiores, edema pulmonar, hipoxemia, broncoespasmos, neumonitis y anomalías persistentes en la función pulmonar. Se ha informado de hiperreactividad de las vías respiratorias. El inicio de los síntomas respiratorios puede retrasarse varias horas.
3. Ingestión: Puede producir dolor de garganta, sensación de quemazón del tracto digestivo, dolor abdominal, vómitos y diarrea. La ingestión de ácidos puede provocar quemaduras, hemorragias gastrointestinales, gastritis, perforación, dilatación, edema, necrosis, vómitos, estenosis, fístula y heridas duodenales.
4. Contacto con la piel: Puede provocar enrojecimiento, dolor y graves quemaduras cutáneas.
5. Contacto con los ojos: Puede causar dolor, enrojecimiento, visión borrosa, quemaduras profundas

Durante el proceso de revelado radiográfico, se generan también otras sustancias como producto de la interacción química, estas sustancias pueden generar daño a la salud humana, por lo cual se mencionan a continuación:

- **SULFURO DE PLATA:**  
Puede generar irritación de la piel y de las mucosas.<sup>34</sup>

- **ANIONES DE AZUFRE COMO LOS SULFITOS Y TIOSULFATOS:**  
La toxicidad de los líquidos fijadores radiográficos agotados está asociada principalmente al contenido de estas sustancias. La exposición prolongada a estas sustancias puede causar:

1. Daños en el sistema respiratorio.
2. Irritación ocular.
3. Puede ocasionar trastornos gastrointestinales al ser ingerido.<sup>51, 54</sup>

Debido a lo anterior es necesaria una correcta manipulación y manejo de los líquidos del proceso de revelado, desde su generación como desecho, hasta su disposición final. Para lo cual se necesita que el personal encargado de su manipulación cuente con el conocimiento necesario y las medidas de bioseguridad necesarias para disminuir los riesgos laborales.

#### INDICACIONES GENERALES SOBRE EL MANEJO INTERNO Y EXTERNO DE LAS SUSTANCIAS QUÍMICAS DE DESECHO.<sup>11, 13, 20, 44, 45, 46</sup>

Se entenderá como manejo interno, a las indicaciones y procedimientos que se realizan dentro de la institución generadora desde su recolección en el sitio de generación hasta el almacenamiento temporal de las sustancias químicas de desecho, previo a su entrega a la entidad encargada de su disposición final. Algunas de estas indicaciones y procedimientos se mencionan a continuación:

- Almacenamiento ordenado y seguro, en recipientes resistentes y en buen estado.
- Depósitos debidamente identificados: procedencia y categorización.
- Reemplazo oportuno de recipientes dañados.
- El transporte interno de los residuos lo debe realizar personal autorizado o una empresa de mantenimiento y limpieza.

El transporte externo del material químico y potencialmente tóxico debe estar sometido a reglamentaciones tanto nacionales como internacionales; la aplicación de estas normativas garantiza que el transporte de estas sustancias potencialmente dañinas para la salud humana y medioambiental sea realizado bajo las normas estrictas de bioseguridad.<sup>46, 47</sup>

En El Salvador existe una norma que fue emitida en el Diario Oficial en el año 2008 la cual es aplicable de forma obligatoria, a toda persona natural o jurídica, que establecida en el territorio nacional genere, transporte, de tratamiento y disposición final, a desechos con características bioinfecciosas y peligrosas,

tales como establecimientos de atención a la salud, tanto públicos y privados, laboratorios clínicos y biológicos, clínicas médicas y odontológicas, veterinarias, universidades e instituciones de educación superior para la salud, laboratorios patológicos, de experimentación, instituciones que tienen bancos de sangre, funerarias que manipulan y generan desechos patológicos, crematorios, generadores particulares, Medicina Legal, farmacias y otros similares.<sup>27</sup>

Lo anterior aunque no mencione específicamente a los líquidos del proceso de revelado radiográfico, podría ser aplicable al manejo de los mismos ya que estos poseen características peligrosas para la salud humana y medio ambiental.

Cabañas Arauz SC y Bernal Ramos M A.<sup>3</sup> citan en su tesis, Diagnóstico sobre el estado de los procesos de recolección, disposición y transformación de la basura en el área metropolitana de San Salvador, un artículo de la Ley de Medio Ambiente, que habla sobre la responsabilidad que tienen todas las personas naturales o jurídicas del Estado Salvadoreño sobre el cuidado medioambiental; el cual reza de la siguiente manera:

Art. 42 de la Ley de Medio Ambiente de El Salvador: *“Toda persona natural o jurídica, el Estado y sus entes descentralizados están obligados, a evitar las acciones deteriorantes del medio ambiente, a prevenir, controlar, vigilar y denunciar ante las autoridades competentes la contaminación que pueda perjudicar la salud, la calidad de vida de la población y los ecosistemas, especialmente las actividades que provoquen contaminación de la atmósfera, el agua, el suelo y el medio costero marino”.*

Por lo tanto cualquier sustancia de características peligrosas para el medio ambiente y para la salud humana debe ser transportada bajo las normas específicas de bioseguridad y aunque no se contemplan de forma específica en esta ley, debería aplicarse también a las sustancias químicas peligrosas como los líquidos del proceso de revelado radiográfico ya que la inadecuada manipulación de estos elementos de desecho podría generar daño al medio ambiente.

Un protocolo para el manejo de los residuos químicos peligrosos deberá contener las siguientes etapas básicas:<sup>11, 13, 14, 30, 35, 44, 46, 47</sup>

- Identificación, clasificación y separación del desecho generado según su naturaleza química. (VER ANEXO 4)
- Etiquetado<sup>46</sup> (VER ANEXO 5)
- Transporte interno de las sustancias.
- Almacenamiento temporal.
- Recolección y transporte externo.

- Tratamiento y disposición final de residuos químicos.<sup>30, 31, 34, 35, 44, 46</sup>

Se refiere a la operación de depósito permanente que permite mantener minimizadas las posibilidades de migración de los componentes de un desecho peligroso al ambiente.<sup>20, 36.</sup>

La disposición final que se le dará a los residuos químicos dependerá de su grado de peligrosidad, como ya se observó, aquellas sustancias que no representen ningún tipo de peligrosidad deberán ser vertidas sin ningún problema en el alcantarillado, pero aquellas que requieran alguno de los procesos de tratamiento deberán posteriormente ser evaluadas para saber si es viable el depósito de las mismas en el alcantarillado o si la empresa recolectora deberá darle un procedimiento adicional para su disposición final.<sup>3</sup>

Características de los lugares para disposición final en El Salvador.<sup>3</sup>

Según el Reglamento Especial para el manejo integral de los desechos, los criterios de exclusión son:

- A más de 3 Km. de un aeropuerto utilizado por aviones turbo – jet y de 1.5 Km. De un aeropuerto utilizado por aviones de hélice.
- No pueden localizarse dentro de 60 mts. a partir de una línea de falla que haya tenido un desplazamiento en el período Holocénico. (últimos 10, 000 años)
- No se puede localizar en zonas de impacto sísmico.
- Corredor biológico (que incluye las Áreas Protegidas y Bosques del país)
- Sitios culturales y / o arqueológicos.
- Zonas de riego y drenaje.

El 80% de los municipios del país poseen servicio de recolección y transporte de desechos sólidos, de éstos, solamente el 19% de los municipios realiza su disposición final en un relleno sanitario. El 80%, equivalente a 168 municipios, dispone sus desechos en botaderos municipales y un 1% posee una compostera - botadero.<sup>3</sup>

## MANEJO ESPECÍFICO DE LOS LÍQUIDOS DEL PROCESO DE REVELADO RADIOGRÁFICO.

El manejo de los líquidos del proceso de revelado radiográfico debe ser realizado por técnicos capacitados para esta función. (VER ANEXO 6)

### 1. Segregación. <sup>11, 20, 30, 34, 39, 41 42, 46</sup> (Clasificación y separación)

- Clasificación: Los líquidos del proceso de revelado radiográfico deberán ser clasificados en base a su nivel de peligrosidad, en este caso serán determinados como sustancias tóxicas y corrosivas (VER ANEXO 4).

- Separación: Deberán ser colocados en bidones de material resistente y cuya composición no se vea alterada por el contacto con estas sustancias tóxicas de desecho; por lo cual se sugieren bidones de polietileno de alta densidad.

Deberán utilizarse bidones diferentes para cada uno de los líquidos del proceso de revelado radiográfico (Fijador y Revelador). Este proceso deberá ser realizado en el lugar de generación y debe ser llevado a cabo por personal capacitado técnicamente para esta función, el cual deberá cumplir con las medidas de bioseguridad apropiadas para evitar un accidente laboral.<sup>46</sup>

Los envases deben presentar las siguientes características:

- Rígidos y resistentes, preferiblemente de polietileno, polipropileno o metálico
- De cierre hermético
- Identificado con los símbolos universales de TÓXICO y CORROSIVO, las cuales son las características específicas de peligrosidad de esta sustancia. (VER ANEXO 1).
- De superficie lisa, redondeada por dentro.
- Pueden ser reusables, en cuyo caso, deben ser desinfectado y lavado después de su uso con agua a presión aplicando detergente; la desinfección debe realizarse con una solución de hipoclorito de sodio de 250 mg/l a 350 mg/l u otro desinfectante eficaz para tal fin.

### 2. Etiquetado.

Estas sustancias poseen propiedades tóxicas y corrosivas, por lo cual deberán ser etiquetados de la forma apropiada (ANEXO 5). Este procedimiento deberá ser realizado por el personal técnico capacitado para dicha función, la etiqueta se colocará correctamente redactada sobre el bidón de recolección de las sustancias reveladoras radiográficas, dicho procedimiento será realizado en el mismo lugar de generación y separación de las sustancias.<sup>34, 46</sup>

### 3. Acumulación.

Esta será realizada por el personal técnico capacitado para esta función, este deberá cumplir con las medidas de bioseguridad apropiadas para evitar un accidente laboral; se realizara manualmente, y consiste en colocar los bidones correctamente sellados y etiquetados en el lugar destinado para su posterior recolección y traslado interno hasta el sitio de almacenaje. Es importante mencionar que dicho sitio de acumulación no deberá estar ubicado demasiado lejos del sitio de generación.<sup>45, 46</sup>

### 4. Recolección y Transporte Interno.

Esta etapa del manejo de los líquidos agotados del proceso de revelado radiográfico será realizada por el personal técnico capacitado para esta función y deberá contar con los elementos mínimos de protección adecuados.

Elementos de protección personal:

- Mascarilla.
- Lentes protectores.
- Guantes de polietileno y guantes de látex.
- Gabachón.
- Calzado impermeable y antideslizante.

Esta etapa de la gestión deberá ser realizada en vehículos específicos para esta función, los cuales deberán ser de tracción manual, identificados correctamente; deberán poseer características apropiadas de seguridad que eviten cualquier caída de algún bidón y el posible derramamiento de la sustancia toxica contenida dentro del mismo. Esta labor será realizada en fechas y horarios establecidos previamente.<sup>35, 45, 46</sup>

### 5. Almacenamiento temporal.

El almacenamiento temporal de este tipo de residuos debe realizarse teniendo en cuenta la compatibilidad y la peligrosidad de las sustancias químicas, para esto es necesario contar con las fichas de seguridad de todas las sustancias que utilice el generador.<sup>9, 38</sup>

EL almacenamiento consiste en la acumulación de los desechos químicos (líquidos del proceso de revelado) en un sitio oportunamente acondicionado para esperar la recolección definitiva; dicha actividad será realizada por el personal técnico inmediatamente después de la recolección y transporte interno de los bidones correctamente sellados y etiquetados; se debe evitar cualquier contacto con los productos de desecho, por lo que se debe hacer bajo medidas de bioseguridad.

En esta etapa de la gestión de los líquidos del procesado radiográfico se deberá colocar etiquetas sobre los contenedores finales a la espera de la recolección y transporte externo realizado por la empresa designada para tal fin.

## 6. Recolección y Transporte Externo<sup>27, 34, 35, 44,45</sup>

Estas sustancias se encuentran clasificadas como residuos tóxicos y corrosivos<sup>43, 48, 49, 50, 51</sup> por lo cual deben devolverse al proveedor, quien realizará el tratamiento fisicoquímico para reciclaje y disposición final, esto siempre y cuando el proveedor ofrezca este servicio, si no fuese así, el generador deberá estar en la obligación de tratar y disponer en forma adecuada estos residuos, lo cual lo podrá realizar a través de una empresa especializada en tratamiento de residuos peligrosos, que cuente con los respectivos permisos, licencias y/o autorizaciones dados por la autoridad ambiental y ente territorial.

En ningún caso el generador podrá verter estas sustancias tóxicas y corrosivas a la red de alcantarillado público.<sup>21, 22</sup>

Para esta etapa de la gestión se deberá tener un contrato vigente con alguna empresa recolectora, la cual se encargará de trasladar las sustancias tóxicas desde el lugar de generación hasta el sitio donde se realizará la disposición final de los contaminantes, este procedimiento deberá ser realizado en vehículos especialmente diseñados y que sean utilizados específicamente para esta función.

## 7. Tratamiento y Disposición final.

Los residuos líquidos peligrosos se generan principalmente en los servicios de Radiología. El revelador y fijador de Radiodiagnóstico constituyen un alto porcentaje de los líquidos peligrosos generados en las grandes y medianas instituciones de salud. La disposición final para cada tipo de sustancia de desecho difiere de una a otra<sup>3, 27, 34, 35, 46</sup> (VER ANEXO 7).

### TRATAMIENTO DE LOS LÍQUIDOS DEL PROCESO DE REVELADO RADIOGRÁFICO.

La alta carga contaminante presente en los líquidos fijadores agotados y la consecuente necesidad de minimizar los impactos negativos ocasionados por el ingreso de estos residuos al medio ambiente, han suscitado un gran interés por la investigación de técnicas que permitan remover, con la mayor eficiencia posible y con implicaciones de costos razonables, los compuestos que confieren a los líquidos fijadores características de peligrosidad.

Las opciones de tratamiento para los líquidos del proceso de revelado radiográfico son variados, entre los más relevantes se puede mencionar la recuperación de elementos valiosos presentes en la disoluciones de estos líquidos; en este caso específico se habla de la extracción de la plata contenida sobre todo en el líquidos de fijado radiográfico, metal que presenta un alto valor económico y del cual se podría obtener beneficios ya sea para la empresa donde se realiza la disposición final o incluso para la misma institución generadora.<sup>38, 45</sup>

#### ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO.

Ardila R et al.<sup>34</sup> Mencionan algunas alternativas de tratamiento para los líquidos agotados del procesado radiográfico, algunas de esas opciones se mencionan a continuación:

- Tecnologías de Oxidación/Reducción.
- Métodos de Separación.
- Métodos de recuperación:

El principal compuesto recuperable y reciclable del proceso de revelado radiográfico es la plata. La plata es un metal precioso de gran valor que tiene la propiedad de reaccionar con la luz y producir imágenes, de ahí su uso en fotografías y radiografías.

La plata se puede recuperar del líquido fijador (líquido que elimina la plata de la película). Las ventajas que presenta la recuperación de la plata son obvias:

- ✓ Por un lado su alto valor económico en el mercado hace rentable su recuperación para emplearlo en la producción de joyas o reinvertirse en el laboratorio.
- ✓ Por otro lado, supone una mejora ambiental reduciendo la sobreexplotación de este recurso natural e impidiendo que las soluciones líquidas lleguen a la red de saneamiento donde se diluyen e imposibilitan su recuperación.

La recuperación de la plata en solución a partir de los líquidos fijadores agotados es una opción recomendable, ya que por lo general el tratamiento requerido no implica grandes inversiones; a continuación se mencionan algunos procesos para la recuperación de plata:

- Substitución metálica
- Precipitación

- Sedimentación y filtración.
- Centrifugación.
- Electrólisis:

En este proceso, una corriente directa pasa a través de una solución rica en plata entre un electrodo positivo (ánodo) y un electrodo negativo (cátodo). Durante la electrólisis, un electrón que proviene normalmente del sulfito del fijador agotado, es transferido del cátodo a la plata cargada positivamente, convirtiéndola a su estado metálico el cual se adhiere al cátodo. Una vez se ha acumulado en éste la cantidad suficiente, la plata es removida.(VER ANEXO 8)

La eficiencia de los sistemas de electrólisis depende principalmente del contacto entre el electrodo con la solución con contenido de plata. Los equipos comerciales de recuperación normalmente se valen de dos mecanismos para maximizar este contacto: a) manteniendo el cátodo en movimiento al interior de la solución, lo que se conoce comúnmente como *celda de cátodo rotario* (VER ANEXO 9) y b) bombeando rápidamente la solución sobre el cátodo estacionario, proceso que suele ser menos eficiente que el primero pero requiere menos atención. Bajo condiciones óptimas de operación, la eficiencia de recuperación electrolítica de la plata puede variar entre el 90% y 99%.

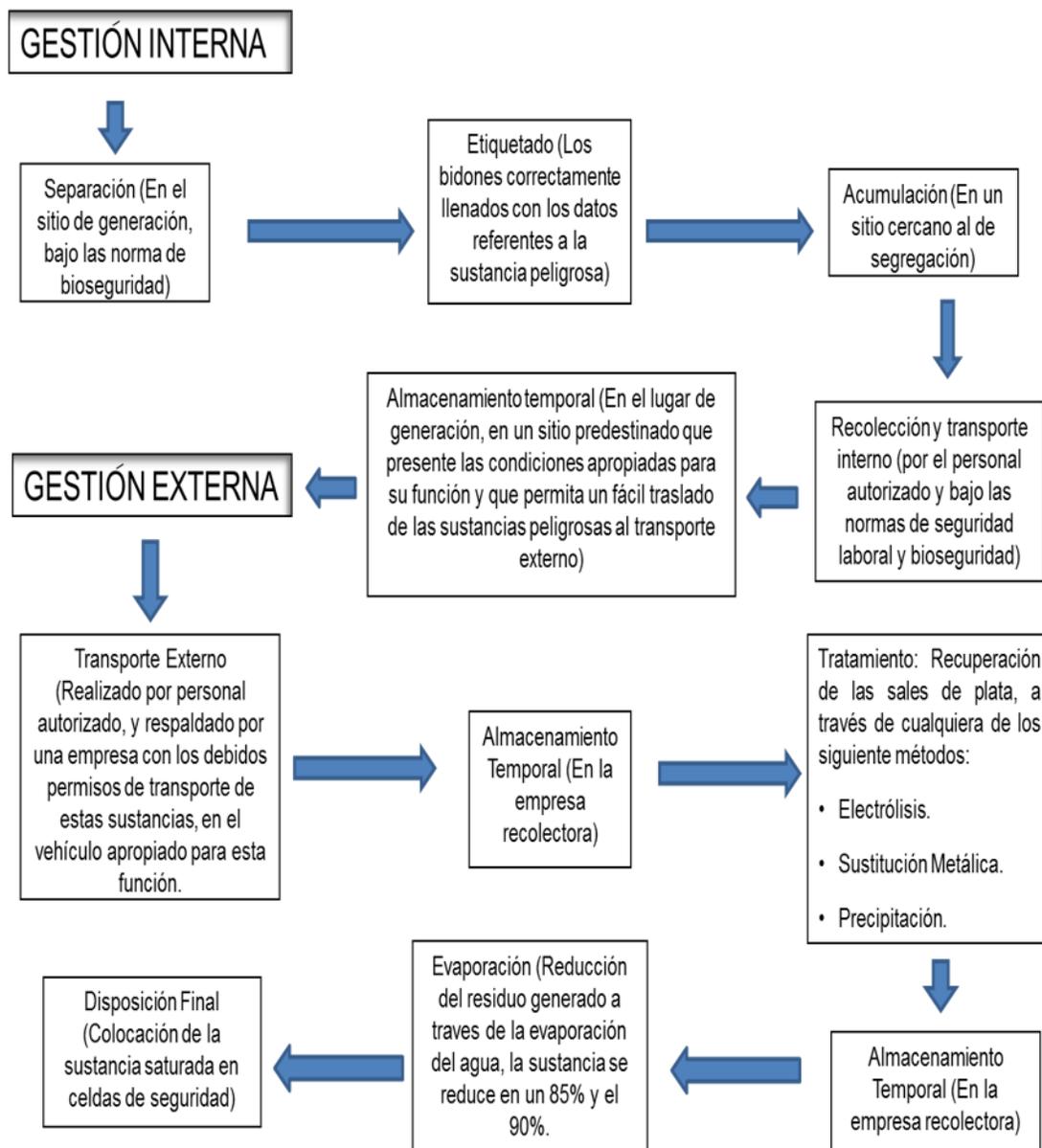
Existen otros métodos de tratamiento para los líquidos agotados del proceso de revelado radiográfico, entre los cuales podemos mencionar métodos experimentales como el de la oxidación fotovoltaica, pero no serán ahondados por no ser ampliamente utilizados.

#### DISPOSICIÓN FINAL DE LOS LÍQUIDOS DEL PROCESO DE REVELADO RADIOGRÁFICO. <sup>34, 35, 46</sup>

El líquido que ya ha sido previamente tratado para la extracción de la plata se somete a una evaporación de alta eficiencia en donde se reduce su volumen inicial entre un 75% a 85%. El residuo saturado resultante se almacena y envía a disposición final en celdas de seguridad. Los otros residuos peligrosos resultantes (sedimentados, material absorbente contaminado, cartón contaminado, plástico contaminado, bidones plásticos deteriorados y acetatos) se envían a destrucción por incineración.

## RESUMEN ESQUEMÁTICO DEL PROTOCOLO DE DESECHO PARA LOS LÍQUIDOS DEL PROCESADO RADIOGRÁFICO.

A continuación se presenta un resumen esquemático del protocolo adecuado para el desecho los líquidos del proceso de revelado radiográfico, desde su gestión interna dentro de las instituciones generadoras hasta la gestión externa realizada por las empresas debidamente autorizadas, el cual está basado en los datos obtenidos de diversas investigaciones científicas.<sup>11, 20, 27, 30, 34, 41.</sup>



## **5. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.**

El estudio es catalogado como descriptivo ya que, lo que se pretende alcanzar es la verificación del protocolo de desecho que se le está dando a los líquidos del proceso de revelado radiográfico posterior a su uso y del conocimiento que posee el personal de saneamiento ambiental y odontológico sobre el mismo, en las instituciones de salud pública que componen la muestra, lo anterior sin modificar el comportamiento y conocimiento ya existente.

### **5.2 TIEMPO Y LUGAR**

Esta investigación se realizó en el periodo comprendido entre el mes de Octubre - Diciembre del año 2014 y Enero - Junio de 2015, en horarios de 7:30 am a 3:00 pm, esta fue realizada en las instalaciones de las Unidades Comunitarias de Salud Familiar de la zona metropolitana de San Salvador, donde se verificaron los objetivos de la investigación a través de instrumentos de recolección de datos.

## 5.3 VARIABLES E INDICADORES

VARIABLES	DEFINICIÓN DE LA VARIABLE	DIMENSIÓN DE LA VARIABLE	INDICADORES
Gestión de desecho de los líquidos del proceso de revelado radiográfico.	Es el conjunto de pasos secuenciales que permiten la correcta manipulación de los líquidos reveladores radiográficos agotados, desde su generación hasta su disposición final.	Gestión de los líquidos del proceso de revelado radiográfico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Segregación.</li> <li>• Etiquetado.</li> <li>• Transporte interno.</li> <li>• Almacenamiento temporal</li> <li>• Transporte externo</li> <li>• Disposición final.</li> </ul>
Conocimiento sobre la gestión de desecho de los líquidos del proceso de revelado radiográfico.	Es la información que posee un individuo determinado sobre la gestión adecuada que debe realizarse a los líquidos del procesado radiográfico.	Conocimiento teórico sobre la gestión de eliminación de los líquidos del procesado radiográfico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimiento alto.</li> <li>• Conocimiento intermedio.</li> <li>• Conocimiento bajo.</li> </ul>
Conocimiento sobre las opciones de tratamiento para los líquidos del proceso de revelado radiográfico.	Las opciones de tratamiento son todos aquellos procedimientos que disminuyen la capacidad contaminante de una sustancia, o que simplemente reducen su volumen original, para facilitar su manipulación.	Conocimiento teórico sobre las opciones de tratamiento para los líquidos del procesado radiográfico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si las conoce.</li> <li>• Conoce algunas.</li> <li>• No conoce ninguna.</li> </ul>

#### 5.4 POBLACIÓN Y MUESTRA.

La siguiente investigación se realizó en las Unidades Comunitarias de Salud Familiar de la zona metropolitana de San Salvador.

Se realizará la selección de la muestra de estudio basados en algunos criterios de inclusión e exclusión que se especifican a continuación:

#### 5.5 Criterios de inclusión:

- La Unidad Comunitaria de Salud Familiar deberá estar ubicado dentro de la jurisdicción de la zona metropolitana de San Salvador según lo establecido por el SIBASI San Salvador.
- El establecimiento comunitario de salud deberá contar con equipo radiográfico convencional en el área de Odontología.

#### 5.6 Criterios de exclusión:

- Cualquier Unidad Comunitaria de Salud que se encuentre ubicado fuera de la zona metropolitana y que no esté comprendido en la jurisdicción del SIBASI San Salvador.
- Establecimiento que cuente únicamente con equipo radiográfico de tipo digital.

Al evaluar los criterios de inclusión y exclusión se determinó que las Unidades Comunitarias de Salud Familiar que reúnen las condiciones para formar parte del estudio son 12, los cuales se analizaron en su totalidad y se mencionan a continuación:

UCSF Rosario de Mora.

UCSF Villa Mariona.

UCSF Santo Tomas.

UCSF Zacamil.

UCSF Unicentro.

UCSF San Miguelito

UCSF San Jacinto

Clínica de Empleados Nivel Central

UCSF Santa Lucía.

UCSF Lourdes

UCSF Hábitat Confíen

UCSF Cuscatancingo.

## 5.7 RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS.

En esta investigación se utilizaron dos técnicas para la recolección de datos: Cuestionario, el cual incluía 8 preguntas cerradas y una Guía observacional la cual incluyó 10 ítems a evaluar por el investigador. (VER ANEXO 10 y 11)

El cuestionario involucraba de manera directa al personal de salud de las Unidades Comunitarias de Salud Familiar seleccionados como muestra, específicamente al personal odontológico e inspectores de saneamiento ambiental, estos participaron contestando las preguntas establecidas en el instrumento de recolección de datos, dichas preguntas fueron enfocadas en base a cada uno de los objetivos planteados al inicio de la investigación.

La guía observacional fue completada por el investigador, esto se realizó a partir de lo evidenciado en las instalaciones de los establecimientos de salud seleccionados como muestra, se verificó el área de generación de los desechos, así como el transporte interno que se realiza de los líquidos agotados del proceso de revelado radiográfico; además se verificó el área de almacenamiento temporal de los químicos tóxicos. En esta guía observacional además de verificar instalaciones se observaron también los protocolos que se realizan en dichas instalaciones; cada apartado presente en este instrumento de recolección de datos se basa en los objetivos establecidos al inicio de la investigación.

El investigador se movilizó a cada uno de los establecimientos comunitarios de salud seleccionados como muestra, presentándose con una carta al director del establecimiento; dicha carta estaba avalada por el Director Regional de Salud en la cual se aprobaba el ingreso del investigador a las instalaciones de salud y se le permitía el paso de los instrumentos de recolección de datos sin ningún impedimento. El paso de instrumentos se realizó en el periodo comprendido entre Noviembre y Diciembre del año 2014, en horarios matutinos y vespertinos, la cantidad de Unidades Comunitarias de Salud Familiar visitadas por día varió dependiendo de la distancia establecida entre una y otra, pero oscilaba entre uno y dos establecimientos visitados por día.

El proceso mediante el cual se realizó la obtención de la información fue a través de los instrumentos previamente mencionados en este apartado. El cuestionario se entregaba al personal Odontológico y de Saneamiento ambiental y ellos lo llenaban siguiendo las indicaciones descritas en el documento. La guía de observación fue llenada por el investigador que era acompañando por personal del establecimiento de salud para mostrarle las instalaciones. El análisis de datos se realizó siguiendo los métodos estadísticos descriptivos de frecuencia y fueron evidenciados posteriormente a través de gráficos.

## 5.8 RECURSOS HUMANOS Y FINANCIEROS

NOMBRE	PUESTO	% DE TIEMPO AL PROYECTO
Br. N. R. Meléndez Paniagua	Inv. Principal	100%
Dr. J. B. López Guillén	Docente Asesor	75%
Licda. K. E. Cornejo Ramos	Estadístico.	10%

CONCEPTO	VALOR
	EN DOLARES AMERICANOS
<b>EQUIPOS VARIOS</b>	
Impresiones	\$50
Fotocopias	\$20
Folders	\$10
Engrapadora	\$5
Caja de grapas.	\$5
Anillado	\$20
Empastado	\$25
Lapiceros color negro	\$10
Transporte	\$100
Otros varios	\$50
IMPREVISTOS	\$50
<b>TOTAL</b>	<b>\$345</b>
NOTA: No se han totalizado todos los costos personales, como gastos de alimentación.	

## 6. RESULTADOS

Se evaluaron las 12 Unidades Comunitarias de Salud Familiar (UCSF) de la zona metropolitana de San Salvador que poseían aparatología de rayos-x de tipo convencional; además se sometieron a evaluación un total de 33 empleados (profesionales de odontología y encargados del área de saneamiento ambiental); en dichas UCSF se obtuvo por observación, el protocolo realizado con los desechos líquidos del proceso de revelado radiográfico en cada establecimiento. En cuanto a los profesionales evaluados, se obtuvo el conocimiento que poseen cada uno de ellos sobre el protocolo de eliminación de los líquidos del proceso de revelado radiográfico y sobre las opciones de tratamiento para los mismos.

**Tabla I**

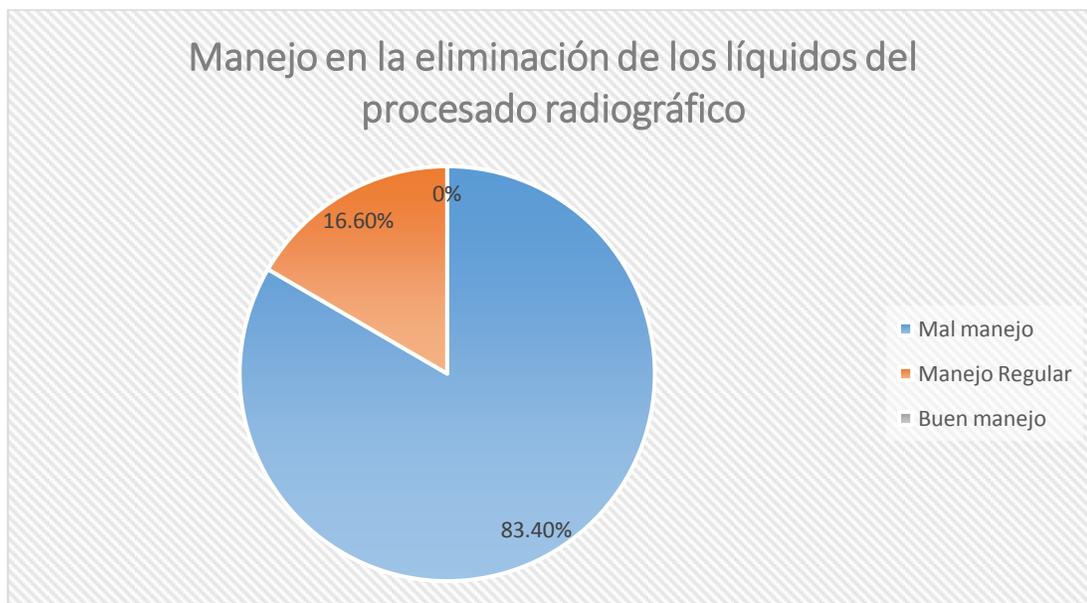
**Manejo en la eliminación de los líquidos del procesado radiográfico, en las 12 Unidades Comunitarias de Salud Familiar.**

0-5 mal manejo

6-10 manejo regular.

11-14 buen manejo

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	0	10	83.4	83.4	83.4
	6	1	8.3	8.3	91.7
	9	1	8.3	8.3	100.0
	Total	12	100.0	100.0	



Análisis: El mal manejo de los líquidos reveladores radiográficos fue el resultado predominante con un 83.4%, lo que nos indica un incumplimiento total de las normativas de bioseguridad en relación al protocolo de eliminación de dichos químicos, le sigue un manejo regular con un 16.6%, lo que da la idea de que existe el cumplimiento de algunos pasos del protocolo de eliminación, terminando con un buen manejo presentando un 0%.

TABLA II

**EVALUACIÓN DE LOS PASOS DEL PROTOCOLO DE ELIMINACIÓN DE LOS LÍQUIDOS DEL PROCESO DE REVELADO RADIOGRÁFICO.**

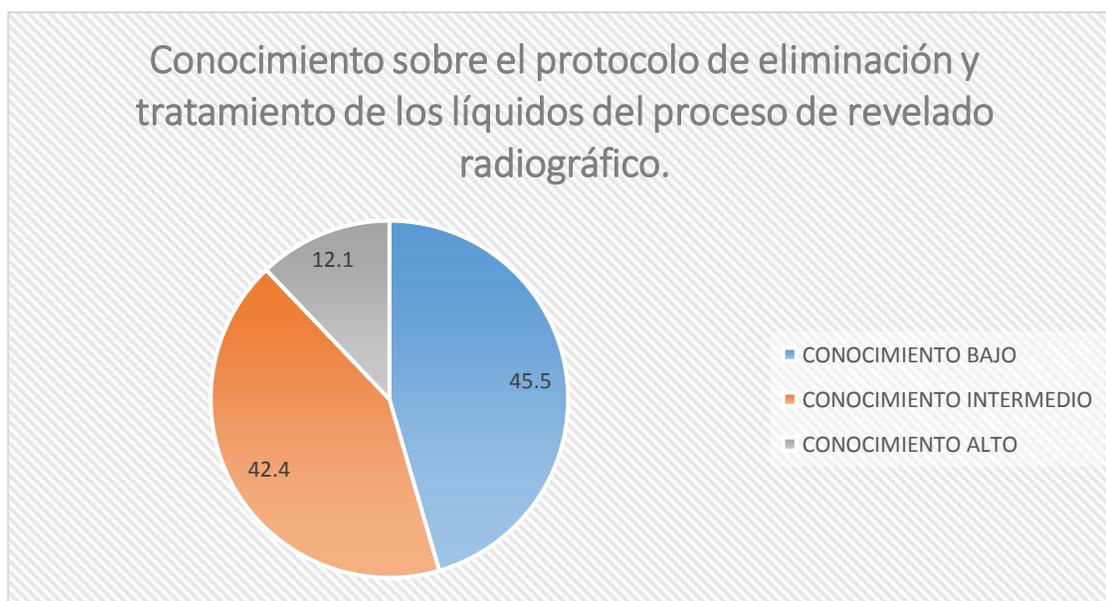
PASO DEL PROTOCOLO	RESULTADOS DE LA OBSERVACION		
	SEGREGACIÓN	Existe una correcta segregación	No existe una correcta segregación.
	8.3%	91.7%	
ETIQUETADO	Se coloca etiqueta con todos los datos.	Se coloca etiqueta llenada parcialmente.	No se coloca etiqueta
	0%	8.3%	91.7%
ACUMULACIÓN	Cumple con normas de bioseguridad.	No cumple con normas de bioseguridad.	No existe lugar de acumulación.
	0%	0%	100%
TRANSPORTE INTERNO	Cumple con las normativas de bioseguridad.	No cumple con las normativas de bioseguridad.	No se realiza
	0%	16.7%	83.3%
ALMACENAMIENTO TEMPORAL	Cumple con las normativas de bioseguridad	No cumple con las normativas de bioseguridad	No se realiza.
	0%	16.7%	83.3%
TRANSPORTE EXTERNO	Son entregados de forma adecuada a una empresa recolectora autorizada	Son entregados a una empresa recolectora mezclados con otros elementos de desecho.	No son entregados a una empresa recolectora autorizada.
	0%	16.7%	83.3%
DISPOSICIÓN FINAL POR PARTE DE LAS UCSF	Están siendo entregados a una empresa recolectora.	Se minimiza su potencial toxico y después se arrojan al alcantarillado.	Son vertidos al alcantarillado sin previo tratamiento.
	16.7%	0%	83.3%
<p><b>ANÁLISIS:</b> Solamente el 8.3% de los establecimiento de salud, realizaba una correcta segregación (separación) de los líquidos reveladores después de su uso, el 91.7% lo realizaba inapropiadamente. El etiquetado de los depósitos para la eliminación de los líquidos reveladores dio como resultado, que solamente el 8.3% colocaba etiqueta, pero sin especificar las características tóxicas de los mismos. La acumulación debe realizarse en un sitio predestinado para esta acción, y el 100% de las unidades no poseían un sitio específico de acumulación. En cuanto al transporte interno y almacenamiento temporal, el 16.7% de las UCSF lo realizaba pero sin cumplir con las normas de bioseguridad y el 83.7% no lo realizaba. Lo observado en cuanto al transporte externo de los químicos evidencio que, el 16.7% de las UCSF entregan los líquidos reveladores a una empresa recolectora pero mezclados con otros elementos de desecho, y el 83.7% no los entregaba.</p> <p>La disposición final predominante en las UCSF en relación a los líquidos de revelado radiográfico consistió en verterlos en el sistema de alcantarillado sin previa minimización de su potencial tóxico para el medio ambiente con un 83.7%.</p>			

TABLA III

**Conocimiento por parte de los profesionales (odontólogos e inspectores de salud medio ambiental) sobre el protocolo de eliminación y tratamiento de los líquidos del procesado radiográfico.**

**0 Conocimiento bajo; 5 Conocimiento intermedio; 10 Conocimiento alto.**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
<b>Válidos</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>45.5</b>	<b>45.5</b>	<b>45.5</b>
	<b>5</b>	<b>14</b>	<b>42.4</b>	<b>42.4</b>	<b>87.9</b>
	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>12.1</b>	<b>12.1</b>	<b>100</b>
	<b>Total</b>	<b>33</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	

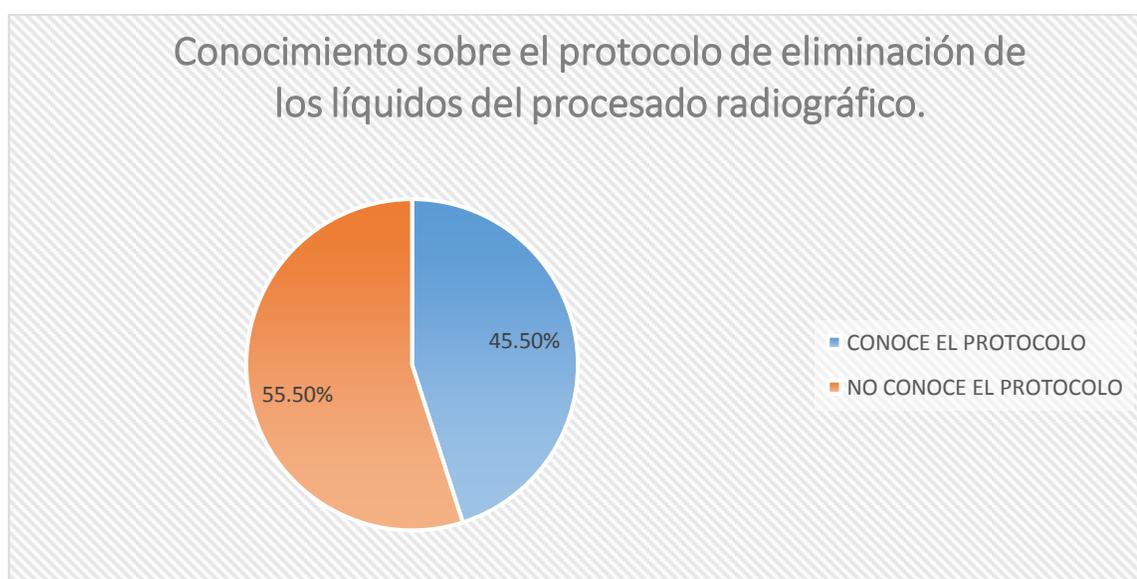


**Análisis:** El 12.1% de los profesionales evaluados presentaron un nivel de conocimiento alto, ya que supieron identificar el protocolo correcto de eliminación de los líquidos reveladores y la técnica correcta para el tratamiento de los mismos (extracción de las sales de plata). El 42.4% presentó un nivel intermedio de conocimiento ya que desconocían alguno de los dos temas a evaluar (protocolo y técnicas de tratamiento). El 45.5% posee un conocimiento bajo ya que no supo identificar el protocolo de eliminación correcto, ni tampoco la técnica apropiada de tratamiento.

TABLA IV

**Conocimiento sobre el protocolo de eliminación de los líquidos del  
procesado radiográfico.**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	No conocen el protocolo de eliminación.	18	54.5	54.5	54.5
	Conocen el protocolo de eliminación.	15	45.5	45.5	100.0
Total		33	100.0	100.0	

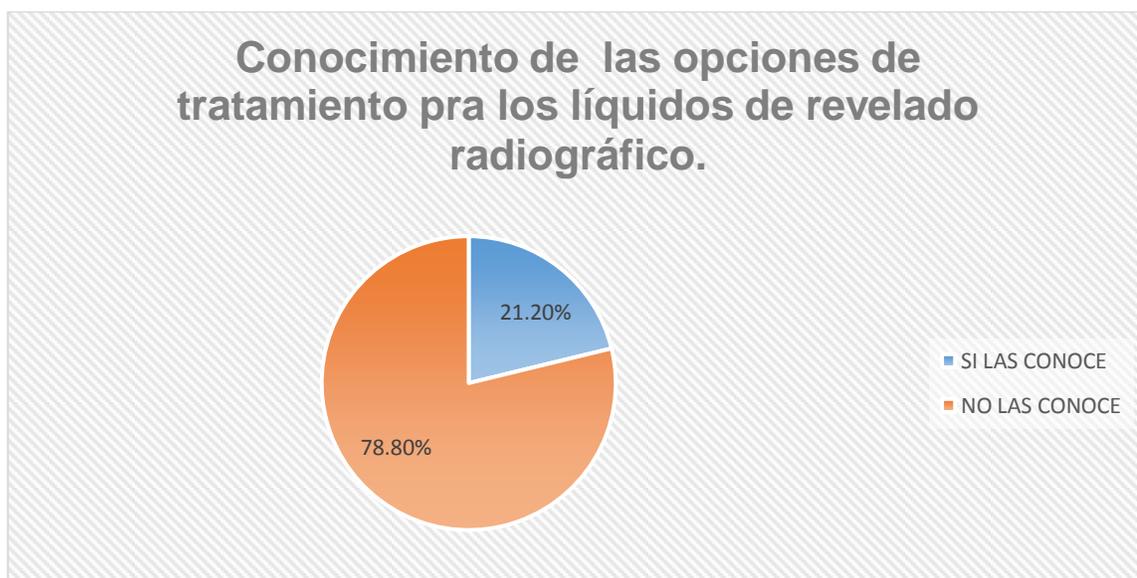


**Análisis:** Un alto porcentaje de los profesionales desconocen el protocolo adecuado para la eliminación de químicos peligrosos, específicamente la de los líquidos de revelado radiográfico, siendo este el 55.5%. El 45.5% de los profesionales sí pudieron identificar el protocolo adecuado.

TABLA V

**Conocimiento sobre las opciones de tratamiento para los líquidos de revelado radiográfico.**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos No las conoce.	26	78.8	78.8	78.8
Si las conoce	7	21.2	21.2	100.0
Total	33	100.0	100.0	



Análisis: Del total de profesionales evaluados, solo el 21.2% supo identificar a la recuperación de sales de plata de los líquidos reveladores como una opción real de tratamiento; el resto, que equivale al 78.8%, identificó como opciones para el tratamiento de los líquidos reveladores a la recuperación del glutaraldehído remanente y la recuperación de la hidroquinona remanente, opciones que no son reales.

TABLA VI

**Conocimiento de los profesionales de odontología e Inspectores de Salud medio ambiental, sobre la disposición final realizada en cada establecimiento con los líquidos del proceso de revelado radiográfico.**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos Se vierte en el sistema de alcantarillado	12	36.4	36.4	36.4
Se entrega a una empresa recolectora	5	15.2	15.2	51.5
No la conoce.	16	48.5	48.5	100.0
Total	33	100.0	100.0	



Análisis: Este gráfico muestra lo que el profesional sabe sobre la disposición final de los líquidos reveladores realizada en su UCSF, lo mostrado es que: el 15.2% manifiesta que en su establecimiento estos químicos peligrosos son entregados a una empresa recolectora; el 36.4% afirma tener conocimiento que en su establecimiento los líquidos reveladores están siendo vertidos en el sistema de alcantarillado y 48.5% acepta desconocer cuál es la acción de disposición final realizada en su establecimiento de salud.

## 7. DISCUSIÓN

Al revisar parte de la literatura existente acerca del manejo de elementos contaminantes utilizados en el ámbito clínico-hospitalario encontramos que la mayoría coincide en que es fundamental el manejo adecuado de los diferentes tipos de elementos contaminantes, esto bajo las normas apropiadas de bioseguridad para disminuir el riesgo potencial que representan para el bienestar de los pacientes, del personal técnico, profesional y también del medio ambiente;<sup>1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15</sup> además de la importancia que tiene el profesional de salud en la correcta manipulación, clasificación y disposición final de los elementos de desecho tanto sólidos como líquidos.<sup>9, 16, 17, 18, 19, 20</sup>

En la zona metropolitana de San Salvador existen 12 Unidades Comunitarias de Salud Familiar (UCSF) que poseen aparatología de rayos-x de tipo convencional en el área de odontología, dichas UCSF (las 12 en total) fueron sometidas a investigación acerca de la bioseguridad en la gestión de los residuos líquidos del procesado radiográfico en odontología, realizada en sus instalaciones. Los resultados evidenciaron lo siguiente: 83.4% presentaron un mal manejo en la eliminación de los líquidos del procesado radiográfico, un 16.6% presentaron un manejo regular y ningún establecimiento presentó un buen manejo de los mismos, esto muestra que no existe un manejo basado en normas de bioseguridad establecidas para elementos de desecho peligroso, en relación a los líquidos del proceso de revelado radiográfico.

Bustamante Ojeda L.<sup>12</sup> afirma que: Una investigación realizada por la OMS en 22 países mostró que la proporción de hospitales que no tienen un adecuado manejo de los desechos peligrosos oscila entre el 18 al 64%, variando de un país a otro. Este dato aunque no sea directamente relacionado con los líquidos del proceso de revelado radiográfico, nos muestra que existe una diferencia de 19.4 puntos porcentuales entre el dato mayor obtenido en esta investigación sobre el mayor obtenido en la investigación de la OMS, lo que indica un mayor grado de ineficiencia en el manejo de desechos peligrosos por parte de las UCSF de la zona metropolitana de San Salvador.

Producto de la observación, se demostró, que el 83.3% de los centros de salud evaluados, vertían los líquidos del procesado radiográfico en el sistema de alcantarillado como alternativa de disposición final; acción realizada sin previo tratamiento de los líquidos para disminuir su potencial tóxico, y solamente el 16.7% de los establecimientos entregaban los elementos de desecho a los vehículos autorizados, pero mezclados con otros elementos contaminantes. Lo anterior difiere con lo manifestado por los profesionales, ya que solamente el 36.4% manifestó que esta práctica (Verter los líquidos de revelado en el sistema de alcantarillado) se realizaba en su establecimiento ; Flores Blanco L.<sup>13</sup> afirma:

*”Es importante destacar que la reacción que se da entre los cristales de plata de las películas radiográficas y el fijador, produce compuestos que son potencialmente dañinos para el medio ambiente, ya que pueden inhibir diversos procesos biológicos, es por ello que el revelador y fijador, son considerados como residuos peligrosos y tóxicos al ambiente, especialmente el fijador, por contener una concentración mayor a 5 mg/litro de plata en solución”;* por lo tanto no deben ser vertidos en el sistema de alcantarillado, sin ser previamente tratados.

En el año 2005, se aprueba la NSO “Norma Salvadoreña Obligatoria para el Manejo de los Desechos Bioinfecciosos”, que conforma un marco regulatorio que define lo siguiente: Los establecimientos generadores de desechos bioinfecciosos deben cumplir los requisitos del manejo sanitario y de bioseguridad, sean estos públicos o privados, desde la generación hasta la disposición final de los mismos.<sup>28</sup>

Silva Trejos P y Herrera Vargas JJ<sup>29</sup> afirman que debido a la composición de los líquidos del proceso de revelado radiográfico: *“requieren ser manipuladas con cuidados especiales y además, no pueden verterse en las descargas municipales sin tratamiento previo, por el daño potencial que significan para los ecosistemas”.*

El manejo de los líquidos del procesado radiográfico debe realizarse bajo normas de bioseguridad, y como fue observado, la mayoría de los centros de salud evaluados presentaban una inadecuada manipulación de estos elementos de desecho, mostrando que el 91.7% de las UCSF realizaba una inadecuada segregación de las sustancias reveladoras.

Galicia Ayala YI, Miranda Alas AD.<sup>46</sup> en su Propuesta de una guía para el tratamiento de desechos químicos generados en el laboratorio de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador, afirman: *“Es importante identificar y seleccionar los residuos generados según su naturaleza química con el objetivo de evitar cualquier incompatibilidad entre ellos, disminuyendo así accidentes durante su manejo”;* además aseguran que es necesario conocer e identificar las propiedades de peligrosidad de cada sustancia química para saber cómo manejarla. Contrariamente, lo realizado en las UCSF evaluadas muestra que el 91.7% de las UCSF no utilizaban etiquetas para identificar las sustancias del proceso de revelado y el 8.3% etiquetaba parcialmente, sin advertir sobre las características peligrosas de los componentes.

Del mismo modo cabe mencionar que en cuanto al resto del protocolo de eliminación de los líquidos del proceso de revelado radiográfico, solamente el 16.7% realiza el transporte interno de los líquidos hacia su lugar de acopio; pero lo hace sin cumplir las normas de bioseguridad, ya que no se realiza en los depósitos apropiados, volviendo propenso el derramamiento de las sustancias.

En cuanto al conocimiento que poseen los profesionales de odontología y de saneamiento ambiental sobre la bioseguridad en la gestión de los residuos líquidos del procesado radiográfico, específicamente lo que se relaciona con el protocolo de eliminación y las alternativas de tratamiento y disposición final para dichos líquidos, se evaluó un total de 33 profesionales de las UCSF en investigación, incluidos: Jefe de Inspectores de saneamiento ambiental (1 por cada establecimiento) y profesionales de odontología de cada establecimiento (variando en número de un establecimiento a otro); los resultados dados por nuestra investigación sugieren lo siguiente: un 45.5% posee un nivel de conocimiento bajo sobre el protocolo adecuado de eliminación de los líquidos del procesado radiográfico y sus alternativas de tratamiento (obteniendo una calificación de 0-4); un 42.4% posee un nivel de conocimiento intermedio (obteniendo una calificación de 5-7) y un 12.1% posee un nivel de conocimiento alto (obteniendo una calificación de 8-10); lo anterior repercute directamente sobre la actuación de los profesionales de las unidades comunitarias de salud familiar, frente a la manipulación y eliminación de estos elementos de desecho.

Sedeño AB <sup>5</sup> Encontró que un 67% de la muestra encuestada en su investigación reconocía a los líquidos revelador y fijador radiográfico como una sustancia tóxica producto de la práctica radiográfica.

Ochoa Cerrón KM <sup>56</sup> quien investigó el nivel de conocimiento sobre las normas de bioseguridad en radiología, obtuvo que, de una muestra constituida por 218 estudiantes el 53.7% poseían un nivel de conocimiento regular sobre el tema, el 16% un nivel de conocimiento bueno y el 30.3% un nivel de conocimiento malo.

Jiménez Jinez W. <sup>2</sup> en su estudio titulado: Análisis del Manejo de los Residuos Hospitalarios en el área de Servicio de Medicina Crítica (UCI) del Hospital General Luis Vernaza, demostró que de su muestra solamente el 29.75% de los empleados que tienen contacto directo con el manejo de residuos reciben algún tipo de capacitación, de donde se infiere que este grupo de empleados tienen conocimiento.

Al separar los elementos que evaluaban el conocimiento (protocolo de eliminación y alternativas de tratamiento) se encontró que un 84.9% de los profesionales evaluados manifestaron conocer o poseer algún conocimiento sobre la gestión (protocolo) correcta para la eliminación de los líquidos del proceso de revelado radiográfico; sin embargo, solamente un 45.5% supo indicar cuál era el orden correcto de dicho protocolo.

Ochoa Cerrón KM <sup>56</sup> encontró que, en relación al manejo o protocolo de eliminación final del líquido fijador del proceso radiográfico, un 58.7% poseía un conocimiento correcto y un 41.3% poseían un conocimiento incorrecto; además en cuanto al conocimiento sobre el manejo o protocolo de eliminación final del líquido revelador evidencio que un 39% poseía un conocimiento correcto y un

61% poseía un conocimiento incorrecto; lo preocupante de esta investigación es que a pesar que el nivel de conocimiento correcto sobre el manejo de los líquidos del proceso de revelado fueron alentadores, la actitud de la muestra hacia la implementación de estas medidas fue muy diferente, ya que el 70.6% presentaron una regular o mala actitud hacia la aplicación de normas de bioseguridad en la eliminación del líquido revelador, y un 70.2% de la muestra presento la misma actitud hacia el líquido fijador del proceso de revelado; lo anterior nos indica que el nivel de conocimiento en este caso no fue directamente proporcional con el deseo de los encuestados por realizar un adecuado manejo de los líquidos del proceso de revelado. Esto nos invita a pensar que la sola capacitación académica sobre el tema no sería suficiente para generar un cambio de actitud en los profesionales si no también tendría que entrar en juego la concientización moral y la vigilancia constante sobre la aplicación de un protocolo adecuado para la eliminación de los líquidos del proceso de revelado radiográfico.

En cuanto a las opciones de tratamiento de los líquidos del procesado radiográfico un 78.8% manifestó no conocerlas, un 15.2 % dijo conocer poco y un 6% dijo conocerlas; al pedirles que seleccionaran una de las verdaderas opciones de tratamiento (recuperación de las sales de plata) un 21.2% respondió correctamente y un 78.8% no conocía la opción verdadera de tratamiento.

## 8. CONCLUSIONES.

### CONCLUSIONES GENERALES.

- El estudio del grado de conocimiento por parte del personal odontológico y de saneamiento ambiental de las Unidades Comunitarias de Salud Familiar de la región metropolitana del Ministerio de Salud de El Salvador, en relación al protocolo de eliminación y técnicas de tratamiento comprobó, que un 45.5% posee un nivel de conocimiento bajo sobre el protocolo adecuado de eliminación de los líquidos del procesado radiográfico y sus alternativas de tratamiento (obteniendo una calificación de 0-4); un 42.4% posee un nivel de conocimiento intermedio (obteniendo una calificación de 5-7) y un 12.1% posee un nivel de conocimiento alto (obteniendo una calificación de 8-10).
- La observación del manejo de los residuos líquidos del procesado radiográfico realizado en las Unidades Comunitarias de Salud Familiar de la región metropolitana del Ministerio de Salud de El Salvador comprobó, que el 83.4% presentó un mal manejo en la eliminación de los líquidos del procesado radiográfico, un 16.6% presentó un manejo regular y ningún establecimiento presentó un buen manejo de los mismos.

### CONCLUSIONES ESPECÍFICAS.

En cuanto al protocolo de eliminación que se está dando a los líquidos agotados del procesado radiográfico, en las Unidades Comunitarias de Salud Familiar (UCSF) de la zona metropolitana de San Salvador, se verificó que:

- El 91.7% de las UCSF no realiza una correcta segregación de los líquidos de desecho del procesado radiográfico y solamente el 8.3% si realiza una correcta segregación de los mismos en el sitio de generación.
- El 91.7 % de las UCSF no utiliza etiquetas para identificar los líquidos de revelado radiográfico en proceso de eliminación, y el 8.3% restante si coloca etiqueta, pero llenada parcialmente, sin advertir sobre las características peligrosas de los componentes, abriendo así las posibilidades de accidentes laborales dentro de los establecimientos.
- El 83.3 % de las UCSF no entrega los líquidos del proceso de revelado radiográfico a una empresa recolectora autorizada y el mismo porcentaje de centros de salud está vertiendo los líquidos reveladores en el sistema de alcantarillado convirtiéndose en agentes contaminantes para el medio

ambiente y el 16.7% de las UCSF entregan los líquidos del procesado radiográfico a una empresa recolectora, pero no bajo normativas de bioseguridad.

Sobre el conocimiento que posee el personal odontológico y de saneamiento ambiental de las Unidades Comunitarias de Salud Familiar sobre el protocolo de eliminación de los líquidos del procesado radiográfico y las opciones de tratamiento existentes, se evidencio lo siguiente:

- El 54.5% del personal odontológico y de saneamiento ambiental desconoce cuál es el protocolo correcto para la eliminación de los líquidos del procesado radiográfico, ya que no pudo identificar la opción correcta dentro del cuestionario y el 45.5% si pudo identificar la opción correcta, lo que implica que posee conocimiento sobre este protocolo de eliminación; dejando en claro, quede estos últimos, algunos manifestaron cierto grado de duda al elegir su respuesta definitiva.
- El 24.2% de los profesionales evaluados manifestaron conocer cuál es la disposición final que se le está dando a los líquidos del proceso de revelado radiográfico en su Establecimiento de Salud, y el 75.8% manifestó saber poco o desconocerlo totalmente; evidenciando así el alto nivel de desconocimiento por parte de los profesionales de salud, en relación a este protocolo de eliminación.
- El 78.8% de los profesionales de odontología y de Inspección de salud medio ambiental, de las Unidades comunitarias de Salud familiar no supo identificar a la extracción de las sales de plata, como una opción verdadera de tratamiento, para los líquidos del procesado radiográfico y el 21.2% si supo identificarla.

## 9. RECOMENDACIONES.

- Que las autoridades correspondientes generen un cambio en cuanto al manejo interno y disposición final de los líquidos del procesado radiográfico, ya que ambos representan peligrosidad para la salud humana y medio-ambiental, debido a sus características tóxicas y corrosivas.
- Elaboración de un manual institucional que muestre el protocolo adecuado para el manejo y eliminación de los líquidos del procesado radiográfico.
- Capacitar a los profesionales de odontología y de saneamiento ambiental sobre el protocolo correcto de eliminación de los líquidos del proceso de revelado radiográfico.
- Concientizar a los profesionales sobre el peligro potencial que poseen los líquidos del proceso de revelado radiográfico sobre el medio ambiente y sobre la seguridad laboral de aquellos que lo manipulan.
- En caso de no poder elaborar un sitio específico para el almacenamiento temporal de los químicos peligrosos; colocar estantes o repisas dentro de las celdas de seguridad, para lograr una mínima separación de los desechos químicos de los desechos sólidos, evitando también que sean colocados directamente en el piso.
- Indagar sobre las empresas nacionales que prestan el servicio de eliminación de químicos peligrosos y realizar la entrega a estas empresas; proporcionando el material apropiado a las UCSF para la eliminación de los líquidos del proceso de revelado radiográfico.
- Evaluar la necesidad de incluir esta temática dentro del plan curricular de la Facultad de Odontología, de la Universidad de El Salvador; como componente de un tema contributivo a la protección del medio ambiente; ya que actualmente el conocimiento impartido a los estudiantes sobre este tema en específico es insuficiente para que este realice una correcta disposición final de estos químicos en su vida profesional.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Ministerio de Salud de El Salvador, Lineamientos Técnicos sobre Bioseguridad, San Salvador, El Salvador, Enero 2012, pág. 3.
2. Jiménez Jinez W. Análisis del Manejo de los Residuos Hospitalarios en el área de Servicio de Medicina Crítica (UCI) del Hospital General Luis Vernaza, Universidad Estatal de Milagro, Tesis de grado, Ecuador, 2010, pág. 22-25
3. Cabañas Arauz SC, Bernal Ramos M.A. Diagnostico sobre el estado de los procesos de recolección, disposición y transformación de la basura producida en el Área Metropolitana de San Salvador (AMSS), Escuela de Ingeniería Industrial, Universidad Dr. José Matías Delgado, Tesis de Grado, San Salvador, El Salvador, 2007, pág. 1-2; 10-26.
4. Comité Nacional de Bioseguridad en Salud Bucal, Bioseguridad Bucodental, Norma Técnica y Manual de procedimientos, Ministerio de Salud Asociación Odontológica Panameña, Panamá, Noviembre 2006, pág. 69-82.
5. Sedeño A B. Residuos químicos generados en la práctica de radiología dental y medidas de prevención para evitar la contaminación ambiental, Universidad Veracruzana, Facultad de Odontología Zona Poza Rica, Tesis de grado, Tuxpan, México, 2012, pág. 13-15.
6. Montaña Pérez M. Manejo de los residuos biológicos infecciosos sólidos, generados por alumnos de la Universidad Autónoma de Baja California y dentistas ubicados en la zona centro de la ciudad de Mexicali, Facultad de Odontología, Universidad de Granada, Tesis de grado, Granada, México, 2006, pág. 42-51,6-12.
7. Gavirina Rivera E, Gómez Cadavid A, Gallegos F, Navas Gómez K, Gonzales Meza M, et al. Plan de Gestión Integral de residuos Hospitalarios y similares PGRHS, Facultad de Medicina, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia, Junio 2012, pág. 10.
8. Mite Cárdenas V, Toclema Llachuma F, Rea Cuvi L. Manejo de los desechos Hospitalarios por el personal del Centro de Salud Caluma, periodo de Octubre-Septiembre 2010, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Estatal de Bolívar, Tesis de grado, Venezuela 2010, pág. 36-38; 53.

9. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial de Colombia, Manual de procedimientos para la Gestión Integral de Residuos Hospitalarios y similares para pequeños generadores, Versión 1, Colombia, 2007, pág. 27-33, 67-79.
10. Zabala M. Manual para el Manejo de Desechos en Establecimientos de Salud, Comité Interinstitucional para el Manejo de Desechos Hospitalarios, Fundación Natura, 2007, pág. 3-6.
11. Dirección General de Servicios de Salud, Recomendaciones para la adecuada manipulación y acopio de los residuos peligrosos, Gestión de residuos de establecimientos de Salud, Ministerio de Salud, Buenos Aires Argentina, 2008: pág. 10-17.
12. Bustamante Ojeda L. Evaluación del cumplimiento de Normas de Bioseguridad en el Hospital UTPL, en las Áreas de Emergencia, Hospitalización, quirófano, laboratorio y consulta externa, durante el periodo de enero-marzo de 2012, Escuela de Medicina, Universidad Católica de Loja, Tesis de grado, Ecuador, 2012: pág. 20-35.
13. Flores Blanco L. Programa Estratégico para el manejo de desechos odontológicos generados en el centro popular madre María Maracay, Departamento de Investigación y Post-grado, Universidad Nacional Experimental politécnica de la Fuerza Armada Bolivariana, Estado de Aragua, Venezuela, Tesis de post-grado, 2011: pág.14-55.
14. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Guía Técnica para el Manejo de los desechos sólidos hospitalarios bioinfecciosos, generados en el establecimiento del sector salud, Unidad de Atención Integral al Ambiente, El Salvador, 2004: pág. 3-25.
15. Manual y Normas de Bioseguridad, Facultad de Odontología, Universidad Nacional del Nordeste, Buenos Aires, Argentina, 2006: pág. 15-33.
16. Manual kodak, ficha de datos de seguridad, Empresas Kodak, 2ª Revisión 2002: pág. 1-5.
17. Rizzo Rivas JJ. La radiografía como examen complementario para el diagnóstico de la patología bucal en pacientes asistidos en la clínica de la Facultad Piloto de Odontología año 2011. Facultad Piloto de Odontología, Universidad de Guayaquil, Tesis de grado, Guayaquil Ecuador, 2012, pág. 27-29.

18. Alcaraz Baños M. El revelado radiográfico, Servicio de publicaciones de la Universidad de Murcia, Murcia, 2002, pág. 3-15.
19. Revelator Kodak professional HC-110, Datos Técnicos, Kodak professional division, Eastman Kodak company; publication Kodak N° J-24\_ES-es, Catalogo 8361875, EEUU, Octubre 2002 pág. 1-7.
20. Santana Hernández I A, Velásquez Mejía W. E. Gestión de los residuos y desechos peligrosos generados en la práctica de laboratorio de Química Analítica de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de El Salvador, Tesis de grado, 2010, pág. 6-10.
21. Servicio Nacional de Estudios Territoriales, Gestión de Riesgos urbanos inundaciones urbanas en El Salvador, Servicio Nacional de Estudios Territoriales, Servicio Hidrológico Nacional, Ministerio de medio Ambiente y Recursos Naturales, El Salvador, 2006: pág. 1-15.
22. Chinchilla Menjivar E, Rodríguez Ayala E. Diseño de sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales para la ciudad de San José Guayabal, Municipio de San José Guayabal, Departamento de Cuscatlán, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de El Salvador, Tesis de grado, San Salvador, 2010: pág. 2-10.
23. Chávez F, Martínez E. Informe de estudios sobre humedales en Metapàn, convenio para la investigación aplicada en ciencias o ingeniería entre UCA y Holcim, San Salvador, 2012: pág. 22-25.
24. Luna Aroche J, Cosillo Pinto A, Gordillo C, Vendrell P, Solís L, Contreras LE. Análisis de la información en la cuenca ostúa-güija, con énfasis en la calidad de las aguas superficiales y subterráneas, y la incidencia del proyecto minero cerro blanco, Ministerio de Medio Ambiente, Guatemala, Abril 2013, pág. 48-49.
25. Lago de Guija amenazado por la minería Guatemalteca, URL disponible en: <http://www.ceicom.org.sv/index.php/es/conflictos-transfronterizos/204-lago-de-gueija-amenazado-por-la-mineria-metalica-en-guatemala>.
26. Juárez D. Programa de manejo de desechos Hospitalarios, Ministerio de Salud y Asistencia Social, Rev. 09 de Agosto de 2002, San Salvador, El Salvador, pág. 8. URL disponible en: ([http://www.mspas.gob.sv/p\\_salud\\_ambiental.htm](http://www.mspas.gob.sv/p_salud_ambiental.htm)).
27. Diario Oficial, Republica de El Salvador en la América Central, Norma Técnica para el Manejo de Desechos Bioinfecciosos, tomo 379, Numero 82, San Salvador, El Salvador 2008.

28. Bushong S. Manual de Radiología para técnicos, 2º edición, 2001, pág. 59-62.
29. Silva Trejos P, Herrera Vargas JJ. Determinación de los componentes de las aguas residuales de los tanques de revelado de radiografías de laboratorios dentales, Publicación Científica, Facultad de Odontología, Universidad Nacional de Costa Rica, Tesis de grado, 2004: pág. 110-113.
30. Gerena Izquierdo D, Quintero Rojas J. Evaluación de alternativas de gestión para los líquidos de revelado y fijado utilizados en las actividades de artes gráficas y laboratorios fotográficos en Bogotá D.C. Universidad de la Salle, Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria Bogotá D.C. Tesis de grado, 2006: pág. 15; 74-77.
31. Gálvez Cervantes F, Martín Suárez V. Riesgos derivados de la utilización de los productos de proceso automático de radiografías, Centro Nacional de Nuevas Tecnologías, INS HT N° 11, Madrid, España, 2011: pág. 25-37.
32. Arredondo Galleguidos D. Aplicación de métodos de asepsia y desinfección en la práctica de la radiología intraoral, Facultad de Odontología, Departamento de Cirugía y Traumatología Maxilofacial, Universidad de Chile, Santiago de Chile: 2006, pág. 4-5-
33. Fábregas M, Estrany Coda F, Pujol R. Recuperación de plata de las radiografías, Técnica industrial 245, 2002, pág. 32-36.
34. Ardila Robles E, Zárate Polanco A. Evaluación a nivel de laboratorio de un sistema de fotocátalisis heterogénea para el tratamiento de líquidos fijadores agotados de radiología, fotografía y artes gráficas; subsiguiente al proceso de recuperación de la plata por electrólisis, Universidad de la Salle, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria, Bogotá D.C, Tesis de grado, Colombia, 2009: Pág.7-30
35. Organización Panamericana de la Salud, representación en El Salvador, Elaboración de línea base de generación de desechos químicos en hospitales Benjamín Bloom y San Rafael; propuesta de líneas de acción para la gestión ambiental de los desechos químicos, área programática: Salud Medio Ambiente y gestión de riesgos, Noviembre 2011: pág. 14; 31; 38-41.
36. Ministerio de Salud de El Salvador, Diagnóstico Nacional de Salud bucal, San Salvador, El Salvador, Junio 2012, pág. 3-12.

37. Ministerio de Salud pública y Asistencia Social, Guía para la gestión de los desechos sólidos con disposición final en celdas de seguridad, El Salvador 2007, pág. 3-5.
38. Líquidos radiográficos como elementos de desecho. Disponible en URL: <http://www.ecoticias.com/residuos-reciclaje/22236/rss.php>.
39. Liébana M, Sánchez Almirón D. Riesgo por exposición a contaminantes químicos (1), Instituto nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Guía Práctica Rev. Salud y Trabajo, Madrid, España, 1999, 425 (25), pág. 1-7.
40. Liébana M, Sánchez Almirón D. Riesgo por exposición a contaminantes químicos (2), Instituto nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Guía Práctica Rev. Salud y Trabajo, Madrid, España, 1999, 426 (2), pág. 1-4.
41. Restrepo Merza R, Et al. Guía Manejo Integral de Residuos, Universidad Pontificia Bolivariana, 1ª Edición Medellín, Colombia, 2008.
42. Hidroquinona Monometiléter, Ficha de Datos de Seguridad, ACOFARMA S.A., 2ª Edición, 2010, pág. 1-4.
43. Hoja de Datos de Seguridad, Hidroquinona. Disponible en URL: [http://www.estis.net/sites/cien-bo/default.asp?site=cien-bo&page\\_id=92A8CC30-7507-4F6C-AF5A-76A6EF877DFC](http://www.estis.net/sites/cien-bo/default.asp?site=cien-bo&page_id=92A8CC30-7507-4F6C-AF5A-76A6EF877DFC).
44. Rodríguez Alvarado RO. Diseño de un Modelo de Gestión para el Manejo Integral de los Desechos Líquidos Contaminantes Provenientes de Hospitales y Unidades de Salud del Municipio de San Salvador Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela de Ingeniería Industrial, Universidad de EL Salvador, Tesis de Grado, El Salvador 2006, pág. 39-48.
45. Weng Alemán Z. Riesgos en los Laboratorios: Consideraciones para su Prevención, Hig.Sanid.Ambient. 5:132-137(2005)
46. Galicia Ayala YI, Miranda Alas AD. Propuesta de una guía para el tratamiento de desechos químicos generados en el laboratorio de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador, San Salvador, El Salvador, Tesis de Grado, Julio 2008, pág. 89-95.
47. Organización Mundial de la Salud, Manual de bioseguridad en el Laboratorio 3ª edición, Ginebra, 2005, pág. 102-117.

48. Fenol, Ficha de Datos de Seguridad, ACOFARMA, N°1907, Madrid España, 2006; pág. 2-5.
49. Bisulfito de sodio, Hoja de datos de seguridad, QUIMETAL, Revisión N°: 01, 2008, pág. 1-4.
50. Sulfito de sodio, Ficha técnica, Distribuidora de químicos Industriales SA, Medellín, Colombia, pág. 1-3.
51. Bisulfato de sodio, Hoja de datos de seguridad, ARAUCO Productos Químicos Version2, 2005, pág. 1-7.
52. Carbonato de Sodio, Hoja de datos de Seguridad, Control Técnico y Representaciones SA de CV (CTR científico), Monterrey, México; pág. 1-8.
53. Bromuro de potasio, Ficha de Datos de Seguridad, ACOFARMA, n° 1907, Madrid, España, 2008; pág. 2-5.
54. Tiosulfato de Sodio Pentahidratado, Grupo Trans Marquin (GTM), 2ª Edición, España, 2011; pág 1-5.
55. Ácido Acético, Riesgo Químico de Accidentes Graves, Dirección General de Salud Pública, España, 2008; pág. 1-14.
56. Falconí Iribarren M A, Nivel de conocimientos y actitudes del profesional de enfermería hacia la aplicación de medidas de bioseguridad en la Unidad de Cuidados Críticos de la Mujer, Hospital Nacional Docente Madre Niño San Bartolomé, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina Humana, Escuela de Post-Grado, Tesis de Post-grado, Lima-Peru, 2011.

# **ANEXOS**

## INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 (Clasificación de los desechos).....	54
ANEXO 2 (Técnicas manuales de revelado radiográfico).....	56
ANEXO 3 (Composición de los líquidos del procesado radiográfico).....	57
ANEXO 4 (Sustancias químicas usadas en hospitales de El salvador).....	58
ANEXO 5 (Formato de etiqueta para desechos químicos peligrosos).....	59
ANEXO 6 (Acciones de manejo interno de los desechos peligrosos).....	60
ANEXO 7 (Tipo de residuo; tratamiento y disposición final).....	61
ANEXO 8 (Esquema de celda de electrólisis).....	62
ANEXO 9 (Esquema de un cátodo rotatorio).....	63
ANEXO 10 (Guía de observación).....	64
ANEXO 11 (Cuestionario).....	66
ANEXO 12 (Protocolo de investigación).....	68

## ANEXO 1 CLASIFICACIÓN DE LOS DESECHOS.

Se presenta una clasificación general de los diversos tipos de desechos hospitalarios, así como la manera correcta de ser etiquetados y envasados

Clasificación de los desechos	Etiqueta o Rótulo	Color Envase
Biodegradable	No peligroso biodegradable	Verde
Ordinario y/o inerte	No peligroso ordinario e inerte	Verde
Reciclable plástico	 Reciclable plástico	Gris
Reciclable vidrio	 Reciclable vidrio	Gris
Reciclable papel, cartón y similares	 Reciclable cartón y papel	Gris
Reciclable chatarra	 Reciclable chatarra	Gris
Infeccioso biosanitario	 Riesgo biológico (biosanitario)	Rojo
Infeccioso cortopunzantes	 Riesgo biológico (cortopunzante)	Rojo

Clasificación de los desechos	Etiqueta o Rótulo	Color Envase
Infeccioso Anatomopatológico	 Riesgo biológico (Anatomopatológico)	Rojo
Animales	 Riesgo biológico (animales)	Rojo
Químico	 Inflamable	Rojo
Químico	 Corrosivo	Rojo
Químico	 explosivo	Rojo
Químico	 Tóxico ej. Metales pesados ( <i>mercurio, plata, plomo, entre otros</i> )	Rojo
Radiactivo	 Radiactivos	Púrpura

Fuente: Manual de procedimientos para la gestión integral de residuos hospitalarios y similares para pequeños generadores, Ministerio de Protección Social, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial, versión 1, Colombia 2007, pág. 45-46.

## ANEXO 2 TÉCNICAS MANUALES DE REVELADO RADIOGRÁFICO.

Se presenta una ilustración sobre las dos técnicas de revelado radiográfico manual existentes, la que consta de tres compartimientos y la que consta de cuatro compartimientos.

### *Cuba de tres compartimentos*

<b>Revelado</b>	<b>Enjuague y Lavado Final</b>	<b>Fijado</b>
-----------------	--	---------------

### *Cuba de cuatro compartimentos*

<b>Revelado</b>	<b>Lavado Intermedio o Baño De Paro</b>	<b>Fijado</b>	<b>Lavado Final</b>
-----------------	---	---------------	-------------------------

Fuente: Sedeño A B. Residuos químicos generados en la práctica de radiología dental y medidas de prevención para evitar la contaminación ambiental, Universidad Veracruzana, Facultad de Odontología zona Poza Rica Tuxpan, México, 2012 pág. 60

### ANEXO 3

## COMPOSICIÓN DE LOS LÍQUIDOS DEL PROCESADO RADIOGRÁFICO.

Composición de la solución reveladora:

- Disolvente: agua
- Agente revelador: Contiene dos químicos, la hidroquinona (parahidroxibenzeno) y Fenol (sulfato de monometilparaaminofenol).
- Agente Conservador: Sulfito de sodio.
- Agente Acelerador: Carbonato de sodio.<sup>28</sup>
- Agente Restringente o agente restrictivo: Se utiliza el bromuro de potasio.
- Agente Endurecedor: El Glutaraldehído.
- Agente Antiespumante: Diversos tipos de quelatos.

Composición de la solución fijadora:

- Disolvente: Agua potable.
- Agente fijador: Tiosulfato de sodio o tiosulfato de amonio y comúnmente se le llama hiposulfito de sodio o hipo.
- Agente Conservador: Sulfito de sodio.
- Agente endurecedor: Es el aluminato potásico.
- Agente Activador o Acidificador: El ácido acético o el ácido sulfúrico.
- Agente Antiespumante: Se utilizan sales de ácido bórico.

Fuente:

1. Alcaraz Baños M. El revelado radiográfico, Servicio de publicaciones de la Universidad de Murcia, Murcia, 2002, pág. 3-15.
2. Ardila Robles E, Zárate Polanco A. Evaluación a nivel de laboratorio de un sistema de fotocatalisis heterogénea para el tratamiento de líquidos fijadores agotados de radiología, fotografía y artes gráficas; subsiguiente al proceso de recuperación de la plata por electrólisis, Universidad de la Salle, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria, Bogotá D.C, Tesis de grado, Colombia, 2009: Pág. 7-30

## ANEXO 4

### SUSTANCIAS QUÍMICAS USADAS EN HOSPITALES DE EL SALVADOR

Clasificación de las sustancias químicas según sus características de peligrosidad que se emplean en el Hospital Benjamín Bloom y en el Hospital San Rafael, El Salvador.

GRUPO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS	SUSTANCIA	CARACTERÍSTICAS DE PELIGROSIDAD
ÁCIDOS DÉBILES Y SALES ACIDAS	ÁCIDO ACÉTICO	CORROSIVO/INFLAMABLE
	ÁCIDO BENZOICO	TOXICA
	ÁCIDO CÍTRICO.	TOXICA
	ACIDO FÓRMICO.	CORROSIVO/ TOXICO
	ACIDO FOSFOMOLIBDICO.	CORROSIVA
	ACIDO MONOCLOROACÉTICO	TOXICA
	ACIDO RUBEÁNICO.	TOXICA
SALES INORGÁNICAS Y ÓXIDOS METÁLICOS	ACIDO TRICLOROACÉTICO.	CORROSIVA
	BISULFITO SÓDICO	TOXICA
	BISULFITO POTÁSICO	TOXICA
	BORATO SÓDICO	TOXICA
	CARBONATO SÓDICO	TOXICA
	CLORATO POTÁSICO	REACTIVO
	CLORURO DE ALUMINIO	TOXICA
	CLORURO DE HIERRO (III)	TOXICA
	CLORURO MAGNÉSICO	TOXICA
	CLORURO DE ZINC	TOXICA
DICROMATO POTÁSICO	TOXICA, CORROSIVA	
ACIDOS FUERTES	ÁCIDO CLORHÍDRICO	CORROSIVA
	ACIDO NÍTRICO	TOXICA, CORROSIVA
SUSTANCIAS COLORANTES DE PELIGRO	FUCSINA ÁCIDA	TOXICA/REACTIVO
	FUCSINA FENICADA	TOXICA/REACTIVO
	GIEMSA	TOXICA/REACTIVO
	RESORCINA	TOXICA/REACTIVO
	TINCION DE WRIGHT	TOXICA/REACTIVO
	CRISTAL VIOLETA	TOXICA/REACTIVO
	HEMATEÍNA	TOXICA/REACTIVO
MERCURIO Y SUS DERIVADOS	MERCURIO METAL LIQUIDO	TOXICA, CORROSIVA
PRODUCTOS QUÍMICOS FOTOGRÁFICOS Y PROCESOS RADIOGRÁFICOS	LÍQUIDO DE REVELADO: REVELADOR Y FIJADOR.	TOXICA
OTROS RESIDUOS Y DESECHOS PELIGROSOS IDENTIFICADOS EN LOS HOSPITALES	BATERÍAS DE PLOMO	TOXICA
	PILAS ALCALINAS	TOXICA
	DIESEL	REACTIVO/COMBUSTIBLE
	PROPANO	INFLAMABLE

Fuente: Organización Panamericana de la Salud representación en El Salvador, informe consultoría, elaboración de línea base de generación de desechos químicos en hospitales y propuesta de líneas de acción para la gestión ambiental de los desechos químicos, área programática; Salud Medio Ambiente y Gestión de Riesgo 2011, pág. 53-54.

## ANEXO 5

### FORMATO DE ETIQUETAS DE IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS QUÍMICOS

Se presenta un formato que permitiría etiquetar correctamente los líquidos del proceso de revelado radiográfico en proceso de eliminación.

Formato de etiquetas de identificación de residuos químicos

<p>UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA</p> <p>MEZCLA DE SOLVENTES (DESECHOS DE ANÁLISIS) N° _____</p>	
	
	
	
	
	
<p>Observaciones _____</p> <p>_____</p> <p>Cantidad: _____ Fecha: _____</p>	

Tomado de: Galicia Ayala YI, Miranda Alas AD. Propuesta de una guía para el tratamiento de desechos químicos generados en el laboratorio de la Facultad de Química y Farmacia de la Universidad de El Salvador, San Salvador, El Salvador, Tesis de Grado, Julio 2008, pág. 89-95.

## ANEXO 6

Tabla 10.1 : ACCIONES DEL MANEJO INTERNO DE LOS DESECHOS PELIGROSOS DE TIPO QUIMICO (DESECHOS QUÍMICOS) RECOMENDADAS PARA LOS HOSPITALES					
OPERACIÓN	QUIÉN	QUÉ	DÓNDE	CÓMO	CUÁNDO
<b>SEGREGACIÓN</b> Separar y envasar los DESECHOS QUÍMICOS de acuerdo a sus características de peligrosidad	El personal técnico de los servicios o áreas que los generan	DESECHOS QUÍMICOS segregados	En cada una de áreas donde se generan los DESECHOS QUÍMICOS	Colocando cada tipo de los desechos en su envase correspondiente (Químicos: contenedores plásticos, contenedores de vidrio, contenedores de metal)	En el momento de descartar un desecho (inmediatamente)
<b>ETIQUETADO</b> Colocar en cada envase sellado de DESECHOS QUÍMICOS	El personal técnico de laboratorio	El envase lleno de DESECHOS QUÍMICOS	En la fuente de generación	Llenando la etiqueta con los datos que lo identifican	Al sellar un envase lleno
<b>ACUMULACION</b> Colocar los contenedores sellados en un lugar destinado para su recolección (ver croquis)	El personal técnico de laboratorio	Los envases sellados y etiquetados que contienen los DESECHOS QUÍMICOS	En un sitio asignado cerca de la fuente de generación	Trasladando manualmente los envases desde la fuente de generación	Después de sellarlo y etiquetarlo
<b>RECOLECCION Y TRANSPORTE</b> Trasladar los envases del lugar de acumulación al lugar de almacenamiento temporal (ver croquis)	El personal de limpieza	Únicamente contenedores sellados y etiquetados	En vehículos específicos de tracción manual identificados con colores rojo y negro	Respetando las rutas y los procedimientos de seguridad establecidos	Según horarios y frecuencias de evacuación
<b>ALMACENAMIENTO TEMPORAL GENERAL</b> Acumular los DESECHOS QUÍMICOS en un sitio oportunamente acondicionado en espera de su recolección definitiva	El personal de limpieza	Los desechos de acuerdo con la segregación realizada	En un almacén acondicionado para los DESECHOS QUÍMICOS	Respetando la separación básica entre desechos comunes, desechos peligrosos de tipo químico y desechos peligrosos de tipo bioinfeccioso.	Luego de su recolección y transporte interno

Fuente: Manual para el Manejo de Desechos en Establecimientos de Salud, Comité Interinstitucional para el Manejo de Desechos Hospitalarios, Fundación Natura 1ª Edición, 2007, pág. 3-6.

## ANEXO 7

Se presentan posibles soluciones de disposición final para los líquidos del procesado radiográfico.

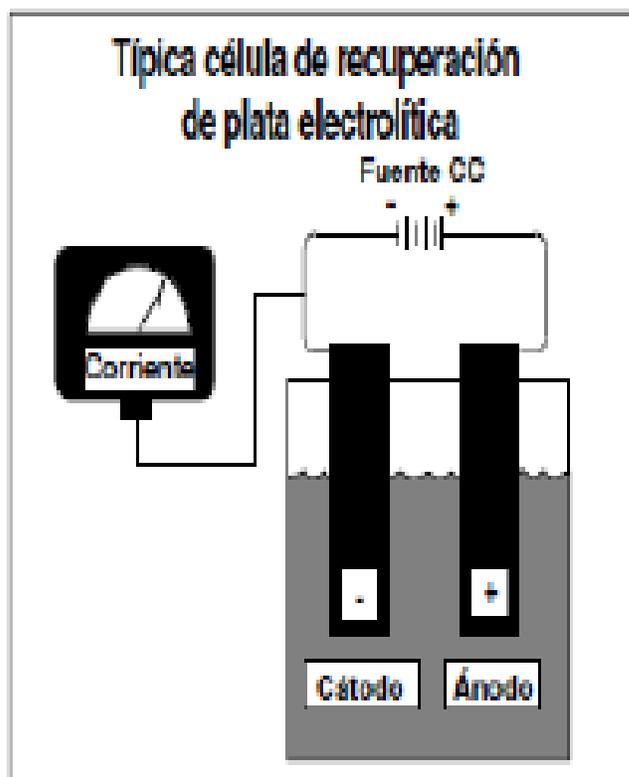
TIPO DE RESIDUO	TRATAMIENTO Y/O DISPOSICIÓN FINAL
NO PELIGROSO (Ordinario e inerte)	Relleno Sanitario
NO PELIGROSO (Biodegradable)	Compostaje, relleno sanitario
NO PELIGROSO (Reciclables: Plástico, vidrio, cartón, chatarra, etc.)	Reciclaje
PELIGROSO INFECCIOSOS	
Biosanitarios	Desactivación de alta eficiencia y relleno sanitario o incineración (las cenizas van a celda de seguridad).
Cortopunzantes, Animales y anatomopatológicos.	Incineración (las cenizas van a celda de seguridad).
PELIGROSOS (Químicos)	
Medicamentos parcialmente consumidos, vencidos y/o deteriorados, placas de RX.	Devolución a proveedores Incineración cuando haya lugar (las cenizas van a celda de seguridad). Rellenos de seguridad, encapsulamiento o cementación, y envío a relleno sanitario.
Revelado	Devolución a proveedores o Tratamiento fisicoquímico.
Fijador	Extracción de Sales de Plata
Mercurio	Rellenos de seguridad, encapsulamiento o cementación, y envío a relleno sanitario.
RADIATIVOS	Confinamientos de Seguridad

Fuente: Manual de procedimientos para la gestión de residuos hospitalarios y similares para pequeños generadores, Ministerio de Protección Social, Ministerio de Ambiente y desarrollo territorial versión, Colombia 2007, pág. 61-62.

## ANEXO 8

Se ilustra un método de recuperación de la plata existente en los líquidos del procesado radiográfico después de haber sido utilizadas.

Esquema de celda de electrólisis.

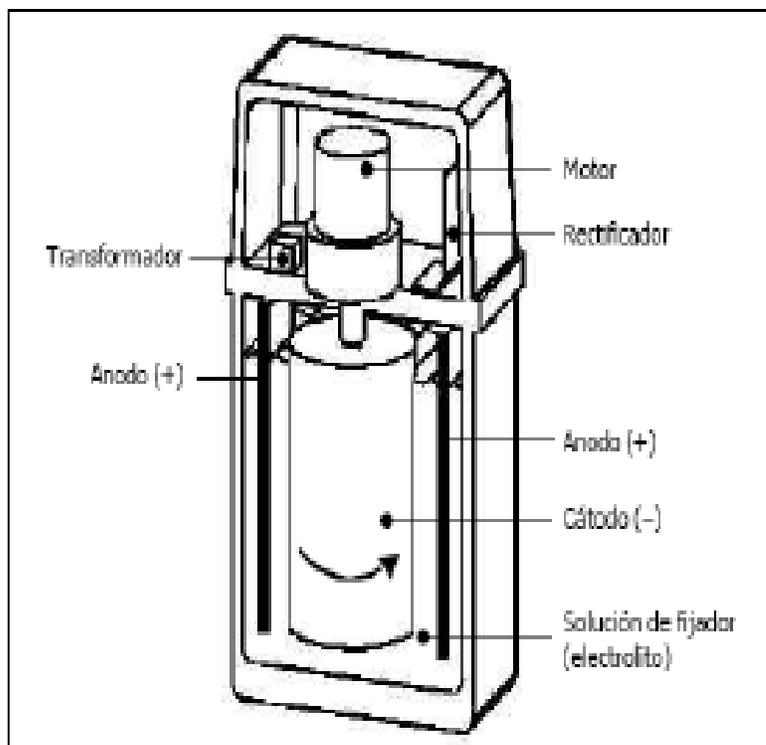


Fuente: Ardila Robles E, Zárate Polanco A. Evaluación a nivel de laboratorio de un sistema de fotocatalisis heterogénea para el tratamiento de líquidos fijadores agotados de radiología, fotografía y artes gráficas; subsiguiente al proceso de recuperación de la plata por electrólisis, Universidad de la Salle, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria, Bogotá D.C, Tesis de grado, Colombia, 2009: Pág.7-30

## ANEXO 9

Se ilustra un método de recuperación de la plata existente en los líquidos del procesado radiográfico después de haber sido utilizadas.

Esquema de un cátodo rotatorio.



Fuente: Ardila Robles E, Zárate Polanco A. Evaluación a nivel de laboratorio de un sistema de fotocatalisis heterogénea para el tratamiento de líquidos fijadores agotados de radiología, fotografía y artes gráficas; subsiguiente al proceso de recuperación de la plata por electrólisis, Universidad de la Salle, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria, Bogotá D.C, Tesis de grado, Colombia, 2009: Pág.7-30



## ANEXO 10

Cód. N \_\_\_\_\_

### UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE ODONTOLOGIA

#### GUÍA DE OBSERVACIÓN.

Objetivo. Determinar si el protocolo de eliminación de los líquidos de revelado radiográfico se está realizando bajo los parámetros establecidos de bioseguridad.

Indicaciones:

- Trasladar la letra de la izquierda al recuadro de la derecha, según la observación realizada por el investigador.
- Realizar el llenado con tinta color azul o negra y no utilizar ningún tipo de corrector de tinta.

1. ¿La segregación de las sustancias de desecho del proceso de revelado radiográfico se está realizando de la forma correcta?

- a. Existe una correcta segregación
- b. No existe una correcta segregación.

2. ¿El etiquetado de las sustancias de desecho del proceso de revelado radiográfico se está realizando de la forma correcta?

- a. Se coloca la etiqueta con todos los datos.
- b. Se coloca la etiqueta pero llenada parcialmente.
- c. No se coloca etiqueta.

3. ¿La acumulación de las sustancias de desecho del proceso de revelado radiográfico se está realizando de la forma correcta?

- a. El lugar para la acumulación cumple con normativas de bioseguridad.
- b. El lugar para la acumulación no cumple con normativas de bioseguridad.
- c. No existe lugar de acumulación.

4. ¿El transporte interno de las sustancias de desecho del proceso de revelado radiográfico se está realizando de la forma correcta?

- a. Cumple con las normativas de bioseguridad
- b. No cumple con las normativas de bioseguridad.
- c. No se realiza.

5. ¿El almacenamiento temporal de las sustancias de desecho del proceso de revelado radiográfico se está realizando de la forma correcta?

- a. Cumple con las normativas de bioseguridad
- b. No cumple con las normativas de bioseguridad.
- c. No existe un sitio de almacenamiento temporal para químicos peligrosos.

6. ¿El transporte externo de las sustancias de desecho del proceso de revelado radiográfico se está realizando de la forma correcta?

- a. Es entregado a una empresa recolectora autorizada
- b. No es entregada a una empresa recolectora autorizada.

7. ¿Cuál es la disposición final que se le está dando a los líquidos reveladores radiográficos agotados en este Establecimiento Comunitario de Salud?

- a. Están siendo entregados a una empresa recolectora para que esta realice la disposición final.
- b. Se realiza un tratamiento previo a los líquidos del procesado radiográfico minimizando así su potencial toxicidad y después son vertidos en el sistema de alcantarillado.
- c. Son vertidos en el sistema de alcantarillado sin previo tratamiento.



## ANEXO 11

Cód. N \_\_\_\_\_

### UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE ODONTOLOGIA

#### CUESTIONARIO

Objetivo. Determinar el conocimiento que posee el personal Odontológico y de Salud Medio Ambiental de las Unidades Comunitarias de Salud Familiar (UCSF) de la zona Metropolitana de San Salvador, sobre la gestión y tratamiento de los líquidos del proceso de revelado radiográfico.

Indicaciones:

- Trasladar la letra de la izquierda al recuadro de la derecha, según su respuesta.
- Realizar el llenado con tinta color azul o negra.
- No utilizar ningún tipo de corrector de tinta.

1. ¿Conoce usted cuál es la gestión correcta para la eliminación de los líquidos del proceso de revelado radiográfico?

- a. Si la conozco.
- b. Conozco poco.
- c. La desconozco totalmente.

Si su respuesta a pregunta anterior fue “a” o “b” por favor conteste a la pregunta 2 de lo contrario avance a la pregunta 3.

2. ¿Cuál de los siguientes considera, que es el protocolo correcto para el manejo de los líquidos de revelado radiográfico en proceso de eliminación?

- a. Almacenamiento temporal; Etiquetado; Transporte Interno; Segregación; Transporte Externo; Tratamiento; Disposición final.
- b. Segregación; Etiquetado; Almacenamiento Temporal; Transporte Interno; Disposición Final; Transporte Externo; Tratamiento.
- c. Segregación; Etiquetado; Transporte Interno; Almacenamiento Temporal; Transporte Externo; Tratamiento; Disposición Final.

3. ¿Sabe usted cual es la disposición final que se le está dando a los líquidos del proceso de revelado radiográfico en su Establecimiento de Salud?

- a. Si la conozco.
- b. Conozco poco.
- c. Desconozco totalmente.

Si su respuesta a la pregunta anterior fue “a” o “b”, conteste la pregunta 4 de lo contrario avance a la pregunta 5.

4. ¿Podría decir cuál es la disposición final que se le está dando a los líquidos del procesado radiográfico en su Establecimiento?

- a. Se vierte en el sistema de alcantarillado.
- b. Se entrega a una empresa recolectora.
- c. Ninguna de las anteriores:

Explique: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

5. ¿Conoce las opciones de tratamiento que existen para los líquidos del proceso de revelado radiográfico?

- a. Si las conozco.
- b. Conozco algunas.
- c. Las desconozco totalmente.

Si su respuesta a la pregunta anterior fue “a” o “b”, conteste la pregunta 6 de lo contrario entregue su cuestionario al investigador.

6. ¿Cuál de las siguientes alternativas es una verdadera opción de tratamiento para los líquidos reveladores radiográficos desechados?

- a. Recuperación de las sales de plata.
- b. Recuperación de Glutaraldehido remanente.
- c. Recuperación de la Hidroquinona remanente.

**ANEXO 12**

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD DE ODONTOLOGIA  
 COORDINACIÓN GENERAL  
 DE PROCESO DE GRADUACIÓN

Introducción ..... 4

Planteamiento del problema ..... 5

Justificación ..... 7

Objetivos ..... 8

Marco Teórico ..... 10

Materiales y Métodos ..... 27

Tipo de investigación ..... 28

Tiempo y lugar ..... 28

Potencial ..... 28

Recolección y análisis de datos ..... 28

Recursos humanos, materiales ..... 28

Limitaciones ..... 28

Consideraciones Bioéticas ..... 28

Cronograma de actividades ..... 28

Bibliografía ..... 38

ANEXOS ..... 38



**PROTOCOLO DE INVESTIGACION**

**BIOSEGURIDAD EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS LIQUIDOS DEL  
 PROCESADO RADIOGRÁFICO EN ODONTOLOGIA, GENERADOS EN LAS  
 UNIDADES COMUNITARIAS DE SALUD FAMILIAR DE LA ZONA  
 METROPOLITANA DE SAN SALVADOR**

**AUTOR**

**MELENDEZ PANIAGUA, NELSON RODRIGO**

**ASESOR**

**DR. JOSE BENJAMIN LOPEZ GUILLEN.**



*Aprobado  
 Raticado  
 Acuerdo por Junta Directiva  
 No. 529 de fecha  
 25 nov / 2014*

CIUDAD UNIVERSITARIA, NOVIEMBRE 2014