

2014

Propuesta de tratamiento a vertimientos hospitalarios para la minimización de impactos ambientales por su descarga

Camilo Andrés Arrieta Girón
Universidad de La Salle, Bogotá

Juan Sebastián Castellón Calderón
Universidad de La Salle, Bogotá

Follow this and additional works at: https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria



Part of the [Environmental Engineering Commons](#)

Citación recomendada

Arrieta Girón, C. A., & Castellón Calderón, J. S. (2014). Propuesta de tratamiento a vertimientos hospitalarios para la minimización de impactos ambientales por su descarga. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/966

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ingeniería at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Ingeniería Ambiental y Sanitaria by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

PROPUESTA DE TRATAMIENTO A VERTIMIENTOS HOSPITALARIOS PARA LA MINIMIZACIÓN
DE IMPACTOS AMBIENTALES POR SU DESCARGA.

CAMILO ANDRÉS ARRIETA GIRÓN
JUAN SEBASTIÁN CASTELLÓN CALDERÓN

UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
BOGOTÁ D.C.
2014

PROPUESTA DE TRATAMIENTO A VERTIMIENTOS HOSPITALARIOS PARA LA MINIMIZACIÓN
DE IMPACTOS AMBIENTALES POR SU DESCARGA.

CAMILO ANDRÉS ARRIETA GIRÓN
JUAN SEBASTIÁN CASTELLÓN CALDERÓN

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO
AMBIENTAL Y SANITARIO.

DIRECTOR
JULIO CÉSAR RAMÍREZ RODRÍGUEZ
MAESTRÍA EN INGENIERÍA AMBIENTAL, INGENIERO QUÍMICO,
TÉCNICO PROFESIONAL EN PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS.

UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
BOGOTÁ D.C.

2014

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	7
2. JUSTIFICACIÓN.....	9
3. OBJETIVOS.....	9
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	9
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
4. MARCO DE REFERENCIA	10
4.1. MARCO TEÓRICO	10
4.2. MARCO LEGAL.....	16
5. INFORMACIÓN GENERAL DE LA CLÍNICA EUSALUD S.A. SEDES CHAPINERO Y MANDALAY	17
5.1. LOCALIZACIÓN.....	17
5.2. ESPECIALIDAD.....	18
6. METODOLOGÍA	19
6.1. METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CARGA MICROBIANA.....	21
6.1.1. Selección de agares:.....	22
6.1.2. Realización de agares:	22
6.1.3. Recolección de la muestra:	24
6.1.4. Realización de las diluciones:.....	25
6.1.5. Siembra de diluciones:	26
6.1.6. Incubación de las cajas de Petri:.....	26
6.1.7. Lectura de las cajas de Petri:	26
6.1.8. Elección de las mejores diluciones:.....	27
6.1.9. Recolección de la muestra:	28
6.1.10. Siembra de las diluciones:	28
6.1.11. Incubación de las cajas de Petri:	28
6.1.12. Construcción del reactor UV – Ozonización de la muestra – Desinfección de la muestra: 30	
6.1.13. Realización de las diluciones:.....	30
6.1.14. Incubación de las cajas de Petri:	30

6.1.15.	Lectura – Comparación:.....	30
7.	FASE I: DIAGNÓSTICO	31
7.1.	DIAGNÓSTICO SITUACIONAL	31
7.1.1.	PROCEDIMIENTOS INTERNOS Y SU INFLUENCIA EN LOS VERTIMIENTOS	31
7.1.2.	FRECUENCIA EN LOS PROCEDIMIENTOS Y DETERMINACIÓN DE DÍAS DE MONITOREOS.....	37
7.1.3.	PROCEDIMIENTOS Y SU INFLUENCIA MICROBIOLÓGICA EN LOS VERTIMIENTOS	40
7.2.	DIAGNÓSTICO - CARACTERIZACIÓN	41
7.2.1.	DIAGNÓSTICO FÍSICO-QUÍMICO	41
8.	RESULTADOS Y ANÁLISIS	44
8.1.	RESULTADOS	44
8.1.1.	RESULTADOS MUESTREOS	44
8.1.2.	RESULTADOS FÍSICO-QUÍMICOS	46
8.1.3.	COLIFORMES.....	48
8.2.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	49
8.2.1.	ANÁLISIS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS QUE INCUMPLEN LA NORMA.....	49
8.3.	RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS	51
9.	FASE III: SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE PREVENCIÓN TRATAMIENTO Y/O MANEJO.....	57
9.1.	COMPUESTOS FENÓLICOS	57
9.2.	PLOMO	58
9.3.	DBO (DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO)	60
9.4.	MICROBIOLÓGICO	61
10.	VIABILIDAD Y DISEÑO	62
10.1.	COMPUESTOS FENÓLICOS	62
10.2.	PLOMO.....	62
10.3.	DBO (DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO).....	62
10.4.	MICROORGANISMOS	63
10.5.	TRATAMIENTO ALTERNATIVO.....	64
10.5.1.	TRATAMIENTO CMI.....	64
10.5.2.	TRATAMIENTO CTO.....	72

11.	CONCLUSIONES.....	75
12.	RECOMENDACIONES	76
13.	BIBLIOGRAFÍA.....	77

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1	Residuos hospitalarios.....	10			
Ilustración 2	Enfermedades producidas por residuos hospitalarios.....	11			
Ilustración 3.	Parámetros fisicoquímicos. (PAZ & MUZIO, 2004).....	12			
Ilustración 4.	(RAMOS ALVARIÑO, 2008).....	12			
Ilustración 5	Permanencia de plomo en el cuerpo. (COMISIÓN DE SALUD PÚBLICA CONSEJO INTERTERRITORIAL DEL SISTEMA NACIONAL DE SALUD).....	14			
Ilustración 6.	Composición microbiológica de aguas residuales en hospitales. (RAMOS ALVARIÑO, 2008).....	15			
Ilustración 7	Ubicación de la clínica Eusalud sede1. Tomado de Google Maps, Editado por los autores.....	17			
Ilustración 8	ubicación de la clínica Eusalud sede 2. Tomado de Google Maps, Editado por los autores.....	18			
Ilustración 9	Diagrama de la metodología. Autores.....	19			
Ilustración 10	Metodología primera fase.....	21			
Ilustración 11	Agar SPC	Ilustración 12	Agar EMB	Ilustración 13	Agar Cetrimide
Ilustración 14	Agar SyS.....	22			
Ilustración 15	Realización del agar SPC. (Autores).....	23			
Ilustración 16	Realización del agar Cetrimide. (Autores).....	23			
Ilustración 17	Realización agar EMB. (Autores).....	24			
Ilustración 18	Recolección de la muestra. (Autores).....	24			
Ilustración 19	Método de diluciones. (FAO 2010).....	25			
Ilustración 20	Realización de diluciones. (Autores).....	25			
Ilustración 21	Esparcimiento de la muestra en la caja de Petri. (Autores).....	26			
Ilustración 22	Lectura - conteo de colonias. (Autores).....	27			
Ilustración 23	Metodología segunda fase.....	27			
Ilustración 24	Lectura de las colonias. (Autores).....	29			
Ilustración 25	Metodología tercera etapa.....	29			
Ilustración 26	Procedimiento de desinfección. (Autores).....	30			
Ilustración 27	Entradas y salidas procedimiento parto/ cesárea. (Autores).....	33			
Ilustración 28	Entradas y salidas Atención integral para el paciente que requiere procedimiento quirúrgico programado/urgencia y cirugías. (Autores).....	36			
Ilustración 29	Procedimientos de la CMI (sede 1). (Autores).....	38			
Ilustración 30	Días de mayor influencia sede 1. (Autores).....	38			
Ilustración 31	Procedimientos CTO (sede 2). (Autores).....	39			
Ilustración 32	Días de mayor frecuencia de pacientes en sede 2. (Autores).....	40			
Ilustración 33	Toma de muestras. (Autores).....	42			

Ilustración 34	Parámetros realizados in-situ. (Autores)	43
Ilustración 35	Realización pruebas laboratorio. Tensoactivos aniónicos y catiónicos. (Autores)	43
Ilustración 36	Realización pruebas laboratorio. (Autores)	44
Ilustración 37	Realización de sólidos sedimentables. (Autores)	44
Ilustración 38	Petriflms - diluciones. (Autores)	48
Ilustración 39	Indicador coliformes totales y fecales. (Autores)	48
Ilustración 40	Indicador coliformes totales y fecales. (Autores)	49
Ilustración 41	Resultado de la siembra piloto (elección de diluciones) dilución 10^{-5} . (Autores)	52
Ilustración 42	Resultado de la siembra piloto (elección de diluciones) dilución 10^{-6} . (Autores)	53
Ilustración 43	Siembra de microorganismos. (Autores)	53
Ilustración 44	Siembra de microorganismos. (Autores)	54
Ilustración 45	Conteo de microorganismos. Agar SPC. (Autores)	55
Ilustración 46	Conteo INICIAL de microorganismos. Agar EMB. (Autores)	55
Ilustración 47	Interior del reactor ultravioleta. (Autores)	66
Ilustración 48	Reflexión difusa en espejo cóncavo. (INTEF, 2010)	67
Ilustración 49	Ozonización de la muestra. (Autores)	67
Ilustración 50	Montaje de la desinfección por el método ultravioleta. (Autores)	68
Ilustración 51	Conteo FINAL de microorganismos. Agar SPC. (Autores)	69
Ilustración 52	Conteo FINAL de microorganismos. Agar EMB. (Autores)	69

LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Límite máximo de microorganismos	8
Tabla 2	Normatividad legal vigente.	16
Tabla 3	Especialidades y procedimientos por sede. (Autores)	18
Tabla 4	Métodos utilizados para cada parámetro. (Datos recabados por los autores)	20
Tabla 5	Agares seleccionados para la siembra.	22
Tabla 6	Muestreo de los vertimientos de la clínica. (Autores)	42
Tabla 7	Resultados parámetros in-situ. (Autores)	45
Tabla 8	Resultados análisis. (Autores)	46
Tabla 9	Resultados análisis laboratorio certificado y límite normativo. (Datos recabados por los autores)	47
Tabla 10	Tipos de agar, bacterias y enfermedades. (Jose Antonuis, 2014) (OMS, 2014) (CDC, 2011) (Madigan; Martinko; Parker, 2001)	52
Tabla 11	Resultado conteo de colonias por unidades formadoras de colonia. (Autores)	54
Tabla 12	Matriz de alternativas compuestos fenólicos. (Autores)	58
Tabla 13	Alternativas plomo (Autores)	59
Tabla 14	Alternativas DBO. (Autores)	61
Tabla 15	Matriz de selección de alternativas de desinfección de alternativas. (Autores)	61
Tabla 16	Costos desinfección. (Datos recabados por los autores)	63

1. INTRODUCCIÓN

La disposición de los vertimientos hospitalarios genera riesgos a la población por infecciones dérmicas, intoxicación por altas concentraciones de compuestos nocivos tanto para las personas como para los ecosistemas, riesgos microbiológicos, actividad tóxica, mutagénica y genotóxica, debido a las altas concentraciones de microorganismos, solventes, metales pesados, materia orgánica, grasas, entre otros presentes en estos vertimientos.

“Los indicadores de la contaminación viral del agua superficial como enterovirus y adenovirus, fueron identificados en los efluentes de un hospital. A su vez, el VIH, agente causal del SIDA, fue aislado de excreciones biológicas de personas infectadas. Estos efluentes líquidos, rechazados directamente en el drenaje de la red de los laboratorios y de los hospitales de investigación, pueden contribuir bajo ciertas condiciones fisicoquímicas a la presencia del virus en las redes urbanas del alcantarillado y en las plantas de tratamiento de aguas residuales” (RAMOS ALVARIÑO, 2008)

La mala disposición de estas aguas residuales al ser vertidas directamente al alcantarillado, genera problemas sanitarios como ambientales, viéndose afectadas poblaciones que reciben tanto un impacto directo, como las que reciben un impacto indirecto. Esto se debe a la falta de normatividad y especificidad del manejo y tratamiento que deberían recibir los vertimientos hospitalarios y a la falta de estudios gubernamentales generados y enfocados a este tipo de problemática.

Se observa la aplicación de la normatividad microbiológica para los residuos sólidos peligrosos en el ‘MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS HOSPITALARIOS Y SIMILARES EN COLOMBIA: MPGIRH’ en la cual especifican los límites máximos de ciertos microorganismos como requisito para poder disponerse en relleno sanitario como se puede ver en la tabla 1. En este mismo manual establece la normatividad para los vertimientos, en donde las características de residuos líquidos peligrosos hospitalarios no tienen mayor importancia. “Los generadores de residuos

hospitalarios deben obtener los permisos, licencias o autorizaciones que haya lugar y cumplir con los estándares ambientales de vertimientos según el Decreto 1594 de 1984 o las normas que lo modifiquen o sustituyan (Decreto 3930 del 2010) “.

Tabla 1 Límite máximo de microorganismos.

Microorganismos	Límite máximo
Hongo moniliform proliferating	ND
Bacillus subtilis	ND
Bacillus stearothermophilus	ND
Enterococcus faecalis	ND
Mycobacterium tuberculosis hominia	ND
Herpesvirus	ND
Poliovirus	ND
Staphilococcus aureus	ND
Pseudomona aeruginosa	ND

ND: No detectable

Fuente: (MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE; MINISTERIO DE SALUD, 2010)

Al hacer un acercamiento a la problemática planteada y enfocando el estudio práctico-investigativo en la clínica a trabajar, se procede a realizar ciertos pasos metodológicos para encontrar sus impactos mayores hacia los vertimientos, para así poder llegar a desarrollar soluciones teóricas a dicha problemática.

Los pasos que siguieron, se desarrollaron en cuatro fases, en las cuales en la fase 1 se realizó un diagnóstico situacional y de caracterización de las dos sedes de la clínica, basándonos en sus procedimientos e impactos que éstos generaban hacia el vertido; en la fase 2 una identificación del problema en donde se realizaron muestreos y análisis para conocer las características físico, químico y microbiológicas del vertido, para así desarrollar un análisis de los resultados obtenidos; en la fase 3 una selección de alternativas de manejo con lo cual se propuso y se explicaron las alternativas para los posibles de tratamiento y minimización para los contaminantes plomo, DBO, fenoles y microorganismos debido tanto a su peligrosidad como a sus valores sobre la norma; y una fase 4 en donde se seleccionaron las alternativas de manejo óptimas y aplicables a la clínica preseleccionadas anteriormente en la fase 3.

2. JUSTIFICACIÓN

Este proyecto se realiza para demostrar la peligrosidad tanto sanitaria como ambiental de la generación no controlada de los vertimientos hospitalarios, para poder llegar a plantear un proceso en el cual se realice su respectiva gestión, bien sea de tratamiento-remoción o reducción de las cargas contaminantes vertidas y de su riesgo patogénico.

Este proyecto va dirigido al tratamiento e identificación de los vertimientos de una clínica con dos sedes, a las cuales se les evaluarán sus características físicas, químicas y microbiológicas, para así formular una posible solución y/o tratamiento de las aguas antes de ser vertidas al alcantarillado. Se determinará (con la posible solución planteada por los autores), si este tratamiento y/o procedimiento de disminución de contaminante es factible, tanto técnica como económicamente para la clínica.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Proponer una alternativa de manejo para los vertimientos hospitalarios para la minimización y reducción del carácter tóxico e infeccioso y sus cargas contaminantes, en las clínicas Eusalud S.A.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar la caracterización físico-química y de presencia de agentes microbiológicos del efluente de la clínica determinada.
- Seleccionar alternativas de tratamiento para los contaminantes encontrados que haya lugar.

- Realizar el diseño de la alternativa escogida, con los parámetros técnicos para la implementación en la alternativa y/o tratamiento de los vertimientos hospitalarios producidos por la clínica.

4. MARCO DE REFERENCIA

4.1. MARCO TEÓRICO

Los residuos hospitalarios, según el Manual de procedimientos para la gestión integral de residuos hospitalarios y similares en Colombia, están divididos en residuo no peligroso y residuo peligroso, división que se encuentra en la ilustración 1, en donde se especifican las subdivisiones en el decreto para cada uno de estos residuos.

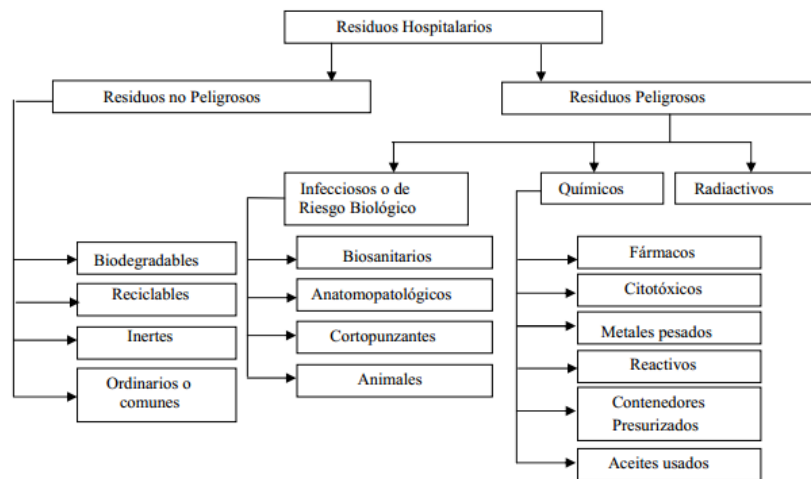


Ilustración 1 Residuos hospitalarios.

Fuente: (MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE; MINISTERIO DE SALUD, 2010)

Estos residuos peligrosos, al ser dispuestos en una forma incorrecta, pueden llegar a producir enfermedades, ya sea por contacto físico, inhalación o siendo ingeridos directamente o por el consumo de un agua contaminada que cuente con propiedades de residuos peligrosos (MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE; MINISTERIO DE SALUD, 2010). A

continuación se presenta la ilustración 2, en donde se muestran algunas de las enfermedades producidas por la mala gestión de estos residuos peligrosos.

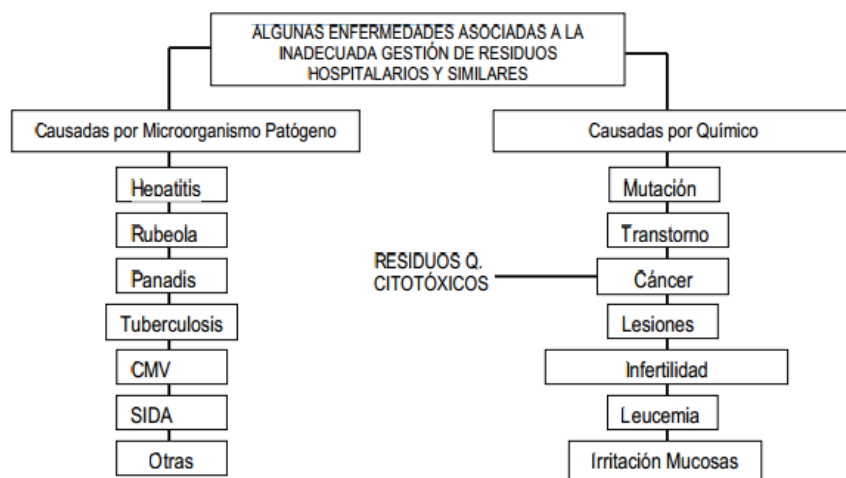


Ilustración 2 Enfermedades producidas por residuos hospitalarios.

Fuente: (MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE; MINISTERIO DE SALUD, 2010)

Estos residuos sólidos, al tener contacto con agua, ya sea por el lavado de material, lavado de áreas y superficies, o contacto directo, llegan a transferir sus características peligrosas al fluido, en donde al ser vertido al alcantarillado genera problemas en el tratamiento y remoción de estos.

A pesar que estudios revelan que estas aguas residuales hospitalarias presentan características similares en las aguas domésticas, estas tienen concentraciones importantes de compuestos químicos tóxicos, residuos de drogas, elementos radioactivos, metales pesados, microorganismos, entre otros que pueden en ciertos casos llegar a ser de 5 a 15 veces más tóxicas que las domésticas. (RAMOS ALVARIÑO, 2008).

A continuación se exponen dos ilustraciones, de dos estudios diferentes en los cuales se evidencian parámetros físico-químicos y sus resultados, en donde se encuentran concentraciones de contaminantes sobre la norma.

TABLA 6. Parámetros fisicoquímicos (M2)

Parámetros	Muestra	Límite admisible*
pH	6	7-10
Sólidos Sedimentables 10 min.	1,0 mL/L	Ausente
Sólidos Sedimentables 2 hs.	5,2 mL/L	< 5,0
Demanda Química de Oxígeno	240 mg/L	< 700
Demanda Bioquímica de Oxígeno	38 mg/L	< 200
Detergentes Aniónicos	1,5 mg/L	< 10
Fenoles	0,4 mg/L	< 2,0
Fósforo Total	1,5 mg/L	< 10

(*): Límite admisible para descarga a colectora cloacal según Resolución 336/03. Ministerio de Asuntos Agrarios y Producción. Provincia de Buenos Aires. República Argentina

Ilustración 3. Parámetros fisicoquímicos. (PAZ & MUZIO, 2004)

Indicador/	DQO	DBO	Nt	P	pH	CE	SS	DBODQO
Hospital	mg L ⁻¹	mg L ⁻¹	mg L ⁻¹	mg L ⁻¹	U	µS cm ⁻¹	mg L ⁻¹	
Clinica José de San Martín ³	240 - 257	38 - 77	—	1,5 - 2,1	—	—	—	0,299
San Luis Potosí ⁹	76 - 431	66 - 200	—	5,99	7,89 - 6,97	7,06 - 911,3	—	0,46
CHabana ¹⁰	64 - 612	21 - 295	11 - 94	1,0 - 17	5,8 - 8,6	670 - 1900	—	0,48
Studeste de Francia ¹	1223 (604 - 2590)	603 (251 - 1559)	—	—	7,85 (6,26 - 8,52)	1 (0,524 - 1,669)	225 (155 - 297)	0,49 (0,41 - 0,60)
Universidad Viera ¹²	428 - 271 (como COI)	—	31 - 57 (como Nam)	5,4 - 9,3	—	—	101 - 184	—
Comunidad Haidian ¹⁷	48 - 277	20 - 55	10 - 24	—	6,2 - 7,1	—	—	0,198
Setenta en Irán ¹⁵	527 (161 - 806)	348 (170 - 565)	18	—	—	—	291 (153 - 550)	0,66
Shevom Sheban ¹⁸	450	270	—	—	6 - 8	—	—	0,60
Colegio Médico Cristian ¹³	1 067	—	—	—	7,36	—	531	—
NC vertimiento*	70-120	30-60	5-20	2-10	6,5-9	1400-3500	—	0,42-0,5

Nota: Entre paréntesis valores mínimos y máximos. Indicadores: Demanda química de oxígeno (DQO), demanda bioquímica de oxígeno (DBO), nitrógeno amoniacal (Nam), fósforo (P), conductividad eléctrica (CE), carbono orgánico total (COT), sólidos suspendidos (SS), nitrógeno total (Nt).

* Límites máximos permisibles promedio para ríos y embalses

Ilustración 4. (RAMOS ALVARIÑO, 2008)

En la clínica Eusalud resaltan tres parámetros que llegan a incumplir la norma, los cuales son: compuestos fenólicos, los cuales en cantidades significativas traen consigo problemas medio-ambientales, como de salud pública. Estos pueden encontrarse en productos o materiales que son utilizados en construcciones como hormigones, pinturas, barnices adhesivos, resinas sintéticas, etc., en donde su limpieza, crea una carga aunque baja al alcantarillado. Hay ciertos productos medicinales, como antisépticos, lociones y ungüentos para heridas, gotas para oídos y nariz, analgésicos entre otros, que contribuyen de una manera u otra en la presencia de fenoles en los vertimientos clínicos. Su presencia, también puede deberse, a la descomposición de materia orgánica en el vertimiento.

La DBO es un método indirecto para conocer el contenido de materia orgánica fácilmente biodegradable que hay en un cuerpo de agua. La problemática que genera el vertido al contener altas concentraciones de materia orgánica, es tanto en la salud pública como afectación al medio ambiente. En cuanto a la salubridad pública el valor alto de la DBO perjudica principalmente al humano al eliminar el oxígeno disuelto de los cuerpos agua, convirtiendo los procesos de degradación de aerobios a anaerobios, generando malos olores por putrefacción, incrementando los vectores y afectando las poblaciones cercanas. (SAWYER, MCCARTY, & PARKIN, 2003) En cuanto al vertido clínico al presentarse en una cantidad en la cual un cuerpo de agua no tenga el oxígeno suficiente para estabilizarla, está por sus características peligrosas al ser infecciosas o de riesgo biológico, pueden aportar al cuerpo de agua microorganismos patogénicos y posteriormente transmitir enfermedades a la población como las que se muestran en el numeral 4.3.

Para el medio ambiente, el alto valor de la DBO, tienen un impacto negativo mayor, ya que como se introdujo anteriormente llega a producir el agotamiento del oxígeno disuelto en cuerpos de agua en donde a mayor materia orgánica, mayor cantidad de oxígeno requieren los microorganismos para descomponer y estabilizar la materia orgánica, al usar más oxígeno para este proceso, inicia a disminuir el oxígeno disuelto disponible en el agua para los animales y las plantas que viven en este medio. (BVSDE) A medida que el oxígeno disuelto disminuye, la vida acuática que requiere de este para sobrevivir, va disminuyendo hasta el punto de la extinción total de ésta, que es el punto en el que el oxígeno disuelto llegue a valores mínimos. En este momento, el cuerpo de agua llega a condiciones sépticas, iniciando procesos anaerobios. (KNOBLESDORF, 2005)

Y el plomo el cual es un metal pesado considerado una sustancia de interés sanitario en los vertimientos por la toxicidad que ese presenta. (CARRILLO & GOMEZ, 2008) Este se presenta en infraestructuras y más aún en construcciones antiguas en paredes por pinturas, techos, tuberías tanto con recubrimientos de plomo como de PVC los cuales tienen impurezas, marcos de ventanas, cerámicas, entre otros. La teoría de escorrentía o lavado y arrase de este tipo de contaminantes en superficies, al verse la necesidad de tener áreas muy limpias, su constante lavado y limpieza generan este arrastre dando un aporte hacia el vertido. (SAWYER, MCCARTY, & PARKIN, 2003) (I C CONSULTANTS LTD, 2001).

Clínicamente existen equipos y maquinaria que contienen importantes cantidades de este metal como lo son los escudos, paredes y trajes de protección especializados en los procedimientos que requieren rayos X, pinturas y bases para las radiografías, máquinas de ultrasonido con cerámicas con contenido de plomo, bombas intravenosas, monitores de fetos, equipos quirúrgicos entre otros. (BINTI, 2011)

Las afectaciones que genera el plomo en el cuerpo humano se debe a su ingestión, donde del 5 al 10 % que ingresan al cuerpo, llegan a la sangre. “Una vez que el plomo pasa a la sangre se establece un intercambio dinámico entre los diferentes tejidos a los que el plomo se dirige” La permanencia en el cuerpo se puede ver en la ilustración 5.

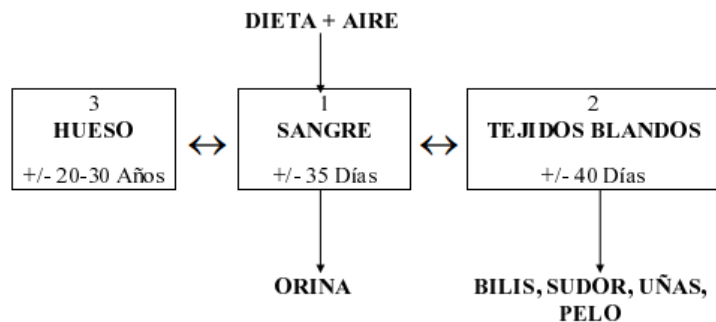


Ilustración 5 Permanencia de plomo en el cuerpo.
(COMISIÓN DE SALUD PÚBLICA CONSEJO INTERTERRITORIAL DEL SISTEMA NACIONAL DE SALUD)

En el cuerpo humano afecta: el sistema cardiovascular presentándose hipertensión arterial; el sistema reproductor asociado a abortos, disfunción ovulatoria, partos prematuros, esterilidad, hipospermia; el sistema endocrino deteriorando las funciones de las glándulas tiroides y las suprarrenales; el sistema nervioso periférico produciendo efectos adversos en la actividad colinérgica del nervio y en los nervios motores expresándose en parálisis y debilidad muscular; el sistema urinario afectando al riñón por lesiones, fibrosis, entre otras; el sistema gastrointestinal produciendo cólicos y síntomas similares a la intoxicación; en el desarrollo y crecimiento presentándose como anomalías congénitas y en el desarrollo en general en exposiciones al feto y post natal; en las articulaciones presentándose como gota; y es posible que aumente la posibilidad carcinogénica. (ESQUENAZI & LAM, 2000)

En el medio ambiente el plomo es absorbido tanto por el suelo como por las plantas y los organismos acuáticos, generando problemas que van desde limitar la síntesis clorofílica de las plantas, perjudicar el crecimiento de estas mismas, envenenamiento, mutaciones y muerte de animales sensibles a bajas concentraciones, hasta llegar a afectar las aguas superficiales perturbando el fitoplancton, fuente importante de oxígeno y alimento para otros organismos. (LENNTECH, 2014)

Aparte de la toxicidad que esta presente en estos vertidos por los anteriores parametros, se ha encontrado problemas debido a la peligrosidad de carácter microbiológico gracias a la propagación de enfermedades por la ausencia de tratamientos adecuados. Esto se debe a la fluctuación de la composición de los vertidos debido a la diversidad de posibles contaminantes microbiológicos que pueden estar presentes en los centros médicos, hospitales, clínicas, etc. Esta peligrosidad se ve gracias a diferentes tipos de virus y bacterias que se presentan en el vertimiento, siendo estas aportadas tanto por pacientes y personal que las contienen, como por aporte en el laboratorio clínico, en el cual se plantan cepas de microorganismos que en el lavado de los tubos y placas llegan al vertido. (PAZ & MUZIO, 2004).

A continuación se muestra una ilustración recogida de un estudio en el cual se presentan diferentes tipos de bacterias encontradas en vertimientos clínicos, la cual evidencia contenido microbiológico.

Hospital- Ciudad/microorganismo	Sector Azcuénaga de Clínicas José de San Martín /Buenos Aires 3,19	Militar San Luis/ Potosí ⁹	Oeste/ Ciudad Habana ¹⁰	Haidian Comunidad / China ¹⁷	Shevom Shaban/ Irán ¹⁸	Clínicas de Porto Alegre/ Brasil ²⁰
Bacterias heterotróficas, UFC mL ⁻¹	2 x10 ³ -5,4 x10 ⁶	1,8 x10 ⁷ (5,3x10 ⁵ - 1,4x10 ⁸)	---	---	9,9x10 ²	1x10 ⁷ - 2x10 ⁷
Coliformes fecales, NMP 100 ml ⁻¹	4x10 ³ - 1,2 x10 ⁵	1,2 x 10 ⁶ (1x10 ² - 1x10 ⁸)	2 x10 ² - 1,9 x10 ³	7x10 ⁶ - 9x10 ⁶	4x10 ³ - 3x10 ⁵	4,5 x10 ⁷ - 1x10 ⁹
<i>E. coli</i> , NMP 100 ml ⁻¹	3 x10 ³ - 5,5x10 ⁴	1,1 x10 ⁵ (5x10 ² -4,8x10 ⁵)	---	---	>1 600 >1 600	---
<i>Enterococcus faecalis</i> , UFC mL ⁻¹	1x10 ³ -5,4x10 ⁴	3 x 10 ⁵ (44 1,5x10 ⁶)	---	---	---	6,6 x10 ⁶ - 7,5x10 ⁸
<i>Pseudomonas</i> sp UFC mL ⁻¹	---	112 (1- 800)	---	---	---	1,6x10 ² - 7x10 ³
<i>Staphylococcus</i> sp UFC mL ⁻¹	---	85 (1- 300)	---	---	---	---

Ilustración 6. Composición microbiológica de aguas residuales en hospitales. (RAMOS ALVARIÑO, 2008)

4.2. MARCO LEGAL

En la tabla 2, se puede observar toda la normatividad contenida por la Constitución Política de Colombia, Leyes, Decretos y Resoluciones, que rigen los temas tratados en este documento.

Tabla 2 Normatividad legal vigente.

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE COLOMBIA 1991	<p>Artículo 79. Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La Ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarla. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de vital importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.</p> <p>Artículo 80 .el estado planificara el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar factores de deterioro ambiental, imponer sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados.</p>
LEY 99 DE 1993	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.
LEY 1252 DE 2008	Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental referentes a los residuos y desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones
DECRETO-LEY 2811 DE 1974	Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente
DECRETO 4126 DE 2005	Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 2676 de 2000, modificado por el Decreto 2763 de 2001 y el Decreto 1669 de 2002, sobre la gestión integral de los residuos hospitalarios y similares
DECRETO 3930 DE 2010	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.
RESOLUCION 1164 DE 2002	Por la cual se adopta el Manual de Procedimientos para la Gestión Integral de los residuos hospitalarios y similares

RESOLUCION 1433 DE 2004	Por la cual se reglamenta el artículo 12 del Decreto 3100 de 2003, sobre Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV, y se adoptan otras determinaciones.
RESOLUCION 3957 DE 2009	Por la cual se establece la norma técnica, para el control y manejo de los Vertimientos realizados a la red de alcantarillado público en el Distrito Capital

5. INFORMACIÓN GENERAL DE LA CLÍNICA EUSALUD S.A. SEDES CHAPINERO Y MANDALAY

5.1. LOCALIZACIÓN

La clínica Eusalud S.A. cuenta actualmente con dos sedes en la ciudad de Bogotá, Colombia. La primera ubicada en la diagonal 54 # 16ª – 16 en la localidad de Teusaquillo, como se puede observar en la ilustración 7, y se conoce como CMI (Clínica Materno Infantil).



Ilustración 7 Ubicación de la clínica Eusalud sede1.
Tomado de Google Maps, Editado por los autores.

La segunda sede, funciona en la carrera 78 # 3^a - 36 en la localidad de Kennedy, como se muestra en la ilustración 8, conocida como CTO (Clínica de Traumatología y Ortopedia).

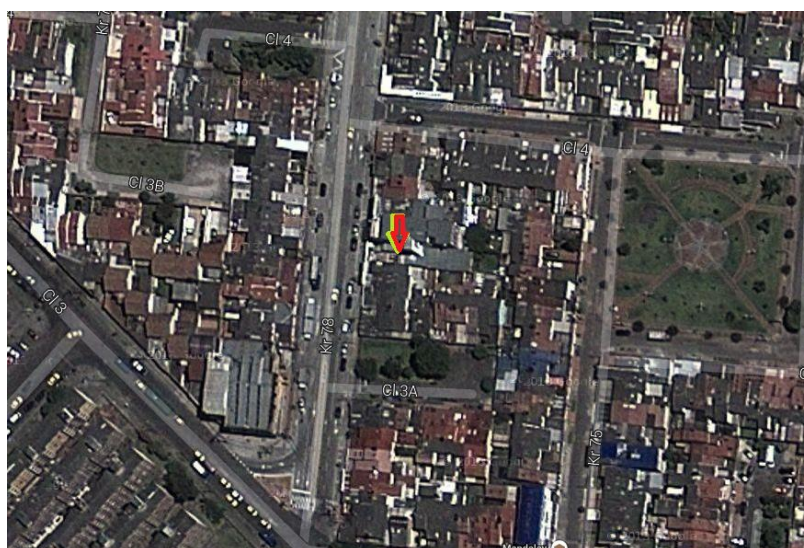


Ilustración 8 ubicación de la clínica Eusalud sede 2.
Tomado de Google Maps, Editado por los autores.

5.2. ESPECIALIDAD

Las Clínicas Eusalud S.A. cuenta como anteriormente se mostró con dos sedes, la CMI y la CTO siendo estas de nivel 3 y nivel 2 respectivamente. En la siguiente tabla se muestra para cada una de las sedes sus especialidades y principales procedimientos encontrados (EUSALUD S.A., 2014)

Tabla 3. Especialidades y procedimientos por sede. (Autores)

CLÍNICA MATERNO INFANTIL EUSALUD S.A.	CLÍNICA DE TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEDIA EUSALUD S.A.
<ul style="list-style-type: none"> - Atención médica al paciente (pediatría y ginecología) - Atención integral al paciente en post - parto o post cesárea - Procedimiento quirúrgico prioritario o de urgencia - Procedimiento quirúrgico programado - Procedimiento de parto o cesárea 	<ul style="list-style-type: none"> - Atención médica al paciente (fisioterapia y ortopedia) - Atención integral al paciente post quirúrgico – rehabilitación - Atención médica al paciente en urgencias - Atención integral para el paciente que requiere procedimiento quirúrgico prioritario o de urgencia

CLÍNICA MATERNO INFANTIL EUSALUD S.A.	CLÍNICA DE TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEEDIA EUSALUD S.A.
<ul style="list-style-type: none"> - Atención del puerperio inmediato, mediato y egreso del paciente. - Unidad de cuidados intensivos adultos - Unidad de cuidados intensivos neonatal - Laboratorio clínico - Toma de imágenes diagnosticas (Radiografías) - Nutrición - Vacunación - Servicio Farmacéutico - Epidemiología - Neurocirugía 	<ul style="list-style-type: none"> - Atención integral para el paciente que requiere procedimiento quirúrgico programado - Hospitalización - Toma imágenes diagnóstico (radiografías) - Cirugía ortopédica y traumatológica - Artroscopia - Cirugías de: columna, mano, vascular periférica, plástica y reconstructiva.

6. METODOLOGÍA

El desarrollo de este proyecto se basó en una metodología práctica investigativa, que a partir de muestreos, identificación de contaminantes y resultados obtenidos, se desarrolló una solución al problema. A continuación se presenta la metodología en primer lugar como un diagrama (ilustración 9), en la cual se ven reflejadas las fases de la misma.

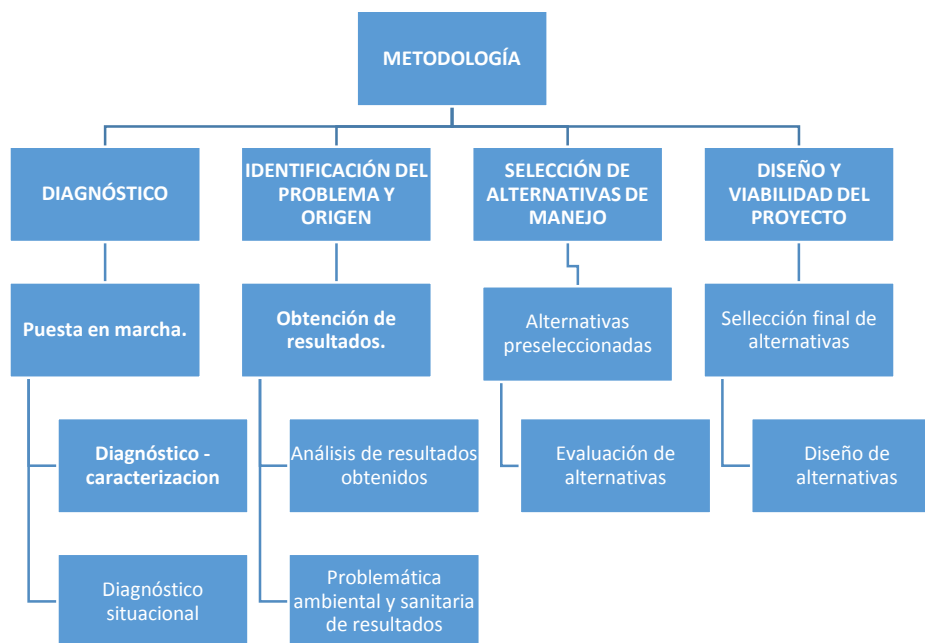


Ilustración 9 Diagrama de la metodología. Autores.

Para obtener los resultados requeridos se realizaron pruebas tanto fisicoquímicas como microbiológicas, en las cuales se tomaron los siguientes parámetros.

Tabla 4 Métodos utilizados para cada parámetro. (Datos recabados por los autores)

PARÁMETRO	MÉTODO
REALIZADAS POR EL LABORATORIO DE ING. AMBIENTAL. U. DE LA SALLE.	
DQO	MÉTODO TITULOMÉTRICO
DBO5	DBO 5 DÍAS
GRASAS Y ACEITES	MÉTODO SOXHLET
NITRATOS	MÉTODO CROMATOGRAFÍA IÓNICA
FENOL	MÉTODO FOTOMÉTRICO DIRECTO
SULFURO	MÉTODO DE SULFUROS SOLUBLES
COLIFORMES TOTALES	PETRIFILM
COLIFORMES FECALES	PETRIFILM
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	MÉTODO DE SECADO
PLOMO	MÉTODO ESPECTROMÉTRICO DE ABSORCIÓN ATÓMICA
DETERGENTES ANIÓNICOS	MÉTODO TITULOMÉTRICO
DETERGENTES CATIÓNICOS	MÉTODO TITULOMÉTRICO
REALIZADOS IN-SITU POR LOS AUTORES	
PH	MULTIPARÁMETRO HQ40D
CONDUCTIVIDAD	MULTIPARÁMETRO HQ40D
OXÍGENO DISUELTO	MULTIPARÁMETRO HQ40D
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	CONO IMHOFF
TEMPERATURA	MULTIPARÁMETRO HQ40D
REALIZADO POR LOS AUTORES EN EL LABORATORIO DE CIENCIAS BÁSICAS, U. DE LA SALLE	
UNIDADES FORMADORAS DE COLONIA	MÉTODO DE SIEMBRA EN PLACA POR DILUSIONES

6.1. METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CARGA MICROBIANA

La siguiente es la metodología que se desarrolló para la determinación de la carga microbiana en los vertimientos de la clínica Eusalud S.A., a partir del conocimiento de un profesor de la Universidad de La Salle, especialista en el tema de microbiología, y con base en Standard Methods, literatura para reforzar el mismo.

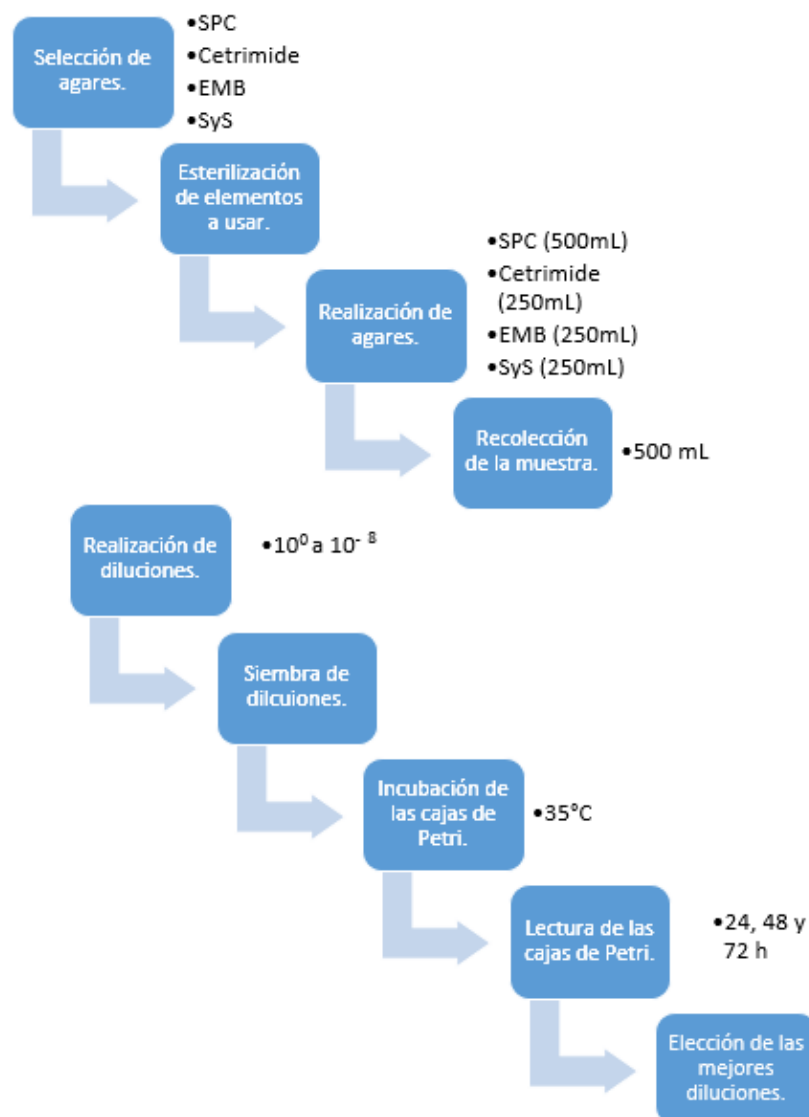


Ilustración 10 Metodología primera fase.

6.1.1. Selección de agares:

Se seleccionaron cuatro diferentes tipos de agares (Cetrimide, SPC, EMB y SyS), los cuales permiten observar un crecimiento variado de las especies de microorganismos que pueden afectar tanto la salud pública, como al ambiente en general (ver tabla 10).



Ilustración 11 Agar SPC **Ilustración 12 Agar EMB** **Ilustración 13 Agar Cetrimide** **Ilustración 14 Agar SyS**

Fuente: KisanBio Fuente: Learn-CHM Fuente: MKL Diagnostics AB Fuente: Microbitos Blog

6.1.2. Realización de agares:

A partir de los cuatro tipos de agares seleccionados, se realizaron los mismos conforme a las necesidades de cada uno e instrucciones de preparación. A partir de esto, se determinó también el método de diluciones (APHA; AWWA; WPCF, 1992) para la siembra de microorganismos. Acorde a esto, se busca es la mejor dilución, es decir, observar qué dilución es en donde se puede realizar mejor el conteo de las colonias de microorganismos que se encuentren en las mismas. Por consiguiente, se hizo en primer lugar el ensayo prueba en el agar SPC, que es el agar más general de los escogidos, en donde crecen la mayor cantidad de colonias. Por ende se prepararon 500mL del agar SPC y 250mL de los agares EMB, Cetrimide y SyS.

Tabla 5 Agares seleccionados para la siembra.

Agar seleccionado.	SPC	EMB	CETRIMIDE	SyS
Cantidad preparada.	500 ml	250 ml	250 ml	250 ml
Cajas preparadas	20	10	10	10

*Para especificaciones de cada uno de los agares, remítase a la sección 4.3. (Resultados microbiológicos) Tabla 10.



Ilustración 15 Realización del agar SPC. (Autores)



Ilustración 16 Realización del agar Cetrimide. (Autores)



Ilustración 17 Realización agar EMB. (Autores)

6.1.3. Recolección de la muestra:

Como se explica en el numeral 3.1.3., se seleccionó que únicamente, por sus características, se recolectara muestra en la sede 1 de la clínica Eusalud S.A., en donde se tomaron 500mL de la muestra, preservándola en una nevera de icopor, con hielos sintéticos, para después depositarla en los refrigeradores del laboratorio de Ingeniería Ambiental y Sanitaria de la Universidad de La Salle.



Ilustración 18 Recolección de la muestra. (Autores)

6.1.4. Realización de las diluciones:

En primer lugar, se realizó el ensayo para la determinación de cuáles diluciones con las mejores. Como se mencionó anteriormente, el agar elegido para este fin fue SPC. Este ensayo consistió en diluir la muestra problema, de 10^0 a 10^{-8} .

En 10^0 , es la muestra sin ningún proceso para modificar sus condiciones, por lo que se depositó en un tubo de ensayo, para la dilución 10^{-1} , se tomó 1mL de la dilución 10^0 y se situó en otro tubo de ensayo con 9mL de solución salina preparada previamente con cloruro de sodio y agua destilada. De igual manera para la dilución 10^{-2} , se tomó 1mL de la dilución 10^{-1} , y se dispuso en otro tubo de ensayo con 9mL de solución salina. Este procedimiento se repitió sucesivamente, hasta llegar a la dilución 10^{-8} .

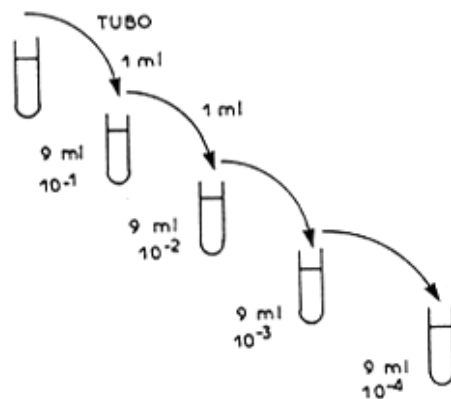


Ilustración 19 Método de diluciones. (FAO 2010)



Ilustración 20 Realización de diluciones. (Autores)

6.1.5. Siembra de diluciones:

Después de obtener cada dilución, por cada una de éstas, se sembró 1 μ L en una caja de Petri, con un rastrillo plástico, se esparció la muestra uniformemente en toda la caja Petri. Este procedimiento se realizó para cada dilución, en el agar SPC únicamente. La siembra se hizo por triplicado, para una mejor observación de los resultados.



Ilustración 21 Esparcimiento de la muestra en la caja de Petri. (Autores)

6.1.6. Incubación de las cajas de Petri:

Ya al tener la siembra de cada dilución, se incubaron en el horno del laboratorio de Físicoquímica a 35°C temperatura estándar para dicha incubación.

6.1.7. Lectura de las cajas de Petri:

Se realizaron tres lecturas de las cajas de Petri, en 24, 48 y 72 horas desde el momento en que se dejaron en el horno. Esto para mantener un control del crecimiento de las colonias y su propagación en el medio. En estas horas se realizó lectura de crecimiento, en donde día a día se observó crecimiento de unidades formadoras de colonia, en donde para 72 horas el crecimiento de nuevas se detuvo.

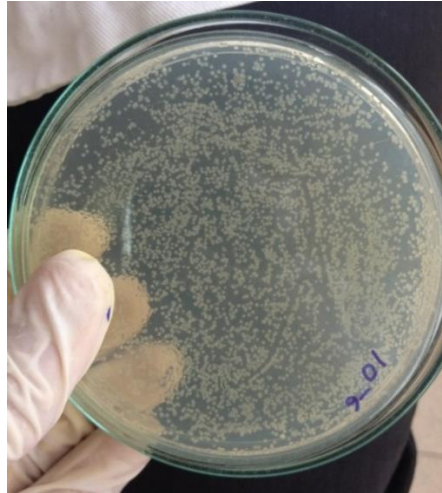


Ilustración 22 Lectura - conteo de colonias. (Autores)

6.1.8. Elección de las mejores diluciones:

Al momento de la lectura, se determinó cuáles fueron las diluciones en donde se pudo hacer el conteo de las colonias y tener control de las mismas.

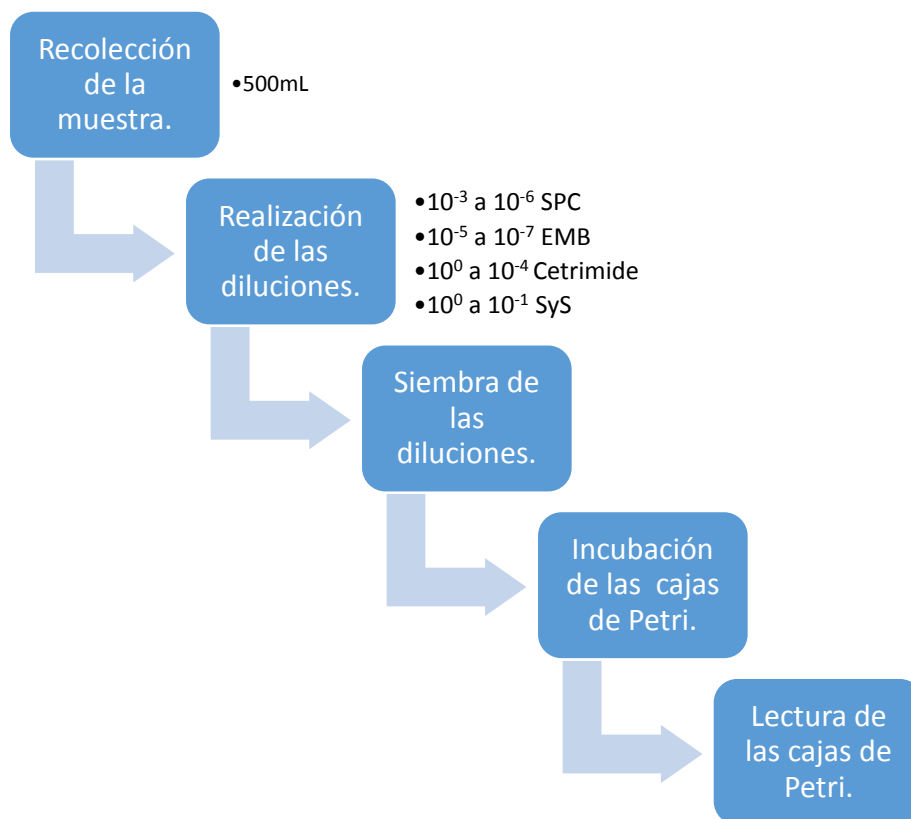


Ilustración 23 Metodología segunda fase.

6.1.9. Recolección de la muestra:

Después de la primera fase microbiológica, se recolecta por segunda vez, muestra en la sede 1 de la clínica Eusalud S.A. 500mL.

Realización de las diluciones:

Ya escogidas las diluciones en la primera fase de la metodología microbiológica, únicamente se realizan las dichas diluciones (las diluciones 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} y 10^{-6} para SPC, las diluciones 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} y 10^{-7} para EMB, las diluciones 10^0 , 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} y 10^{-4} para Cetrimide y las diluciones 10^0 y 10^{-1} para SyS), bajo el mismo procedimiento de la primera fase. Estas concentraciones se eligieron ya que eran en las cuales la lectura de unidades formadoras de colonia, presentaban mayor facilidad en el conteo.

6.1.10. Siembra de las diluciones:

De las diluciones resultantes, se realiza la siembra de las mismas en cajas de Petri, de los cuatro agares seleccionados previamente, con 1 μ L en cada caja, esparciéndose uniformemente en la caja de Petri.

6.1.11. Incubación de las cajas de Petri:

De igual manera, para esta incubación, se introdujeron las cajas de Petri debidamente selladas en el horno del laboratorio, a la temperatura de 35°C.

Lecturas de las cajas de Petri:

Las lecturas se realizan periódicamente cada 24h durante tres días, para dejar que la incubación se efectúe y a su vez, llevar a cabo el control de la misma.

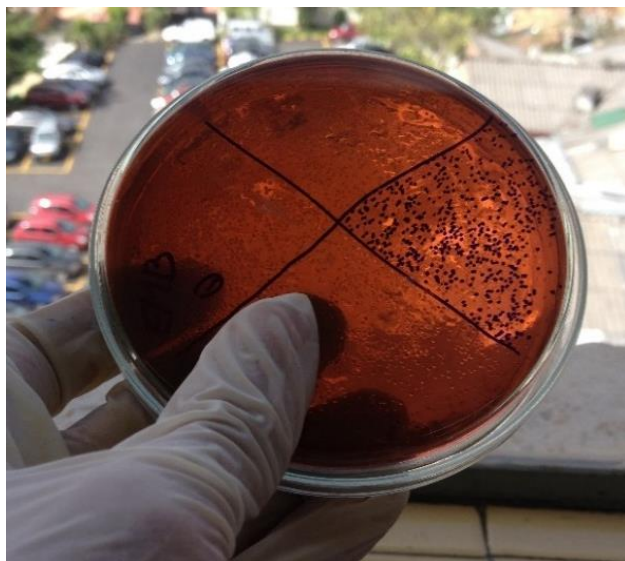


Ilustración 24 Lectura de las colonias. (Autores)

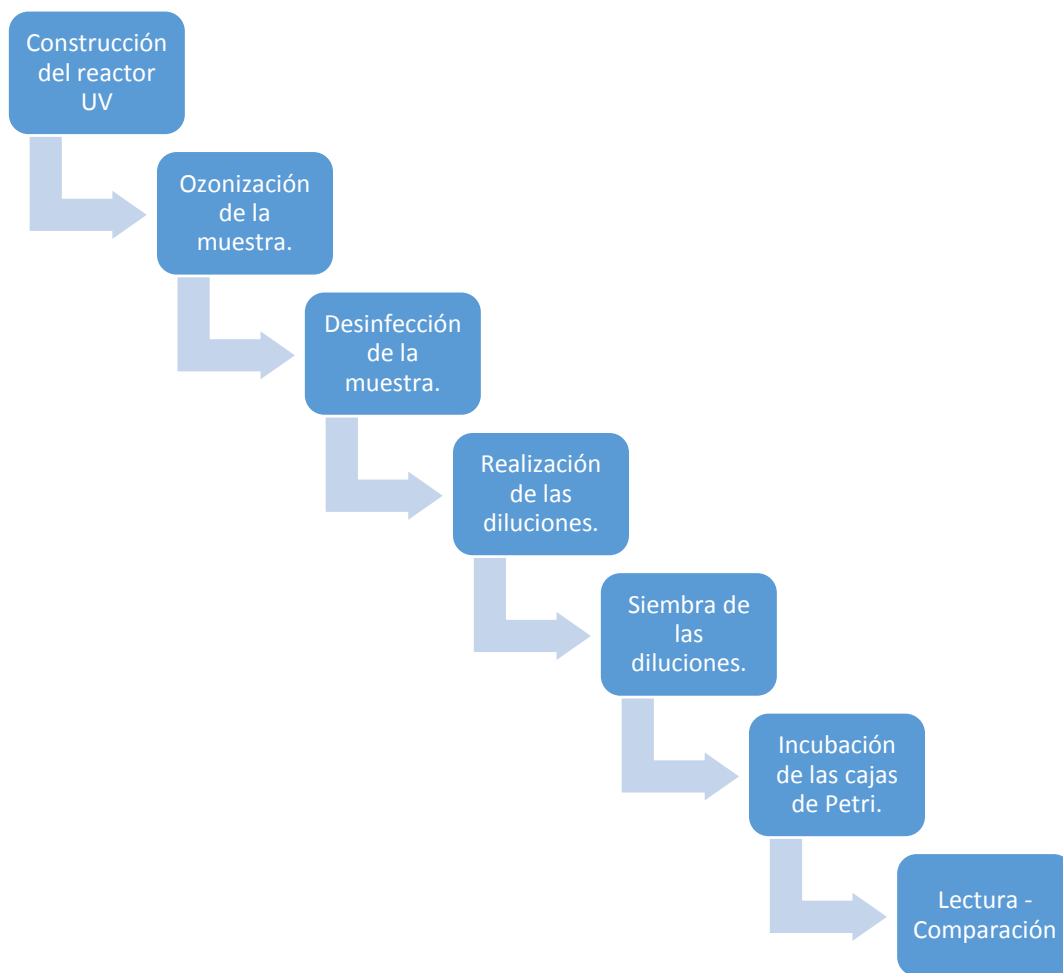


Ilustración 25 Metodología tercera etapa.

6.1.12. Construcción del reactor UV – Ozonización de la muestra – Desinfección de la muestra:

Las características de estos tres ítems, están especificadas en el numeral 6.5.1.3.

6.1.13. Realización de las diluciones:

Se realizaron las mismas diluciones para los mismos agares de la segunda fase de la metodología microbiológica, en la cual, se hicieron las diluciones después de haber desinfectado la muestra.

6.1.14. Incubación de las cajas de Petri:

Las cajas de Petri, de igual manera como se realizó en las dos primeras fases, se incubaron en el horno del laboratorio a 35°C.

6.1.15. Lectura – Comparación:

Se realizó la lectura de las colonias microbianas, pasadas 24, 48 y 72h al igual que para la primera lectura, en donde se obtuvo determinado número de colonias, y éstas se compararon con las colonias obtenidas en el conteo realizado antes de la desinfección de la muestra.

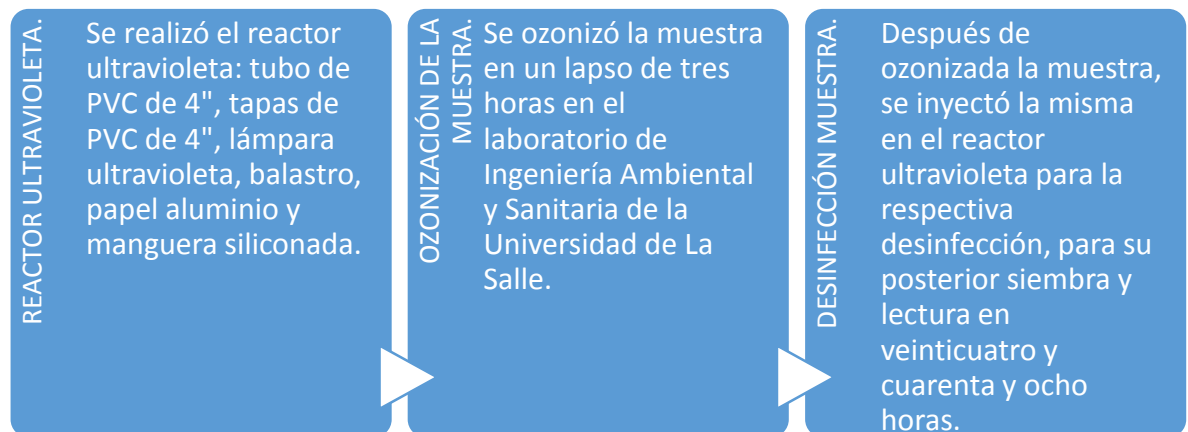


Ilustración 26 Procedimiento de desinfección. (Autores)

7. FASE I: DIAGNÓSTICO

7.1. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL

7.1.1. PROCEDIMIENTOS INTERNOS Y SU INFLUENCIA EN LOS VERTIMIENTOS

7.1.1.1. CLÍNICA MATERNO INFANTIL (CMI) – SEDE 1

Se realizó la identificación de los procedimientos internos de la sede 1 (CMI) (Tabla 3) con el fin de determinar cuáles de estos tienen un mayor impacto o influencia negativa en cuanto a las características físico químicas y microbiológicas del vertimiento, para lo cual se desarrolló una matriz de Leopold para los impactos ambientales (anexo 1), la cual, posteriormente se explica y se da a conocer el impacto generado por los procesos de mayor magnitud.

En esta matriz se observan los parámetros ubicados en el eje Y, que por los procesos llegan a verse afectados, desde críticos (en color rojo), hasta leves (en color blanco). Así mismo cuáles son los procedimientos (eje X) que realiza esta sede, que llegan a tener un riesgo ponderado mayor (para todos los parámetros) en el momento de ser vertidos, viéndose en color verde oscuro los críticos, y en color blanco los de riesgo leve. De igual manera, se encuentran los rangos escogidos para cada uno de los dos resultados.

Según la matriz realizada se encontró, previo a los análisis fisicoquímicos del agua, que los parámetros que deberían dar mayor problemática hacia la calidad del agua en comparación con el Decreto 3930 del 2010 y con la Resolución 3957 del 2009, fueron principalmente los sulfuros y los detergentes aniónicos, ya que en la mayoría de los procesos de lavado de material y de asepsia y/o desinfección, se tiene que recurrir a un lavado continuo, siendo estos de riesgo “crítico”, seguidos por parámetros con riesgo “grave” en cuanto a la limpieza rutinaria, como lo son los detergentes aniónicos, pH y otros parámetros que se deben principalmente al aporte de sangre en sus procesos aportando DBO, DQO y OD, entre otros.

Los procedimientos seleccionados como “críticos” y “graves” se observan detalladamente en el ANEXO 6

En cuanto a los procedimientos sobre los cuales se basa para determinar la frecuencia y los días de toma de muestras, se encuentra que “laboratorio clínico” y “parto o cesárea” tienen un impacto negativo mayor al vertimiento, y son agrupados como “crítico”; los procesos de “procedimiento quirúrgico programado”, “proceso de lactario”, “epidemiología”, “procedimiento quirúrgico prioritario o de urgencia” se agruparon como “graves”, teniendo impacto negativo significativo.

El proceso de parto o cesárea, resultó siendo el de mayor impacto negativo hacia el vertimiento. Esto se debe a que las salas de parto tienen, como en la mayoría de las áreas en la clínica, la necesidad de estados de limpieza y esterilización continuas con el fin de evitar la contaminación o transmisión de enfermedades por parte de la clínica al neonato o a la madre, presentándose gracias a esto altos riesgos de aportes al vertido de detergentes aniónicos, sulfuros, pH, entre otros, de los cuales están compuestos los jabones, detergentes y desinfectantes. Otro factor y el que presenta mayor influencia negativa directa hacia los vertimientos, son los volúmenes de sangre y fluidos de la placenta que aporta este procedimiento, y la materia fecal que en ocasiones está presente, los cuales se vierten directamente, incrementando el riesgo de altos valores de OD, DQO, DBO, color, grasas y aceites en el vertimiento. A parte de esto, al ser un vertimiento con características peligrosas por ser infeccioso o de riesgo biológico y tiene posibilidad de contener virus y/o bacterias de la madre. Ilustración 27

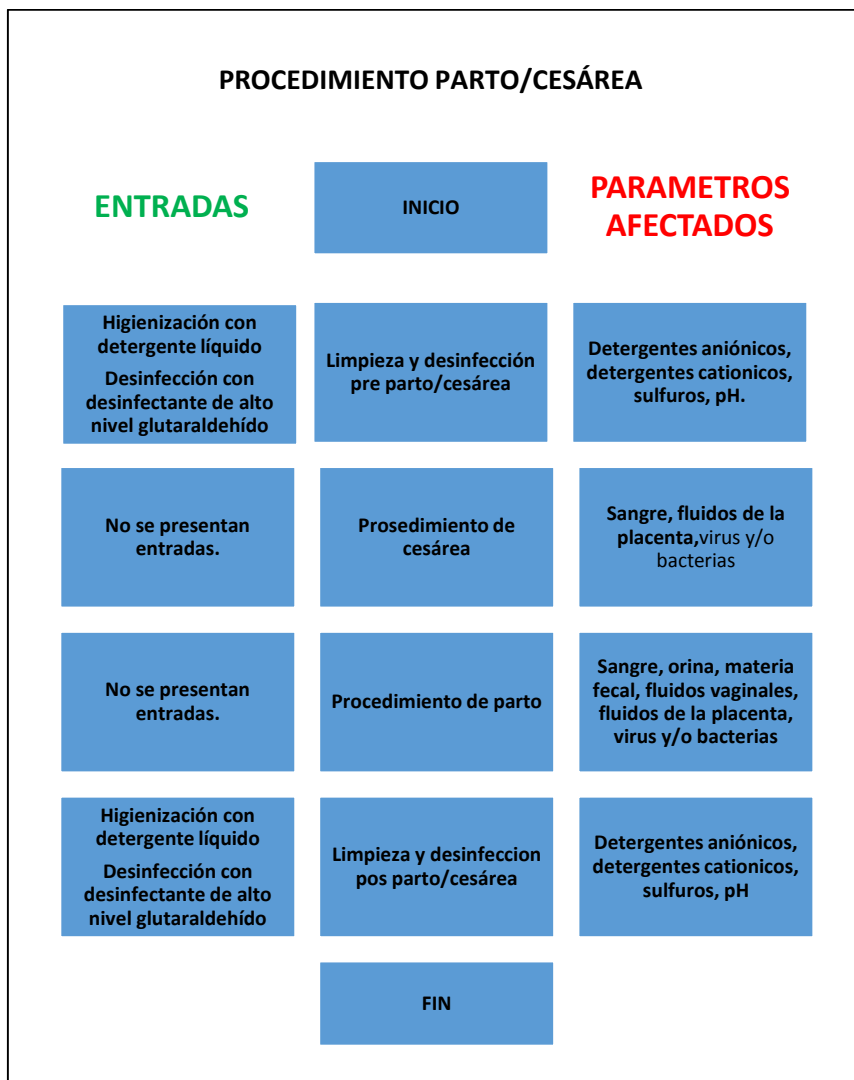


Ilustración 27 Entradas y salidas procedimiento parto/ cesárea. (Autores)

Procesos de impacto “grave” como lo son los procedimientos quirúrgicos tanto programado como de urgencia, tienden a aportar altos niveles de sangrado al vertimiento, con las mismas consecuencias para los parámetros expresados anteriormente, así mismo dan importancia en la matriz por ser sectores de limpieza y cuidado especial, en donde se aplican con frecuencias altas, limpiezas con jabones, detergentes y desinfectantes.

En cuanto al proceso de lactario, se presentan altas concentraciones de grasas y aceites, y así mismo al presentarse pacientes con mastitis, elevados niveles de riesgo bacteriológico y de virus, así mismo siendo áreas de limpieza especial.

El área de laboratorio clínico y epidemiología tienen características de limpieza especial como los anteriores, pero al trabajar con medios de cultivo se presentan mayores riesgos de contaminación cruzada al lavar las cajas de Petri y los tubos de ensayo, siendo estas las áreas de mayor riesgo microbiológico de la clínica.

7.1.1.2. CLÍNICA DE TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEDIA (CTO) – SEDE 2

Se realizó una identificación de los procesos internos de la sede 2 (CTO) Tabla 3, con el fin de determinar los puntos o procedimientos que se llevan a cabo, que tengan un mayor impacto o influencia negativa, en cuanto a las características físico-químicas y microbiológicas del vertimiento, para lo cual se realizó una matriz de Leopold para los impactos ambientales (anexo 2), la cual posteriormente se explica, y se da a conocer el impacto generado por los procesos de mayor magnitud.

Esta matriz, al hacerse una comparación general en cuanto a procedimientos y posteriormente en los resultados que arrojó, se pudo determinar que esta sede cuenta con un menor riesgo de contaminación al vertimiento que CMI, ya que muchos de los procedimientos que se manejan en esta sede, no llegan a aportar directamente sangre al vertimiento, ni aguas residuales de otra índole que no sean por lavado de los equipos y del área. Esto se puede observar viendo los rangos sobre los que se determina el grado de impacto negativo de los procedimientos, en donde para la CMI los rangos van desde -26 hasta -65, y en la CTO de -19 a -55 (matriz de Leopold).

En esta matriz se puede observar al igual que en la de la matriz de la CMI, los parámetros sobre el eje Y y los procesos sobre el eje X, con una distribución similar, planteándose los impactos negativos por procesos hacia los parámetros desde críticos (en color rojo) hasta leves (en color blanco), y así mismo, cuáles son los procedimientos que llegan a tener un riesgo ponderado mayor para todos los parámetros en el momento de ser vertidos, viéndose en color verde oscuro los críticos, y en color blanco los de riesgo leve. Se encuentran los rangos escogidos para cada uno de los dos resultados en el anexo 2.

Al obtener los resultados, se encuentra que los parámetros que por disposición de los vertidos deberían dar como resultado mayor problemática hacia la calidad del agua en comparación

con el Decreto 3930 del 2010 y con la Resolución 3957 del 2009, fueron principalmente los sulfuros y los detergentes aniónicos y catiónicos, ya que al igual que en la sede 1 (CMI), en la mayoría de los procesos, el lavado del material y de áreas dentro de la sede 2, con el fin de llegar a la desinfección, tiene que recurrir a un lavado continuo y con altas frecuencias, siendo estos de riesgo “crítico”, seguidos por parámetros con riesgo “grave”, en cuanto a la limpieza como el pH, y otros parámetros que se deben principalmente al aporte de sangre en sus procesos aportando a la DBO, DQO y OD, entre otros.

Los procedimientos que son seleccionados como “críticos” se observan detalladamente en el ANEXO 6.

Se observaron cuáles son los procedimientos que generan mayor impacto negativo para poder tener una base sobre la escogencia de los días de muestreo, llegando a la conclusión que los que tienen un impacto “crítico” son: “Atención integral para el paciente que requiere procedimiento quirúrgico programado”, “Atención integral para el paciente que requiere procedimiento quirúrgico prioritario o de urgencia”, “Laboratorio clínico”, “Cirugía ortopédica y cirugía traumatológica”.

Éstos (Ilustración 28) tienen un mayor impacto en la totalidad de su proceso en comparación a los otros, ya que en cuanto a los procedimientos quirúrgicos y cirugías tienen un aporte importante de sangre al alcantarillado; el laboratorio clínico al igual que en la sede 1, al contener material en contacto con residuos peligrosos de tipo infeccioso o de riesgo biológico como lo son los medios de cultivo, cajas Petri, y tubos de ensayo pueden aportar un impacto negativo a las características microbiológicas del agua. Éstos en conjunto, tienen la similitud de requerir de una asepsia alta, por ende una limpieza y una desinfección en tales frecuencias que el lavado de material y áreas aportan riesgo al vertimiento, como se puede ver en la matriz (anexo 2).

Ilustración 28 Entradas y salidas Atención integral para el paciente que requiere procedimiento quirúrgico programado/urgencia y cirugías. (Autores)



7.1.2. FRECUENCIA EN LOS PROCEDIMIENTOS Y DETERMINACIÓN DE DÍAS DE MONITOREOS.

Para la determinación de los días de muestreo se contó con las matrices de Leopold realizadas por los autores, para cada una de las clínicas, correspondiendo a los ANEXOS 1 y 2, y se contó con los datos de admisiones e ingreso de los pacientes otorgados por Eusalud S.A. en los cuales se encuentra especificado desde Noviembre del 2012 los datos de los pacientes, con la sede en la cual fueron atendidos, el diagnóstico, bajo que procedimiento, fecha de entrada y fecha de salida, etc. con los cuales se realizaron los gráficos por sede tanto de los procedimientos realizados por cada clínica como las fechas de mayor influencia para los procedimientos de mayor impacto.

La frecuencia a analizar se desarrolla posterior al diagnóstico situacional, y con base en las matrices de Leopold desarrolladas, ya que a partir de los datos encontrados teóricos se procede a determinar cuáles son los días de mayor influencia en los procedimientos más significantes para la elección de días de toma de muestras.

7.1.2.1. CLÍNICA MATERNO INFANTIL (CMI) – SEDE 1

Al determinar cuáles eran los procedimientos de mayor impacto en esta sede con la “matriz de impactos negativos por procedimiento CMI” (anexo 1), se procedió a mirar en que frecuencia se presentaban estos procedimientos, y ayudándonos con los datos de admisiones, fueron ubicados en el gráfico de barras “PROCEDIMIENTOS REALIZADOS EN LA CMI DE NOV-12 A JUN-14” (Ilustración 29). En este se pudo observar que los procedimientos de “Procedimiento de parto o cesárea”, “Procedimiento quirúrgico programado” y “Procedimiento quirúrgico prioritario o de urgencia” tenían una alta frecuencia en dicha sede.

Al determinar estos tres procedimientos como de mayor impacto y con alta frecuencia, se generó un gráfico porcentual para analizar cuáles son los días en los que se presentan estos tres sucesos con mayor frecuencia, encontrando que los días martes y viernes, existe la mayor probabilidad de estos sucesos con porcentajes correspondientes al 20 % y 21 % respectivamente, como se observa en la ilustración 29. Estos días se determinaron a partir de los datos de admisiones con que se contaba, en donde se encontró gracias a la información

detallada día a día desde Noviembre del 2012 hasta Junio del 2014 una frecuencia de estos procedimientos para los días determinados.

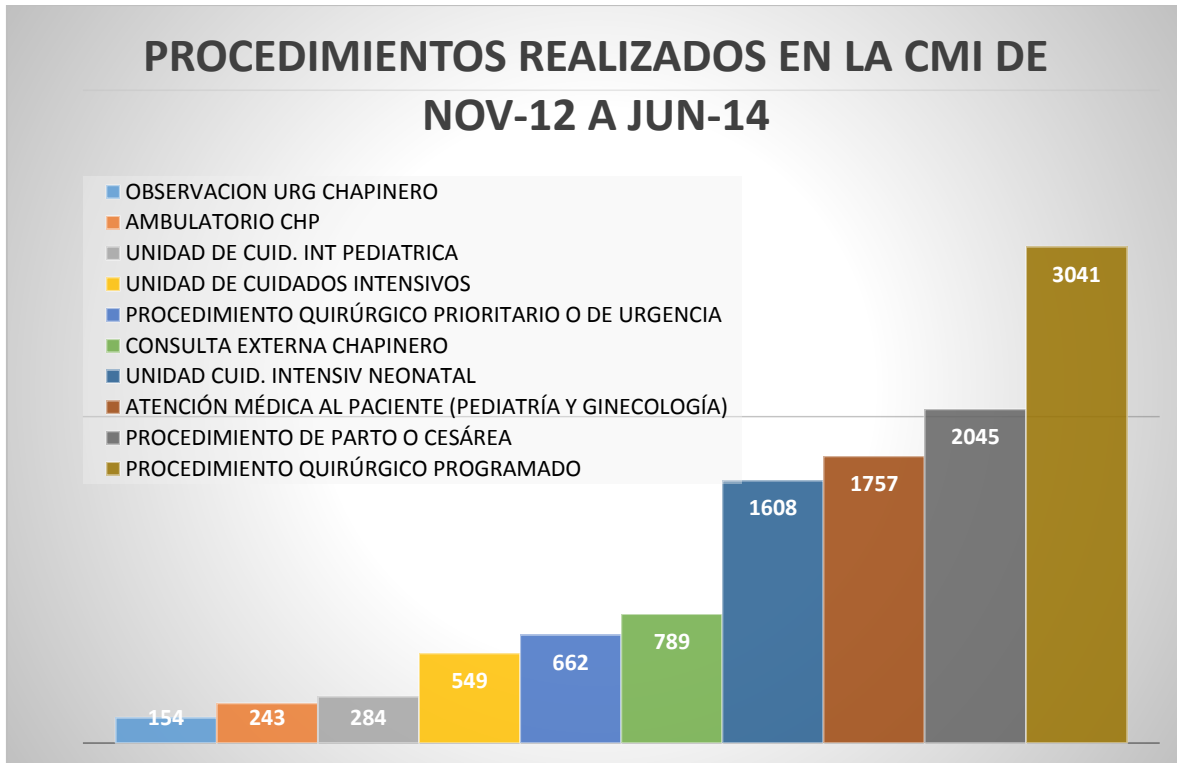


Ilustración 29 Procedimientos de la CMI (sede 1). (Autores)

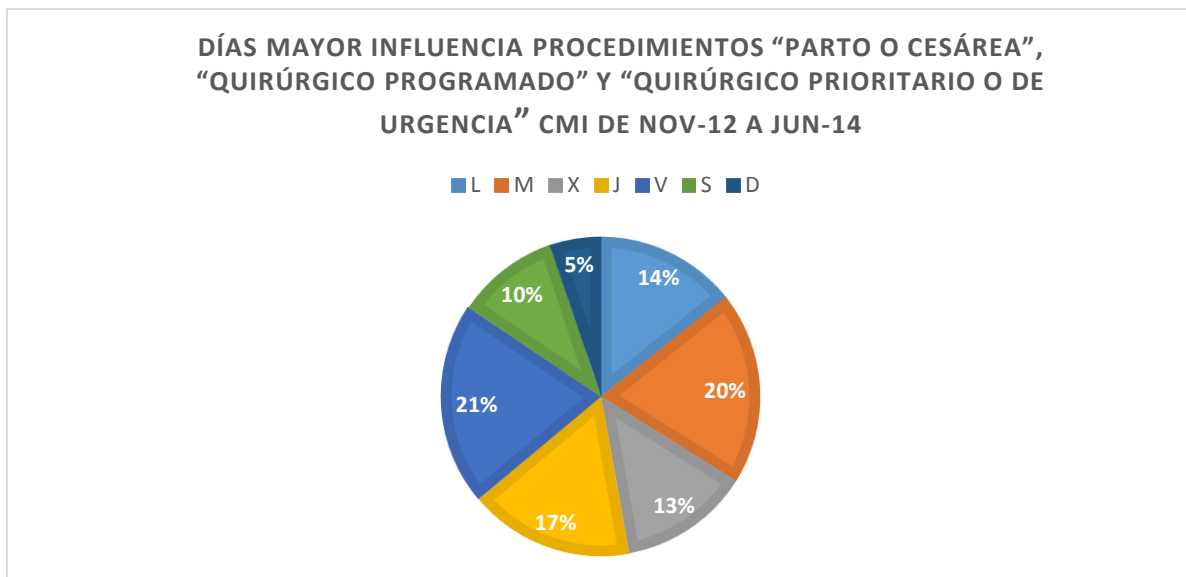


Ilustración 30 Días de mayor influencia sede 1. (Autores)

7.1.2.2. CLÍNICA DE TRAUMATOLOGÍA Y ORTOPEDIA (CTO) – SEDE 2

En cuanto a la sede CTO, se realizó el mismo procedimiento para determinar cuáles eran los días adecuados para la toma de muestras. En esta segunda sede y con los procedimientos de mayor impacto ubicados en la “matriz de impactos negativos por procedimiento CTO” (anexo 2), se observó en qué frecuencia se presentaban estos procedimientos con los datos de admisiones, para ser ubicados en el gráfico de barras “PROCEDIMIENTOS REALIZADOS EN LA CTO DE NOV-12 A JUN-14”. En este se pudo observar que los procedimientos de “Procedimiento quirúrgico prioritario o de urgencia”, “Procedimiento quirúrgico programado”, “Cirugía ortopédica” y “Cirugía Traumatológica”, tenían una alta frecuencia en la sede. Esto se puede observar en la ilustración 31.

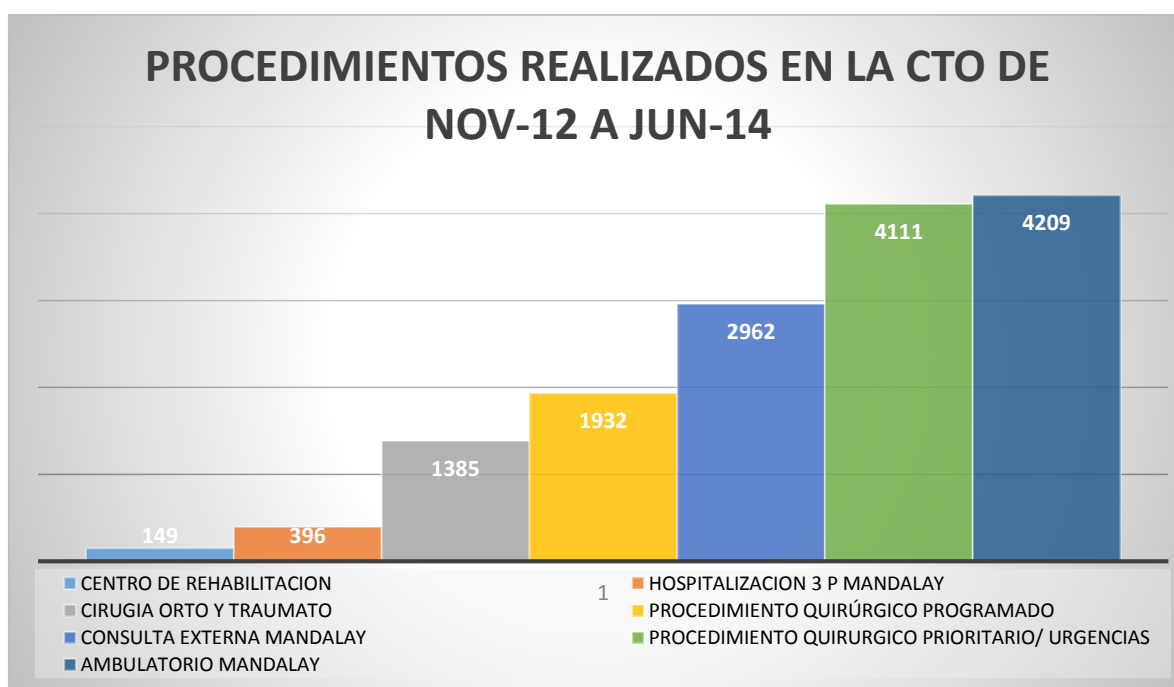


Ilustración 31 Procedimientos CTO (sede 2). (Autores)

Al determinar que estos procedimientos eran los de mayor impacto y con alta frecuencia, se generó un gráfico porcentual para analizar cuáles son los días en los que se presentan estos sucesos con mayor frecuencia, encontrando que los días martes, miércoles y viernes, existía la mayor probabilidad de sus sucesos con porcentajes correspondientes al 17 %, 17 % y 21 % respectivamente, como se observa en la ilustración 32.

Estos días al igual que para CMI se determinaron a partir de los datos de admisiones con que se contaba, en donde se encontró gracias a la información detallada día a día desde Noviembre del 2012 hasta Junio del 2014 una frecuencia de estos procedimientos para los días determinados.

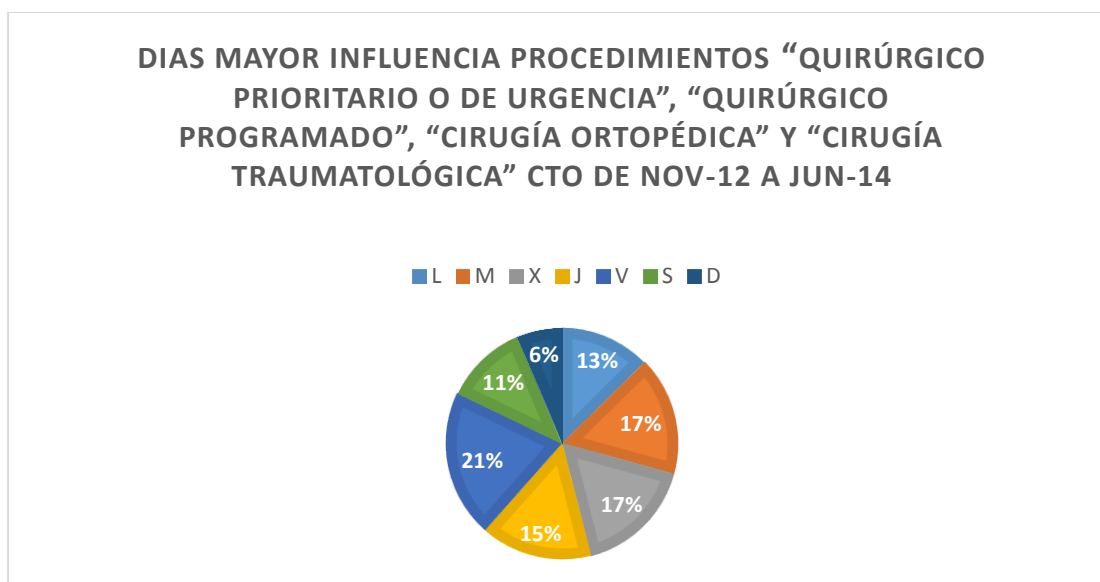


Ilustración 32 Días de mayor frecuencia de pacientes en sede 2. (Autores)

7.1.3. PROCEDIMIENTOS Y SU INFLUENCIA MICROBIOLÓGICA EN LOS VERTIMIENTOS

Como se observó anteriormente, gracias a las matrices de Leopold de impactos negativos hacia los vertimientos desarrolladas por los autores, se identificó cuáles eran los procedimientos con mayor impactos hacia los vertidos, contemplando tanto parámetros físicos, químicos y microbiológicos.

En cuanto a los parámetros microbiológicos se determinó que la sede con mayor impacto negativo era la CMI, al hacer una comparación de las dos matrices con el valor del factor producido por la magnitud y la importancia de cada una, teniendo un valor de -2124 para CMI y de -1176 para CTO. Este valor se puede explicar ya que en la sede 1 o CMI, se presenta mayor cantidad de procedimientos tanto con contacto como con vertido directo de fluidos o

residuos con potencial de ser peligrosos al tener características infecciosas o de riesgo biológico, aportando un mayor riesgo microbiológico.

Con este resultado se determinó que el muestreo para el análisis microbiológico se debía realizar en la CMI, ya que era la sede con mayor probabilidad de encontrar bacterias para las pruebas microbiológicas.

A la hora de determinar el día adecuado para el muestreo, se siguió tomando como base el diagnóstico previo realizado con las matrices, por lo que se tomaron los procedimientos de mayor riesgo microbiológico en la sede 1. Para esto, a pesar que en la matriz se observa que los procedimientos con mayor magnitud hacia el impacto negativo son los de “Epidemiología” y “Laboratorio clínico”, se determinó que por su importancia y magnitud el procedimiento que generaba mayor impacto negativo y que facilitaba la escogencia del día gracias a los datos de admisiones anteriormente usados era el “Procedimiento de parto o cesárea”.

A partir de este procedimiento, y con ayuda de la gráfica porcentual de “DÍAS MAYOR INFLUENCIA CMI” se escogió como días óptimos de muestreo microbiológico los días martes y viernes.

7.2. DIAGNÓSTICO - CARACTERIZACIÓN

7.2.1. DIAGNÓSTICO FÍSICO-QUÍMICO

1. Se identificaron los procesos que se llevan a cabo dentro de las instalaciones de las dos sedes CMI (sede 1) y CTO (sede 2), se determinó la frecuencia de los mismos, así como la cantidad de las personas que ingresaban al hospital en un rango de veinte (20) meses, los cuales van de Noviembre del año dos mil doce (2012) a Julio del año dos mil catorce (2014). A partir de los datos obtenidos, se programaron los días en los que se realizarían los muestreos de los vertimientos en cada sede de la Clínica Eusalud S.A., que de acuerdo con los análisis de dichos datos, se determinó que los días a muestrear fueron martes y viernes, que es el día en donde se encuentra el mayor flujo de personas en las sedes de la clínica. Para poder obtener una muestra

representativa de los vertimientos, se programaron cuatro (4) muestreos compuestos, en cuatro días diferentes.

Se tomaron los respectivos cuatro muestreos compuestos (ilustración 33), dos en cada sede, en intervalos de cada treinta (30) minutos a excepción del primer muestreo, que el periodo entre toma de muestras fue de una (1) hora.

No se utilizó la metodología de IDEAM para la toma de las muestras debido a la composición de las cajas de inspección en donde se hacía imposible tomar caudales, por lo que se compuso la muestra tomando volúmenes iguales en los tiempos determinados, ya que si se componía proporcional al caudal, esto podría llevar a errores en el muestreo y en los resultados.

Tabla 6 Muestreo de los vertimientos de la clínica. (Autores)

	Muestreo 1 Sede 1	Muestreo 2 Sede 1	Muestreo 3 Sede 2	Muestreo 4 Sede 2
<i>Fecha</i>	15-08-14	19-08-14	22-08-14	26-08-14
<i>Hora</i>	10 a.m. – 2 p.m.	9 a.m. – 12:30 p.m.	10 a.m. – 1:30 p.m.	9 a.m. – 12:30 p.m.
<i>Alícuotas</i>	4	6	6	6



Ilustración 33 Toma de muestras. (Autores)

En cada muestreo, se realizaron las mediciones in-situ en la sede 1 y 2 de la clínica Eusalud S.A. (Ilustración 34)



Ilustración 34 Parámetros realizados in-situ. (Autores)

- Ya habiendo tenido las cuatro muestras (un total de diez botellas), se llevaron al laboratorio de Ingeniería Ambiental y Sanitaria de la Universidad de La Salle, debidamente refrigerado y preservadas las muestras, para el análisis de las mismas en los parámetros: compuestos fenólicos, sulfuros totales, DBO5, DQO, grasas y aceites, sólidos suspendidos totales, nitratos, plomo y SAAM, los cuales se determinaron y compararon con la Resolución 3957 del año 2009 (ilustraciones 35 y 36). En el anexo 4 se encuentra la cotización de la realización de los análisis de estos parámetros.



Ilustración 35 Realización pruebas laboratorio. Tensoactivos aniónicos y catiónicos. (Autores)



Ilustración 36 Realización pruebas laboratorio. (Autores)

8. RESULTADOS Y ANÁLISIS

8.1. RESULTADOS

8.1.1. RESULTADOS MUESTREOS

En la tabla 7, se muestran los resultados de los parámetros que se realizaron in-situ. El primer muestreo realizado en la sede 2 de la Clínica, dio un único resultado en el parámetro de sólidos sedimentables. En la imagen 15 se puede apreciar la realización in-situ de los sólidos sedimentables.



Ilustración 37 Realización de sólidos sedimentables. (Autores)

Tabla 7 Resultados parámetros in-situ. (Autores)

HORA	pH	CONDUCT. [$\frac{\mu S}{cm}$]	OXIGENO D. [$\frac{mg}{L}$]	TEMPERAT URA [°C]
PRIMER MUESTREO SEDE 1				
11:45	6,20	ND	1,40	21,00
12:45	7,30	ND	ND	20,00
01:45	6,60	ND	2,60	21,00
PROME.	6,30	ND	ND	48,60
SEGUNDO MUESTREO SEDE 1				
10:00	9,28	1.404,00	5,45	19,50
10:30	6,47	1.157,00	6,11	20,50
11:00	5,00	337,00	5,88	21,00
11:30	7,56	171,00	5,91	22,50
12:00	6,85	264,00	5,80	20,50
12:30	6,27	936,00	5,78	19,50
PROME.	6,90	711,00	5,82	20,50
PRIMER MUESTREO SEDE 2 SOLIDOS SEDIMENTABLES: 2mL/L				
10:00	8,60	385,00	5,37	20,00
10:30	8,60	415,00	5,42	20,00
11:00	7,30	548,00	5,54	19,90
11:30	7,00	415,00	5,17	19,40
12:00	6,90	826,00	5,38	19,20
12:30	7,30	396,00	5,69	19,00
PROME.	7,60	497,00	5,43	19,60
SEGUNDO MUESTREO SEDE 2				
10:00	8,00	366,00	5,10	18,00
10:30	10,30	411,00	5,18	18,00
11:00	7,93	556,00	5,05	18,60
11:30	7,42	300,00	4,83	19,00
12:00	7,43	0	4,64	19,40
12:30	7,38	0	4,97	18,90
PROME.	8,07	272,00	4,96	18,60
ND NO DETECTABLE				

8.1.2. RESULTADOS FÍSICO-QUÍMICOS

En la tabla 8, se muestran los resultados obtenidos del total de las muestras tomadas en la clínica Eusalud S.A., tanto en la sede 1 como en la sede 2.

La tabla 9, representa los resultados otorgados por la clínica realizados por un laboratorio certificado, de los análisis de vertimientos realizados en las dos sedes de la clínica. Así como también los límites máximos permitidos por la normatividad, más específicamente, la Resolución 3957 del 2009.

Tabla 8 Resultados análisis. (Autores)

	Unidades	Sede 1 (15-08-2014)	Sede 1 (19-08-2014)	Sede 2 (21-08-2014)	Sede 2 (22-08-2014)	LÍMITE NORM. RES. 3957-09
Fenol	mg/L	3,2*	1,9*	2,9*	1,9*	0,2
Sulfuros totales	mg/L S	0,33	0,25	1,31	0,27	5
Grasas y aceites	mg/L	0	71	32	41	100
Sólidos suspendidos totales	mg/L	34	52	16	18	600
Nitratos	mg/L	21,3	10,6	29,4	13,5	ND
Plomo	A mg/L Pb	1,18**	0,94**	3,03**	1,28**	0,1
	B mg/L Pb	< 0,10	< 0,10	0,46**	0,11**	0,1
Detergentes catiónicos	mg/L CTAB	2	0,2	1,2	0,9	10
Detergentes aniónicos	mg/L MBAS	1,8	5	8,4	2,6	10
Color	Pt-Co	20	10	25	15	
DQO	mg/L O ₂	731	1247	709	448	1500
DBO₅	mg/L O ₂	560	900**	520	349	800
* PLOMO	A	No están presentes otros iones.				
	B	Con posibles interferencias de otros iones.				
** FUERA DEL LÍMITE, ND NO DETECTABLE						

Tabla 9 Resultados análisis laboratorio certificado y límite normativo. (Datos recabados por los autores)

	Unidades	Lab. certificado	Lab. certificado	LÍMITE NORMATIVO RES. 3957- 09
		SEDE 1	SEDE 2	
Fenol	mg/L	<0,01	0,35*	0,2
Sulfuros totales	mg/L S	<2	26,2*	5
Grasas y aceites	mg/L	<10	18,8	100
Sólidos suspendidos totales	mg/L	16	120	600
Nitratos	mg/L	ND	ND	ND
Plomo	A mg/L Pb	<10	ND	0,1
	B mg/L Pb	<10	ND	0,1
Detergentes catiónicos	mg/L CTAB	ND	ND	ND
Detergentes aniónicos	mg/L MBAS	ND	<0,4	10
Color	Pt-Co	ND	ND	ND
DQO	mg/L O ₂	352	196	1500
DBO ₅	mg/L O ₂	105	ND	800

ND NO DETECTABLE, * FUERA DEL LÍMITE

Respecto a las tablas generadas, la normatividad legal vigente en cuanto a los límites máximos permisibles de estos parámetros según la resolución 3957 del 2009 (es decir los valores obtenidos, deben ser inferiores o iguales a los descritos en la normatividad), se evidencia que los parámetro plomo y compuestos fenólicos de las dos sedes y de los cuatro días que se eligieron para el muestreo y el segundo día de muestreo de la sede 1, para el parámetro DBO₅, sobrepasan el límite de la norma.

8.1.3. COLIFORMES

Las ilustraciones 38, 39 y 40, muestran la presencia significativa de coliformes totales realizados por el método de PetriFilm, en donde se obtuvieron un total de 187;18;2 en diluciones 1:1, 1:10 y 1:100 respectivamente, (para la reducción de la concentración de los mismos, para así determinarlos y cuantificarlos de una mejor manera), por lo que se procedió al análisis microbiológico de la muestra, y a su vez la desinfección de estos mismos agentes microbiológicos, ya que existe de la presencia de éstos en los vertimientos generados por la clínica.

En las ilustración 38, se puede ver las placas Petrifilm y sus respectivas diluciones escogidas por los autores.

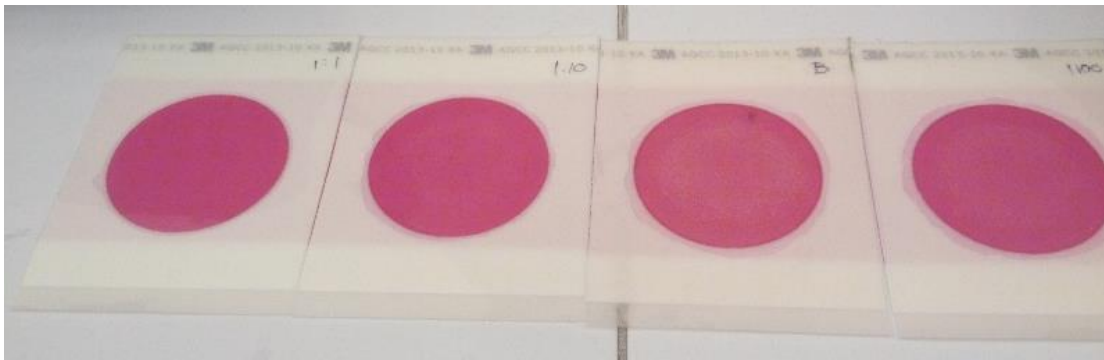


Ilustración 38 Petrifilms - diluciones. (Autores)



Ilustración 39 Indicador coliformes totales y fecales. (Autores)

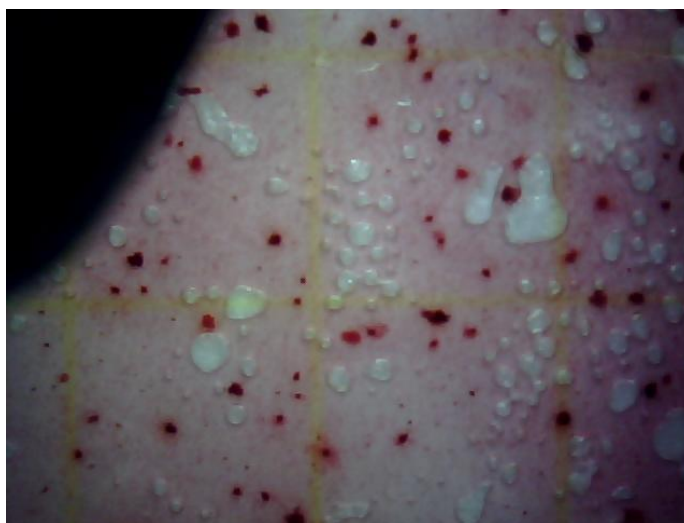


Ilustración 40 Indicador coliformes totales y fecales. (Autores)

En las ilustraciones 39 y 40, se observan unos puntos de color rojo intenso, y en algunas partes se pueden observar unos puntos de color verde, cada punto representa una colonia de coliformes totales y fecales respectivamente.

8.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS

8.2.1. ANÁLISIS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS QUE INCUMPLEN LA NORMA

8.2.1.1. *COMPUESTOS FENÓLICOS*

A pesar de las variadas propiedades benéficas que se tiene en los fenoles en problemas tanto médicos como no médicos, es de vital importancia hacer control de los mismos, ya que en cantidades significativas, los fenoles o los compuestos fenólicos, traen consigo problemas medio-ambientales, como lo es a la salud pública.

En este caso en particular, a partir del diagnóstico situacional, los fenoles se presentan en los vertimientos generados por la clínica, debido a su uso en el momento de realizar la limpieza o asepsia para todas las instalaciones que se encuentran en la clínica y los elementos que se utilizan como parte de las actividades realizadas en la clínica como función de la clínica,

además de procesos de limpieza.(ver anexo 5) de las instalaciones de las dos sedes de la clínica, por lo que se encuentran en su mayoría en productos utilizados para estos fines, como la creolina, jabones, etc. (ATSDR, 2010)

Además de los medicamentos aplicados para la solución de problemas de los pacientes, los cuales incluyen antisépticos, lociones y ungüentos para heridas, gotas para oídos y nariz, analgésicos entre otros, que aportan dichos compuestos fenólicos en el vertimiento. (Vademecum, 2014)

8.2.1.2. DBO (*Demanda Biológica de Oxígeno*)

La demanda biológica de oxígeno es considerada entre otros uno de los métodos más claros para determinar el grado de polución en el cual se encuentra en un vertimiento o en un cuerpo de agua, en donde altos valores pueden llegar a afectar críticamente tanto por sanidad como al medio ambiente.

En las dos sedes de la clínica Eusalud S.A., se presentan varios procesos que pueden aportar materia orgánica incrementando el valor de la DBO₅ los cuales están presentes en las matrices de impacto ambiental (ANEXO 1 y 2), siendo básicamente por aportes biosanitarios y orgánicos como lo son la sangre en procedimientos de hospitalización, cirugías, partos, etc. como materia orgánica en el lavados de comidas y restos de alimentos en platos y bandejas, y por ultimo como materia fecal de los baños tanto de los cuartos de hospitalización, baños administrativos y de visitas.

En los resultados solo se presenta una muestra en la cual, el valor sobrepasa los límites de la Resolución 3957 de 2009, que fue el muestreo M2, el cual se llevó a cabo en la sede 1 (CMI). La explicación de este acontecimiento es el alcantarillado mixto que presenta la sede, en donde al no tener división de vertidos sanitarios y de procedimientos clínicos, se presencia aumento del parámetro por aportes sanitarios.

Según funcionarios de la oficina principal de la Secretaria de Medio Ambiente, esta instalación no requiere división de vertidos, ya que el muestreo realizado por el laboratorio certificado, con el cual esta entidad exige la división de alcantarillado sanitario e industrial, no encontró sobrepaso del valor de la norma en el muestreo, como se observa en la Tabla 9. El resultado obtenido por el laboratorio certificado se debe a las variaciones de los

procedimientos que se realizan a diario en la clínica, en donde el día del muestreo se pudo presentar una disminución en los procedimientos que impactan directamente a este parámetro, disminuyendo así su concentración y resultado, entrando en los límites normativos.

8.2.1.3. *PLOMO*

El plomo como muchos metales pesados es considerado una sustancia de interés sanitario en los vertimientos por la toxicidad que ese presenta. (CARRILLO & GOMEZ, 2008) Al analizarse los procesos de las clínicas que puedan llegar a tener un aporte de este contaminante sobre el vertido, el área que tiene la mayor influencia directa hacia este contaminante según el diagnóstico situacional es el de radiografía y toma de imágenes diagnósticas, donde se presenta por el lavado de los equipos que contengan altas cantidades de plomo, en donde el encargado de radiografía explico el método de lavado de equipos, que aunque sea bastante ocasional, está impregnado de químicos con plomo por el lavado de placas; por mal manejo de los tóneres, placas radiográficas y tanques de químicos, con los cuales realizan la impresión de las radiografías; y también presentándose contaminación al vertido por derrames ocasionales de estos productos los cuales lavan y vierten directamente al alcantarillado. Esto se evidencio por los autores en donde la maquina usada para esta impresión, cuenta con tanques con los líquidos impregnados de plomo, los cuales al ser cambiados, o cuando pasan una manguera de un tanque a otro existen pequeños derrames.

8.3. RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

Se observan agentes microbianos en los vertimientos clínicos, los cuales se pueden encontrar a partir de que una persona, bien sea paciente o empleada de la clínica, pudo haber portado este al vertimiento, por lo tanto, se escogieron los medios de cultivo Cetrimide, EMB, SPC y S y S, para esta determinación.

Tabla 10 Tipos de agar, bacterias y enfermedades. (Jose Antonuis, 2014) (OMS, 2014) (CDC, 2011)
(Madigan; Martinko; Parker, 2001)

AGAR NUTRITIVO	BACTERIAS ENCONTRADAS	ENFERMEDADES CAUSADAS
SPC (crecimiento general)	<i>Bacillus stubilis</i> , <i>Enterococcus faecalis</i> , <i>E. coli</i> , <i>Lactobacillus casei</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Streptococcus pyogenes</i>	Intoxicación leve, endocarditis, inflamaciones en vejiga, próstata y epididímo, infecciones intestinales, del aparato excretor, de vías urinarias, cistitis, meningitis, peritonitis, mastitis, septicemia, neumonía, síndrome de la piel escalada, síndrome de choque tóxico, abscesos, impétigo, foliculitis, ántrax, celulitis, hipradentitis supurada, bacteremia, osteomielitis, artritis séptica, pericarditis, piomiositis, faringitis, escarlatina, pioderma, erisipela, fascitis necrosante, fiebre reumática, glomerulonefritis aguda.
CETRIMIDE (medio selectivo)	<i>Pseudomonas</i>	Neumonías, peritonitis, endoftalmítis, septicemia, bacteremia
EMB (medio selectivo)	Bacterias Gram negativas como: <i>Klebsibella pneumoniae</i> , <i>Proteus mirabilis</i>	Infecciones en el tracto urinario, neumonía, sepsis y ureasa
SYS (medio selectivo)	<i>Salmonella</i> y <i>Shigella</i>	salmonelosis con diarrea y dolor abdominal y disentería



Ilustración 41 Resultado de la siembra piloto (elección de diluciones) dilución 10^{-5} . (Autores)



Ilustración 42 Resultado de la siembra piloto (elección de diluciones) dilución 10^{-6} . (Autores)

El resultado de elección de las diluciones más representativas que permitían establecer el conteo de microorganismos y la eficiencia del procedimiento de desinfección a la hora de la determinación de microorganismos, después de dos días de incubación (cuarenta y ocho horas), arrojó que las mejores diluciones, fueron de la dilución 10^{-5} a la dilución 10^{-7} , para los medios de cultivo SPC, Cetrimide y EMB. Para S y S, se tomaron diluciones más altas, porque se consideró que la presencia no era significativa y no se justificaban las diluciones bajas, para reducir su concentración. En la ilustración 45, se evidencian las diluciones donde mejor se puede realizar el conteo de colonias microbiológicas.

La tabla 11, muestra el resultado del conteo de la siembra de microorganismos una vez elegidas las diluciones que se manejarían. Este conteo previo a la desinfección, se le denominó INICIAL.



Ilustración 43 Siembra de microorganismos. (Autores)

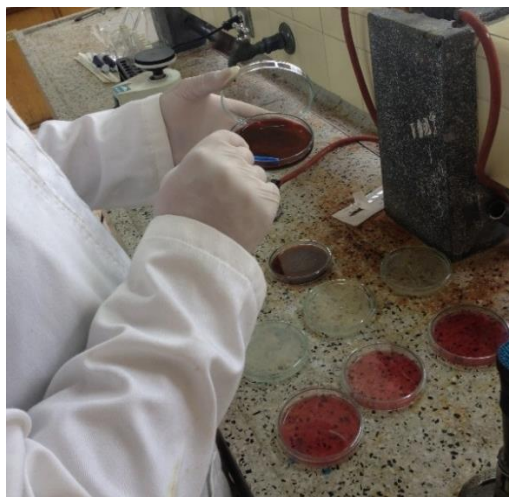


Ilustración 44 Siembra de microorganismos. (Autores)

Tabla 11 Resultado conteo de colonias por unidades formadoras de colonia. (Autores)

		10^0	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}
SPC	INICIAL	ND	ND	ND	*	*	2415	420	ND	ND
	FINAL	ND	ND	ND	72	30	**	**	ND	ND
EMB	INICIAL	ND	ND	ND	ND	*	*	1524	2374	ND
	FINAL	ND	ND	ND	ND	11	**	2	**	ND
CETRIMIDE	INICIAL	*	*	*	140	5	ND	ND	ND	ND
	FINAL	9	1	**	**	**	ND	ND	ND	ND
SS	INICIAL	12	2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	FINAL	**	**	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ND NO DETECTABLE, * INCONTABLES, ** NO PRESENCIA										



Ilustración 45. Cuento de microorganismos. Agar SPC. (Autores)

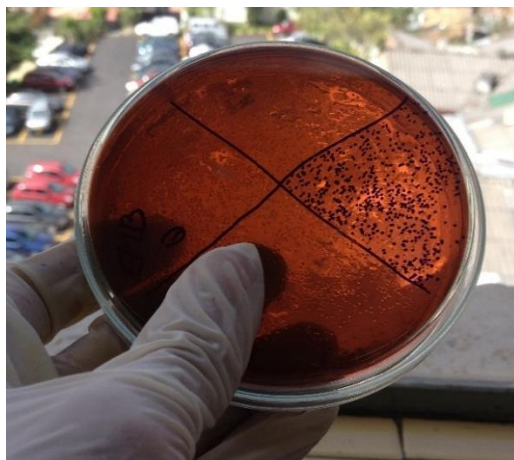


Ilustración 46. Cuento INICIAL de microorganismos. Agar EMB. (Autores)

Como el número de colonias fue muy significativo (ilustraciones 45 y 46), es decir, que es evidente la presencia de agentes microbianos en los vertimientos de la clínica Eusalud S.A., y en este caso, se evidencia la presencia de agentes patógenos como los con *Salmonella*, *Pseudomonas*, *E. Coli*, etc., se determinó que se debería realizar una desinfección de los vertimientos, ya que esta carga microbiológica, puede afectar directa o indirectamente a seres vivos y el ambiente en general, y puede acarrear problemas de salubridad pública como enfermedades en una escala significativa.

Los resultados microbiológicos, arrojaron una evidenciable reducción de la carga microbiana contenida en las muestras de los vertimientos de la clínica después del tratamiento. En el caso

del medio nutritivo SPC, la reducción de las diluciones, éstas muestran, que tomando los datos iniciales y finales que muestran, se puede observar de la siguiente manera:

$$100 - \frac{(72 * 10^3) * 100}{2415 * 10^5} = 99,97\%$$

Esto significa que la reducción de la desinfección por medio de la ozonización y del reactor ultravioleta, fue de un 99,97%, ya que según la anterior ecuación, se toman los datos inicial y final, se multiplican por la potencia donde se ubican, por consiguiente el dato final multiplicado por la potencia, multiplicado por 100, sobre el dato inicial multiplicado por la potencia, nos da un resultado, y a ese se le resta 1 para saber qué porcentaje final tenemos de remoción. Estos datos fueron tomados para el agar SPC.

Para el agar EMB es lo siguiente:

$$100 - \frac{(11 * 10^4) * 100}{1524 * 10^6} = 99,99\%$$

Para el agar Cetrimide:

$$100 - \frac{(9 * 10^0) * 100}{140 * 10^3} = 99,99\%$$

Para el agar SyS se puede decir que la remoción o la desinfección estuvo alrededor del 100% ya que no hubo presencia de colonias en el conteo final. Para los otros tres agares, la remoción estuvo alrededor de los 99,99% siendo muy efectivo el porcentaje de remoción, tanto de la ozonización, como del reactor ultravioleta.

Por consiguiente, se puede afirmar a la eficiencia del reactor ultravioleta, en cuanto a la reducción neta de las colonias presentes en la muestra de los vertimientos de la clínica Eusalud S.A., demostrada por la tabla 11. De igual manera del pretratamiento de ozono antes del tratamiento ultravioleta.

9. FASE III: SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE PREVENCIÓN TRATAMIENTO Y/O MANEJO

9.1. COMPUESTOS FENÓLICOS

Para la prevención y tratamiento de los compuestos fenólicos encontrados en los vertimientos de la clínica, existen diversos métodos que promueven la disminución o reducción de estos.

Dentro de algunas de estas alternativas existentes, se encuentran la reducción por foto-fenton, irradiación, reducción fotoquímica, reactores SBR, entre otros, los cuales se evaluaron según la matriz expuesta en la tabla 12, en donde las alternativas que mejor se acomodan tanto técnica como económicamente a su remoción y control, son la adsorción química como el programa de gestión ambiental, enfocado en la reducción – control de los compuestos fenólicos en los vertimientos clínicos.

En primer lugar, la adsorción química, que es por medio de la acción del carbón activado, reduce significativamente la presencia de los compuestos fenólicos, a través de una filtración del vertimiento, a través de un filtro de carbón activado, ya que los compuestos fenólicos son retenidos por los poros presentes en los filtros. Adherido a esto, la ozonización que se debe efectuar al vertimiento (ver numeral 6.5.3.1.), para la desinfección del mismo, tiene un efecto sobre estos compuestos, ya que la presencia de ozono, mejora la eficiencia de la filtración por medio de carbón activado. Además que la acción del ozono mantiene reducido los niveles de los compuestos fenólicos. (RAMÍREZ, 2002) (UNIVERSIDAD DE SALAMANCA 2012)

La otra alternativa mencionada, es el plan de gestión ambiental enfocado a la reducción y/o control de los compuestos fenólicos presentes en los vertimientos de la clínica. Este plan, se centra en las buenas prácticas en la actividad de desinfección de instalaciones; la cual se basa en desarrollar un programa, donde en el cual se reduzcan los compuestos fenólicos por medio de actividades descritas en el anexo 3, con el fin de cumplir metas propuestas en el mismo. Además de esto, en el plan se encuentran procedimientos para el control y seguimiento de dichas actividades.

Tabla 12 Matriz de alternativas compuestos fenólicos. (Autores)

ALTERNATIVAS COMPUESTOS FENÓLICOS						
	Operario	Costo	Espacio	% Remoción	Tiempo	Total
Foto - Fenton	5	2	4	1	3	15
Irradiación	2	3	4	3	3	15
Fotoquímico	2	2	3	1	2	10
Reactores SBR	4	4	4	1	2	20
Adsorción química	2	2	2	1	3	10
Programa G.A.	1	1	1	2	1	6
Valores	de 1 a 5; en donde 1 es Muy Viable; y 5 es Inviabile					
Referencia	El procedimiento con el menor valor, es el que tiene la mayor viabilidad					

9.2. PLOMO

Para la disminución de los niveles de plomo existen varios tipos de tratamientos y procedimientos que pueden ser usados, tanto directamente al vertido para su eliminación como la disminución de este hacia la producción más limpia, por lo cual se pretende exponer una solución enfocada a cada uno de estos dos tópicos.

En cuanto a la eliminación por tratamiento, existen variados procesos como lo son la precipitación química, la deposición de electrodos, la separación de membrana, la evaporación, disolventes de extracción, etc. Uno de los procesos económicamente viables y técnicamente aceptables es la remoción de este metal pesado por adsorción química. Este procedimiento se puede realizar adaptando a la salida del vertimiento un filtro de carbón activado, dando mayor resultado si su activación es química con ácido fosfórico. El carbón activado gracias a su porosidad y a su capacidad de adsorción es utilizado para la retención de metales pesados, ya que tiene la capacidad de adsorber sustancias toxicas en muy bajas concentraciones, en donde en el caso específico del plomo llega a alcanzar valores de remoción hasta de un 95 %. (MENDOZA, 2012) (LAVADO, SUN, & BENDEZUB, 2010)

La otra opción y alternativa para este contaminante está basado en la disminución de las concentraciones de plomo, con un enfoque hacia las buenas prácticas en el enjuague de placas radiográficas en el cual se produce el mayor impacto hacia el vertido, en el procedimiento de 'Toma e imágenes diagnosticas'. Esta alternativa se basa en desarrollar un programa ambiental para esta actividad en especial en la cual se muestre y explique el impacto de esta actividad y en qué punto se genera la contaminación; se propongan unas metas de disminución por contaminación del proceso; se incluya un protocolo de las actividades correctivas para el procedimiento; y por último que se plantean medidas de seguimiento y control para la actividad.

Las alternativas expuestas anteriormente se compararon paralelamente en la matriz de alternativas (Tabla 13) con parámetros para la determinación de la viabilidad, como lo fueron: los costos en donde entran equipos y materiales a utilizar; el espacio que requiere la alternativa; el % de remoción posterior al procedimiento; el tiempo que se requería para llegar a una buena remoción del contaminante; y la utilización de operarios específicos para este procedimiento.

Tabla 13 Alternativas plomo (Autores)

ALTERNATIVAS PLOMO						
	Operario	Costo	Espacio	% Remoción	Tiempo	Total
Precipitación química	2	3	3	1	5	14
Deposición de electrodo	2	5	4	1	3	15
Separación de membrana	3	4	3	1	3	14
Evaporación	2	2	3	2	4	13
Disolventes de extracción	2	3	3	1	3	12
Adsorción química	2	2	2	1	3	10
Programa G.A.	1	1	1	2	1	6
Valores	de 1 a 5; en donde 1 es Muy Viable; y 5 es Inviabile					
Referencia	El procedimiento con el menor valor, es el que tiene la mayor viabilidad					

9.3. DBO (DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO)

Para la disminución de la materia orgánica en vertimientos, principalmente se pueden desarrollar dos tipos de tratamientos, los aerobios y los anaerobios. Estos dos son aconsejables después de tratamientos previos para que aumente su eficiencia, como lo es la ozonización la cual elimina ligeramente la materia orgánica total, y aumenta la biodegradabilidad de las macromoléculas al aumentar el carbono orgánico disuelto biodegradable. (RODRIGUEZ, 2003) El proceso aerobio o procesos aeróbicos biológicos de depuración, es el proceso que por medio de microorganismos que consumen la materia orgánica en presencia de oxígeno, donde se llega a una eliminación y estabilización de ésta, transformándola en agua, gases y material celular, con una eficiencia del 85 al 98 %. (LESIKAR & ENCISO, 2010) (INC., 2003)

Por otra parte el proceso anaeróbico, es un proceso de transformación fermentativa de materia orgánica en el cual los microorganismos metabolizan en medio con ausencia de oxígeno. En este proceso se presenta por la descomposición de la materia orgánica gases como metano y CO₂. (RODRÍGUEZ, 2006)

La otra opción y alternativa para este contaminante es en desarrollar un programa ambiental basado en la disminución de la materia orgánica en el vertido para los procedimientos de mayor influencia (Tabla 3), como lo son las cirugías, partos, cesáreas, y procedimientos quirúrgicos, en los cuales se presentan impactos negativos a las concentraciones de este por aportes de sangre como se ve en la Ilustración 27 y la Ilustración 28.

La disminución de la materia orgánica, generalmente es un tratamiento que lleva a cabo los acueductos, es se debe a que generalmente las cantidades de materia orgánica en un vertimiento provienen de los vertidos sanitarios.

Las alternativas expuestas anteriormente se compararon paralelamente en la matriz de alternativas (Tabla 14) con parámetros para la determinación de la viabilidad, como lo fueron: los costos en donde entran equipos y materiales a utilizar; el espacio que requiere la alternativa; el % de remoción posterior al procedimiento; el tiempo que se requería para llegar a una buena remoción del contaminante; y la utilización de operarios específicos para este procedimiento.

Tabla 14 Alternativas DBO. (Autores)

ALTERNATIVAS DBO						
	Operario	Costo	Espacio	% Remoción	Tiempo	Total
Tratamiento Aerobio	3	5	3	1	5	17
Tratamiento Anaerobio	3	5	4	1	3	16
Programa G.A.	1	1	1	2	1	6
Valores	de 1 a 5; en donde 1 es Muy Viable; y 5 es Inviabile					
Referencia	El procedimiento con el menor valor, es el que tiene la mayor viabilidad					

9.4. MICROBIOLÓGICO

La desinfección que se determinó por costos y efectividad, fue desinfección por medio de luz ultravioleta, a través de un reactor ultravioleta, construido por los autores, ya que la desinfección por ultravioleta, no involucra ningún producto químico que pueda modificar las condiciones del agua, es de fácil administración, ya que radica en un proceso sencillo que no requiere personal calificado para su uso u operación (tabla 15).

Tabla 15 Matriz de selección de alternativas de desinfección de alternativas. (Autores)

ALTERNATIVAS DESINFECCIÓN							
	Operario	Costo	Espacio	% Remoción	Tiempo	Implicaciones a la salud	Total
Desinfección ozono	2	2	2	1	2	1	10
Desinfección por luz ultravioleta	1	1	3	1	2	1	9
Desinfección por cloro	3	1	1	1	3	4	13
Calor	3	2	1	3	4	1	14
Programa G.A.	1	2	1	3	1	1	9
Valores	de 1 a 5; en donde 1 es Muy Viable; y 5 es Inviabile						
Referencia	El procedimiento con el menor valor, es el que tiene la mayor viabilidad						

10. VIABILIDAD Y DISEÑO

10.1. COMPUESTOS FENÓLICOS

Los compuestos fenólicos, presenta una situación de contaminación que se podría controlar a través de un programa de gestión ambiental hospitalaria (Anexo 3) para el control y reducción de los productos que contengan fenoles, en donde se hace énfasis en que se puede hacer un control y a su vez una reducción real de los compuestos fenólicos que se encuentran en los vertimientos de la clínica. Las otras fuentes que aportan compuestos fenólicos a los vertimientos son muy complejas de controlar y a partir de esas otras fuentes hacer reducción directa de los mismos.

10.2. PLOMO

En cuanto a este contaminante, y al verse que el procedimiento principal de producción es la toma de imágenes diagnósticas, se determinó que el método de disminución a utilizar, gracias a la matriz de selección (Tabla 13) es el de producción más limpia, en donde se desarrolló un programa ambiental específico para este, con el cual se busca llegar a una disminución de este contaminante. Esto solo se realizó para este procedimiento ya que las otras razones por las cuales se puede presentar contaminación lo cual es por la red de tuberías, pinturas y lavados, es muy complicado llegar a un control notable y certero de disminución del plomo. Anexo 3

10.3. DBO (DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO)

En cuanto a la DBO, y al verse que su impacto directo y de mayor magnitud es el descargue sanitario, no se presenta diseño de disminución ya que al estar la clínica recibiendo el servicio de acueducto y alcantarillado, ya cuenta con el servicio del tratamiento de la materia orgánica producida y vertida, por lo que no se le recomienda a la clínica generar gastos dobles.

Gracias a esto, se desarrolló un programa de gestión ambiental, al verse según la matriz de selección (Tabla 14) una alta viabilidad. Este se realizó únicamente para el procedimiento de parto/ cesárea, ya que como se observa en la matriz de impactos negativos por procedimiento CMI (Anexo 1) es el que mayor impacto tiene hacia este contaminante. No se realiza para

los otros procedimientos que generan un impacto negativo en aporte de materia orgánica, ya que envuelve cirugías, y procedimientos quirúrgicos en general. Anexo 3.

10.4. MICROORGANISMOS

Gracias a los resultados obtenidos y especificados en numerales (4.3 y 5.4), se determinó que la utilización de radiación ultravioleta, es un método válido para la desinfección de bacterias presentes en el vertimiento generado por la clínica.

Además de la utilización de ultravioleta, cabe resaltar que la previa ozonización en primer lugar de la muestra, demuestra que las posibles interferencias que se le puedan presentar a la desinfección por ultravioleta, como lo son la presencia de DBO, compuestos fenólicos, turbidez, color, entre otros, baja considerablemente, ya que la eficiencia del reactor fue demostrada.

La tabla 16 muestra un resumen de los costos presentes en la desinfección que se propone.

Tabla 16 Costos desinfección. (Datos recabados por los autores)

MATERIAL	ESPECIFICACIÓN	COSTO (\$)
Ozonizador	Caudal 0,0053 L/s	180.000
Lámpara ultravioleta y balastro	Potencia de 20W, luminiscencia de 1360 y longitudes de onda entre 240 nm y 280 nm.	25.000
Tubo PVC y tapas.	4" de diámetro.	20.000
Manguera siliconada	½" de diámetro, 3 m de longitud.	27.000

Ajeno a estos procedimientos, la implementación de un programa de gestión ambiental para la reducción de la presencia de microorganismos a los vertimientos de la clínica. Estos procedimientos se pueden apreciar en el Anexo 3.

10.5. TRATAMIENTO ALTERNATIVO

A continuación se presenta un tratamiento, si no hay eficiencia en la reducción de los contaminantes nombrados anteriormente a partir de los planes ambientales propuestos, presentándose el incumplimiento de la normatividad legal vigente, con el fin de disminuir la carga contaminante al vertido. Esta consta de cálculos basados en los caudales máximos que se llegaron a tomar para cada una de las sedes.

El tratamiento propuesto consta de rejillas con el fin separar material de gran tamaño del vertido, seguido por un tanque de igualamiento y ozonización con el fin de controlar el caudal de salida y así mismo hacer oxidación química por ozonización; seguido a esto se ubica el reactor UV para la desinfección y por ultimo dos columnas de carbón activado para adsorción.

10.5.1. TRATAMIENTO CMI

La siguiente proposición de tratamiento, al evaluar las instalaciones de la sede, se determinó que su mejor ubicación es en el área del parqueadero, ya que es la zona a menor distancia donde se encuentra la salida del vertimiento, y así mismo es el único espacio libre, con posible disposición para esto.

10.5.1.1. REJILLAS.

Para los cálculos de las rejillas se tomó el caudal máximo que se encontró y se logró medir en uno de los muestreos, el cual es de 0,09375 L/s.

PÉRDIDA DE ENERGÍA.

Ecuación de Kirschmer

$$H = \beta \left(\frac{w}{b}\right)^{3/4} * h_v \sin \theta$$

Donde, H:(m) pérdida de energía; β : factor de forma de las barras (1,79 barras circulares);

w:(m) ancho máximo de sección transversal de las barras; b: (m) separación entre las barras;

h_v :(m) cabeza de velocidad; θ : ángulo de rejilla.

$$H = 1,79 \left(\frac{0,01}{0,025} \right)^{3/4} * \frac{0,3^2}{2 * 9,8 \frac{m}{s^2}} \sin 60 = 0,00209m$$

ÁREA DEL CANAL.

$$A = \frac{Q}{V} \text{ Donde. } A:(m^2) \text{ Área del canal; } Q:(m^3/s) \text{ Caudal; } V:(m/s)$$

$$A = \frac{0,09375 \frac{l}{s} * \frac{1 m^3}{1000l}}{0,3 \frac{m}{s}} = 0,000312 m^2$$

ALTURA DE LA LÁMINA DE AGUA

Para el ancho del canal, se tomó 0,1 m

$$h = \frac{A}{0,1m} = \frac{0,000312m^2}{0,1m} = 0,00312 m$$

LONGITUD DE LA REJILLA

$$L = \frac{h}{\sin 60} = \frac{0,00312m}{\sin 60} = 0,036m$$

NÚMERO DE BARRAS REQUERIDAS

$$n = \frac{\text{ancho canal (cm)} + b}{\text{diámetro barra(cm)} + b} = \frac{10 + 2,5}{1 + 2,5} = 3,5$$

Se toman 3 barras.

10.5.1.2. TANQUE DE IGUALAMIENTO

Para realizar los cálculos del tanque, se tomó el caudal máximo medido, ya que gracias a la configuración de la caja de inspección, no se lograron tomar más, en un día. Sobre este caudal se diseñó de la siguiente manera, teniendo en cuenta que presenta un sobredimensionamiento de seguridad.

En el tanque de igualamiento, se tomó un tiempo de retención de 12h, porque se evidenció que en los muestreos, que de 3 de la tarde a 4 de la mañana el caudal es insignificante debido a que no hay procedimientos, y la afluencia de personas disminuye notablemente.

$$Q = 0,09375 \frac{l}{s} * \frac{1m^3}{1000L} * \frac{36000s}{1h} = 0,3375 \frac{m^3}{h}$$

Entonces se sabe que $Q = \frac{V}{t}$

Se despeja el volumen, para saber el volumen del tanque

$$V = Q * t = 0,3375 \frac{m^3}{h} * 12h = 4,05 m^3$$

Para disminuir costos de construcción y mano de obra, se propone adquirir un tanque de 5m³.

10.5.1.3. REACTOR UV Y OZONIZACION

Para la realización de este tratamiento, se aplicó experimentalmente la eficiencia, llevando a cabo la construcción y prueba del reactor construido por los autores. Para este se tomó el vertido de solo una de las clínicas (CMI) como fue expuesto anteriormente en el documento, debido a la selección de la frecuencia de los procedimientos.

A continuación se muestra la metodología usada para la realización, y prueba de la eficiencia de este proceso.



Ilustración 47 Interior del reactor ultravioleta. (Autores)

Este reactor, consiste en un tubo PVC de cuatro pulgadas; en su interior se adecuó un balastro con una lámpara de luz ultravioleta (ilustración 47); se recubrió internamente con papel aluminio, para que la radiación se efectuara a lo largo y uniformemente dentro de todo el tubo creando el efecto de espejo cóncavo (Ilustración 48); en cada extremo se le colocó una tapa, en las cuales se les realizó una perforación en donde se colocó una manguera siliconada para la entrada y para la salida de la muestra del reactor.

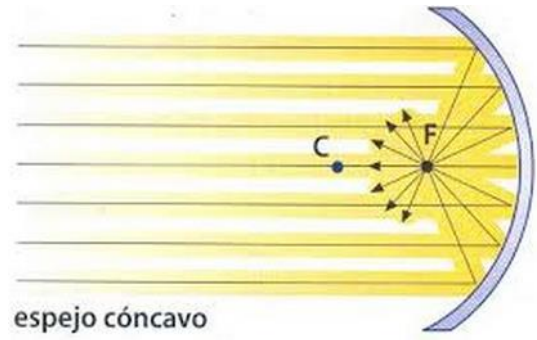


Ilustración 48. Reflexión difusa en espejo cóncavo. (INTEF, 2010)

Para llevar a cabo la desinfección, en primer lugar se estableció que se debía ozonizar el agua, como se observa en la ilustración 49, para mejorar la eficiencia de la desinfección (RODRIGUEZ, 2003); para reducir el color, fenoles y la turbiedad del agua, ya que estos son interferencias en la desinfección ultravioleta.

Este proceso se realizó en aproximadamente tres (3) horas, para asegurarse de que toda la muestra estuviera ozonizada, con una agitación por parte de los autores, de aproximadamente cada treinta minutos.



Ilustración 49 Ozonización de la muestra. (Autores)

Una vez la muestra hubiere estado ozonizada, se pasó a la desinfección por reactor ultravioleta (ilustración 50).

Se comenzó con la implementación de una bomba peristáltica, con un caudal promedio de $0,0053 \frac{L}{S}$. Una vez ingresada la muestra, pasaba a lo largo del reactor, para realizar el proceso de desinfección por medio de la lámpara ultravioleta, y finalmente, salía con un caudal medio de $0.0052 \frac{L}{S}$ obteniendo la muestra desinfectada, para realizar la siembra de microorganismos presentes después de este proceso. El caudal utilizado no colmato el reactor, ni llegó al nivel máximo de éste mismo, esto evidenciado por el agujero de rebose.



Ilustración 50 Montaje de la desinfección por el método ultravioleta. (Autores)

La lámpara usada, que emitía la radiación ultravioleta, tiene una potencia nominal de 20W, una luminiscencia de 1360, con revisión bibliográfica, se determinó que se tenían longitudes de onda de la radiación ultravioleta entre 240 y 280 nm, por lo que se consideró óptimo el caudal de entrada y salida, tanto teóricamente como experimentalmente se comprobó. (WRIGHT & CAIRNS, 2001)

Una vez obtenida la muestra tratada, se realizó el cultivo de la misma, en donde se repitieron los agares de Cetrimide; EMB; SPC y S y S, para este cultivo, en donde además se repitieron las mismas diluciones que se realizaron a la etapa pre-desinfección. Después de sembrar los microorganismos, se procedió a la incubación en cuarenta y ocho horas y seguido de esto, el

conteo (Los resultados del conteo después del tratamiento, están descritos como FINAL en la tabla 11.

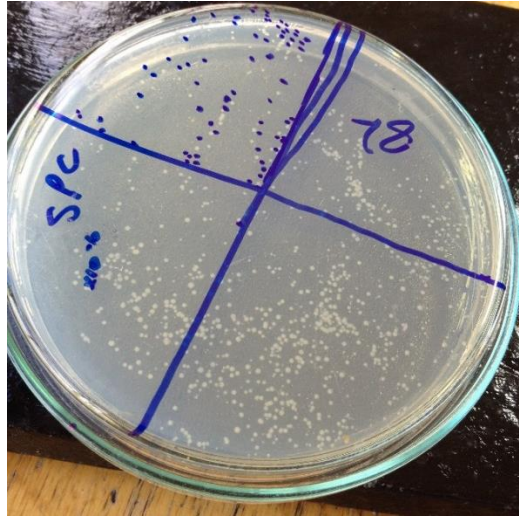


Ilustración 51 Conteo FINAL de microorganismos. Agar SPC. (Autores)

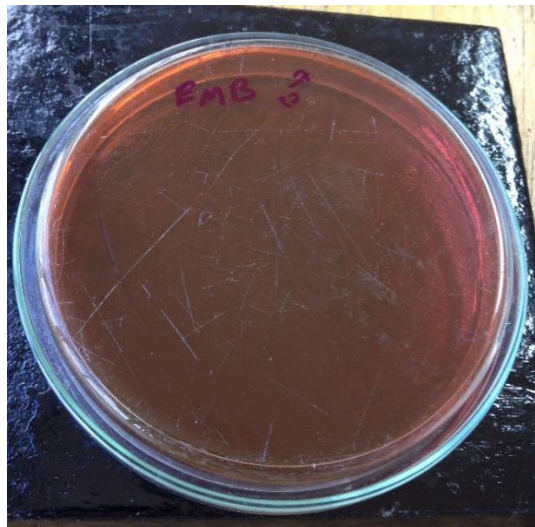


Ilustración 52 Conteo FINAL de microorganismos. Agar EMB. (Autores)

Por consiguiente, se puede afirmar la eficiencia del reactor ultravioleta, en cuanto a la reducción neta de las colonias presentes en la muestra de los vertimientos de la clínica Eusalud S.A., demostrada por la tabla 11. De igual manera del pre-tratamiento de ozono antes del tratamiento ultravioleta.

Teóricamente para la desinfección con ozono se puede determinar el tiempo necesario para la destrucción de los microorganismos, gracias a la cinética de desinfección, la cual se expresa de la siguiente manera:

$$t = \frac{1}{k} \log\left(\frac{N_0}{N_t}\right)$$

Donde

t=tiempo de contacto (s)

k= constante de velocidad de reacción (s⁻¹)

N₀= número de microorganismos iniciales

N_t= número de microorganismos viables en el tiempo

Teniendo en cuenta que el k del ozono = 0,0185 y que $\frac{N_0}{N_t}$ es reemplazada por:

$$\begin{aligned} \% \text{ de mortalidad} &= \left(1 - \frac{N_t}{N_0}\right) * 100 \rightarrow \frac{\% \text{ de mortalidad}}{100} = 1 - \frac{N_t}{N_0} \\ \rightarrow \frac{\% \text{ de mortalidad}}{100} + \frac{N_t}{N_0} &= 1 \rightarrow \frac{N_t}{N_0} = 1 - \frac{\% \text{ de mortalidad}}{100} \\ \rightarrow \frac{N_0}{N_t} &= \frac{1}{1 - \frac{\% \text{ de mortalidad}}{100}} \end{aligned}$$

Para tener (porcentaje de mortalidad de los microorganismos de 99,99%):

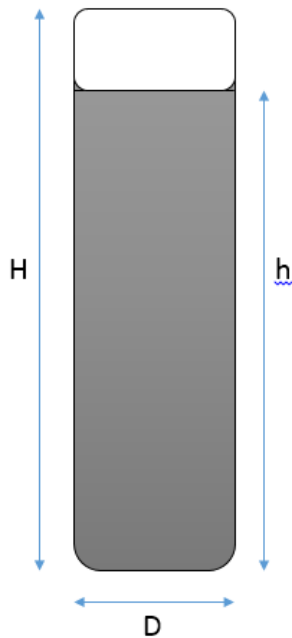
$$\begin{aligned} t &= \frac{1}{k} \log\left(\frac{1}{1 - \frac{\% \text{ de mortalidad}}{100}}\right) \\ t &= \frac{1}{0,0185} \log\left(\frac{1}{1 - \frac{99,99}{100}}\right) = 216,21s \end{aligned}$$

10.5.1.4. COLUMNA DE CARBÓN ACTIVADO.

La columna de carbón activado es el último procedimiento realizado. Su diseño se realizó tomando un volumen fijo estimado debido a que para llegar a encontrar las isoterms para un vertido complejo, se aleja del comportamiento ideal para el mismo diseño. A partir de esto se tomó un volumen de $0,008 \text{ m}^3$ de carbón activado dividido en dos columnas de la siguiente manera.

Volumen por columna: $0,004 \text{ m}^3$

Cada columna cuenta con las siguientes dimensiones.



Donde.

H: Altura de la columna: 60 cm

h: Altura del carbón activado dentro de la columna: 50cm

D: Diámetro de la columna: 10 cm

$$A = \pi r^2 = \pi * 5 \text{ cm}^2 = 78,54 \text{ cm}^2$$

$$\text{Volumen} = Ah = 3927 \text{ cm}^3 * \frac{1 \text{ m}^3}{(100 \text{ cm})^3} = 0,0039 \text{ m}^3$$

Para determinar los tiempos de saturación del carbón activado, se debe realizar las respectivas pruebas de plomo y fenoles mensualmente, para así, cuando éstas sobrepasen la concentración máxima permitida legalmente, tener el tiempo de funcionamiento.

A partir de este tiempo de funcionamiento o colmatación del carbón activado, se fija mantenimiento en cuanto a regeneración o reposición del mismo.

10.5.2. TRATAMIENTO CTO

La siguiente proposición de tratamiento, al evaluar las instalaciones de la sede, se determinó que su mejor ubicación es en el área de almacenamiento de residuos, ya que es la zona a menor distancia donde se encuentra la salida del vertimiento, y así mismo es el único espacio libre, con posible disposición para esto.

10.5.2.1. REJILLAS.

Para los cálculos de las rejillas se tomó el caudal máximo que se encontró y se logró medir en uno de los muestreos, el cual es de 0,03125 L/s.

PÉRDIDA DE ENERGÍA.

Ecuación de Kirschmer

$$H = \beta \left(\frac{w}{b}\right)^{3/4} * h_v \sin \theta$$

Donde, H:(m) pérdida de energía; β : factor de forma de las barras (1,79 barras circulares);

w:(m) ancho máximo de sección transversal de las barras; b: (m) separación entre las barras;

h_v :(m) cabeza de velocidad; θ : ángulo de rejilla.

$$H = 1,79 \left(\frac{0,01}{0,025}\right)^{3/4} * \frac{0,3^2}{2 * 9,8 \frac{m}{s^2}} \sin 60 = 0,00209m$$

ÁREA DEL CANAL.

$A = \frac{Q}{V}$ Donde. A:(m²) Área del canal; Q:(m³/s) Caudal; V:(m/s)

$$A = \frac{0,03125 \frac{l}{s} * \frac{1 m^3}{1000 l}}{0,3 \frac{m}{s}} = 0,000104 m^2$$

ALTURA DE LA LÁMINA DE AGUA

Para el ancho del canal, se tomó 0,1 m

$$h = \frac{A}{0,1m} = \frac{0,000104m^2}{0,1m} = 0,00104 m$$

LONGITUD DE LA REJILLA

$$L = \frac{h}{\sin 60} = \frac{0,00104m}{\sin 60} = 0,0012m$$

NÚMERO DE BARRAS REQUERIDAS

$$n = \frac{\text{ancho canal (cm)} + b}{\text{diámetro barra(cm)} + b} = \frac{10 + 2,5}{1 + 2,5} = 3,5$$

Se toman 3 barras.

10.5.2.2. TANQUE DE IGUALAMIENTO

Para realizar los cálculos del tanque, se tomó el caudal máximo medido, ya que gracias a la configuración de la caja de inspección, no se lograron tomar más, en un día. Sobre este caudal se diseñó de la siguiente manera, teniendo en cuenta que presenta un sobredimensionamiento de seguridad.

En el tanque de igualamiento, se tomó un tiempo de retención de 12h, porque se evidenció que en los muestreos, que de 3 de la tarde a 4 de la mañana el caudal es insignificante debido a que no hay procedimientos, y la afluencia de personas disminuye notablemente.

$$Q = 0,03125 \frac{l}{s} * \frac{1m^3}{1000L} * \frac{36000s}{1h} = 0,1125 \frac{m^3}{h}$$

Entonces se sabe que $Q = \frac{V}{t}$

Se despeja el volumen, para saber el volumen del tanque

$$V = Q * t = 0,1125 \frac{m^3}{h} * 12h = 1,35 m^3$$

Para disminuir costos de construcción y mano de obra, se propone adquirir un tanque de $2m^3$.

10.5.2.3. REACTOR UV Y OZONIZACIÓN

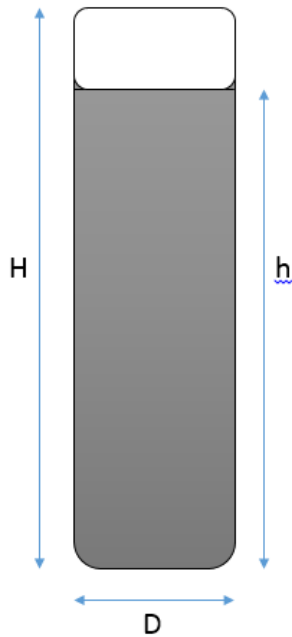
Para este, se toma como base el numeral 6.5.1.3.

10.5.2.4. COLUMNA DE CARBÓN ACTIVADO.

La columna de carbón activado es el último procedimiento realizado. Su diseño se realizó tomando un volumen fijo estimado debido a que para llegar a encontrar las isotermas para un vertido complejo, se aleja del comportamiento ideal para el mismo diseño. A partir de esto se tomó un volumen de $0,008 \text{ m}^3$ de carbón activado dividido en dos columnas de la siguiente manera.

Volumen por columna: $0,004 \text{ m}^3$

Cada columna cuenta con las siguientes dimensiones.



Donde.

H: Altura de la columna: 60 cm

h: Altura del carbón activado dentro de la columna: 50cm

D: Diámetro de la columna: 10 cm

$$A = \pi r^2 = \pi * 5 \text{ cm}^2 = 78,54 \text{ cm}^2$$

$$\text{Volumen} = Ah = 3927 \text{ cm}^3 * \frac{1 \text{ m}^3}{(100 \text{ cm})^3} = 0,0039 \text{ m}^3$$

11. CONCLUSIONES

- Se encontró que las dos sedes de las clínicas incumplen la normatividad (con respecto a la norma) en cuanto a parámetros físico-químicos como lo son el plomo, la DBO y los fenoles, con lo cual se propuso: un cambio en los procedimientos que llegan a implicar la contaminación elevada como lo fue el programa de gestión ambiental para la toma de imágenes diagnósticas, para el plomo; procedimiento de desinfección para fenoles; procedimiento de parto o cesárea para DBO; y para los microorganismos higiene y asepsia de baños.
- Una manera efectiva y de bajos costos antes de llegar al tratamiento del vertido se basa en la creación de programas de gestión ambiental por proceso y/o problemática encontrada, con los cuales se desarrollen buenas prácticas, capacitación, control y seguimiento de los mismos, evitando así desde la fuente la contaminación del vertido.
- Con respecto a la normatividad hacia el contenido microbiológico, es muy laxo, ya que se demuestra que se le pone mayor o única atención a la reducción de parámetros físico-químicos (que no es malo), y a la revisión de los mismos, por parte de entidades como CAR en donde no se evidencia resultado alguno por coliformes o bacterias específicas.
- En una clínica u hospital, pueden llegar hasta ser incontables los microorganismos presentes en sus vertimientos. Por salubridad pública, es necesario que exista un control estatal sobre los mismos, ya que es evidente su presencia.
- El tratamiento con radiación ultravioleta como fuente de desinfección es muy eficiente como se demostró experimentalmente, pero aun así, ésta es más eficaz cuando se realiza un tratamiento previo de ozonización, para eliminar interferencias que pueden afectar la efectividad de la radiación ultravioleta como lo son la turbiedad, fenoles, etc.
- Los costos totales de operación y realización de la propuesta diseñada por los autores se divide en costos por programa ambiental y costos por desarrollo del reactor UV, siendo respectivamente 4.062.000 pesos semestrales y 252.000 pesos por su construcción por sede. De los anteriores se debe tener en cuenta que los insumos utilizados en los programas a excepción de los kit de derrame que se deben adquirir,

la clínica ya cuenta con ellos, o ya están incluidos en el presupuesto mensual de la clínica, por lo que no representaría alzas en el costo mensual de operación.

12. RECOMENDACIONES

EN CUANTO A VIABILIDAD Y DISEÑO

Se recomienda a las dos sedes de la clínica Eusalud s.a. crear una división en las tuberías con el fin de separar los vertimientos de procedimientos y los vertimientos sanitarios. Si esto no es posible crear cajas de inspección en cada nivel de las instalaciones, o donde se crea conveniente, en donde se recoja el vertido de las áreas y procesos de mayor impacto que se presentan en las matrices del anexo 1, con el fin de poder implementar el tratamiento propuesto de desinfección, solo a estos vertidos.

En cuanto al impacto generado por el análisis microbial, se propuso la implementación de un tratamiento el cual corresponde a la ozonización del vertido con posterior paso por el reactor UV, donde se llegue a desinfección. Esta se debe implementar luego de crear cajas de inspección por nivel, para los procesos que implican mayor impacto, encontradas en las matrices del anexo 1.

Se recomienda que el tratamiento alternativo propuesto, no se ponga en marcha hasta evaluar previamente la minimización de los parámetros seleccionados con por lo menos 6 meses de implementación y operación del plan de gestión ambiental, ya que con este se puede llegar a una minimización del valor de los parámetros, cumpliendo la norma, sin necesidad de una inversión mayor.

EN CUANTO A LA NORMATIVIDAD

Las instalaciones hospitalarias aportan a la contaminación hídrica una serie de elementos con carácter de peligrosidad. Como se expuso en la introducción, la normatividad debería ser más rigurosa y tener un enfoque por cada sector de producción en donde se evalúen las posibles cargas contaminantes específicas. Al tener una normatividad puntual que recoge todos los campos de producción, se pierde la especificidad que mejoraría las calidades de los vertidos.

13. BIBLIOGRAFÍA

- APARICIO, R. (22 de Septiembre de 2014). *Triple enlace Quimica*. Obtenido de <http://triplenlace.com/2012/09/27/eutrofizacion-causas-y-efectos/>
- APHA, AWWA, & WPCF. (1992). *Standard Methods*.
- BINTI, N. (2011). *REMOVAL OF HEAVY METAL IN MEDICAL INSTUTIONAL WASTEWATER USING ULTRASONIC ASSISTED VARIOUS LEACHING SOLUTION*. PAHANG: UNIVERSITI MALAYSIA PAHANG.
- BVSDE. (s.f.). *Impacto de los residuos de las Tenerías sobre el medio ambiente y la salud humana*. Recuperado el 2014, de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/scan/005343/005343-04.pdf>
- CARRILLO, L., & GOMEZ, M. (2008). *Recopilación, evaluación y análisis de la información para el programa de control de vertimientos industriales con descarga al alcantarillado para el municipio de bucaramanga*. Universidad Pontifica Bolivariana.
- COMISIÓN DE SALUD PÚBLICA CONSEJO INTERTERRITORIAL DEL SISTEMA NACIONAL DE SALUD. (s.f.). *Protocolos de vigilancia sanitaria específica. Plomo*. Madrid: MINISTERIO DE SANIDAD Y CONSUMO.
- ESQUENAZI, E., & LAM, E. (2000). *SALUD Y AMBIENTE: PLOMO EN LA II REGIÓN - CHILE*. ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental.
- EUSALUD S.A. (10 de Septiembre de 2014). *Clinica EUSALUD*. Obtenido de <http://www.eusalud.com/portal/index.php/servicios>
- EUSALUD S.A. (2014). *Diagrama de procesos CMI (entradas y salidas)*. Bogota.
- EUSALUD S.A. (2014). *Diagrama de procesos con entradas y salidas CTO*. Bogota.
- I C CONSULTANTS LTD. (2001). *Pollutants in urban waste water and sewage sludge*. Londres: European Communities.
- INC., M. &. (2003). *Ingeniería de aguas residuales, tratamiento, vertido y reutilización*. . Barcelona: MCGRAW-HILL.
- KNOBLESDORF, M. J. (2005). *Eliminación biológica de nutrientes en un ARU de baja carga organica mediante el proceso VIP*. Barcelona, España: Universidad politecnica de Cataluña. Obtenido de <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/5909/08Mjkm08de18.pdf;jsessionid=2F0D1D0EB65EC9499749354ED07394CF.tdx2?sequence=8>
- LAVADO, C., SUN, M. d., & BENDEZUB, B. (2010). Adsorción de plomo de efluentes industriales usando carbones activados con H3PO4. *Revista de la sociedad química del Perú*.

- LENNTECH. (1 de Octubre de 2014). *Water treatment solutions*. Lenntech. Obtenido de <http://www.lenntech.es/periodica/elementos/pb.htm>
- LESIKAR, B., & ENCISO, J. (2010). Unidad de tratamiento aeróbico. *Servicio de extencion agricola de Texas*.
- MENDOZA, J. (2012). *REMOCIÓN DE Pb (II) DE SOLUCIONES MEDIANTE CARBÓN ACTIVADO: EXPERIMENTOS EN LOTES*. Bogotá: UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE; MINISTERIO DE SALUD. (2010). *Manual de procedimientos para la gestion integral de resiuos hospitalarios y similares en Colombia* MPGIRH. Bogotá. Obtenido de <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/gestionAmbiental/documentos/manuales/PGIRH%20MinAmbiente.pdf>
- PARKER, MADIGAN, & MARTINKO. (2001). *Biología de los Microorganismos*. PEARSON.
- PAZ, M., & MUZIO, h. (2004). Aguas residuales de un Centro Hospitalario de Buenos Aires, Argentina: Características químicas, biológicas y toxicológicas. *Higiene y Sanidad Ambiental*, 83-88.
- RAMOS ALVARIÑO, C. (2008). Aguas residuales generadas en hospitales. *Revista Ingenieria Hidraulica y Ambiental*, XXIX(2), 56-60. Obtenido de <http://riha.cujae.edu.cu/index.php/riha/article/viewFile/130/129>
- RODRIGUEZ, F. (2003). *Procesos de potabilización del agua e influencia del tratamiento de ozonizacion*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- RODRÍGUEZ, J. (2006). *TRATAMIENTO ANAEROBIO DE AGUAS RESIDUALES*. Cali: Universidad Del Valle.
- ROMERO ROJAS, J. A. (2008). *Tratamiento de aguas residuales*. Bogota: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- SAWYER, C., MCCARTY, P., & PARKIN, G. (2003). *Quimica para Ingeniería Ambiental*. McGraw-Hill.
- UNIVERSIDAD DE NAVARRA. (12 de Septiembre de 2014). *CIENCIAS DE LA TIERRA Y EL MEDIO AMBIENTE*. Obtenido de <http://www.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/11CAgu/150Eutro.htm>
- WRIGHT, H., & CAIRNS, W. (2001). Desinfeccion de agua por medio de luz ultravioleta.

ANEXO 1

MATRIZ DE IMPACTOS NEGATIVOS POR PROCEDIMIENTO CMI

COMPONENTE VERTIMIENTO	ACTIVIDAD	Atención médica al paciente (pediatría y ginecología)	Atención integral al paciente en post - parto o post cesárea	Procedimiento quirúrgico prioritario o de urgencia	Procedimiento quirúrgico programado	Procedimiento de parto o cesárea	Atención del puerperio inmediato, mediato y egreso del paciente.	Unidad de cuidados intensivos adultos	Unidad de cuidados intensivos neonatal	Laboratorio clínico	Toma de imágenes diagnósticas (Radiografías)	Proceso de Lactario	Neurocirugía	Epidemiología	Cocinas	Fact.		
Físicos	color	2 -2	1 -1	3 -5	3 -5	5 -5	1 -1	1 -1	0 0	2 -7	0 0	2 -4	2 -5	2 -4	4 -2	28 -42	- 1176	
	SST	0 0	1 -1	2 -2	2 -3	3 -2	1 -1	1 -1	0 0	1 -3	2 -2	2 -4	1 -3	1 -2	4 -3	21 -27	- -567	
	Temperatura	0 0	2 -3	0 0	1 -1	3 -1	3 -1	0 0	1 -1	0 0	0 0	2 -4	0 0	1 -1	0 0	4 -8	14 -19	- -266
	SS	0 0	0 0	2 -3	2 -3	3 -4	3 -4	0 0	1 -1	0 0	1 -3	0 0	2 -4	1 -3	1 -3	3 -2	16 -26	- -416
Químicos	pH	1 -1	1 -1	5 -4	5 -4	4 -7	2 -3	3 -3	4 -4	1 -3	2 -6	0 0	5 -4	1 -4	1 -1	35 -45	- 1575	
		0	1	2	2	3	1	1	0	1	3	1	2	1	0	18	-396	

Conductividad	0	-1	-2	-3	-2	-1	-1	0	-3	-4	-2	-2	-1	0	-22	
O.D.	1	1	3	3	1	1	1	3	2	2	2	2	1	3	26	-
	-3	-3	-3	-3	-5	-2	-2	-3	-3	-1	-4	-3	-2	-3	-40	1040
Fenol	1	1	1	2	3	1	0	0	1	3	0	2	1	0	16	-
	-1	-1	-1	-2	-2	-1	0	0	-2	-3	0	-2	-2	0	-17	-272
Sulfuros	3	4	4	4	4	2	4	6	4	2	4	4	4	3	52	-
	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-4	-4	-4	-3	-4	-3	-4	-4	-48	2496
G y A	0	0	2	2	4	0	0	0	1	1	3	1	1	5	20	-
	0	0	-2	-2	-3	0	0	0	-2	-3	-6	-2	-2	-4	-26	-520
Nitratos	1	2	1	3	4	3	2	0	1	0	0	2	1	1	21	-
	-1	-3	-2	-3	-4	-3	-3	0	-1	0	0	-1	-1	-1	-23	-483
Plomo	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	1	0	4	-
	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-4	0	0	-1	0	-6	-24
Deter. A	3	4	4	5	5	3	5	7	3	1	3	5	3	4	55	-
	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-5	-6	-3	-3	-4	-3	-3	-3	-48	2640
Deter. C	2	3	3	4	4	2	4	4	2	1	2	4	2	4	41	-
	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-4	-2	-3	-3	-3	-2	-2	-40	1640
DQO	1	3	4	4	7	1	1	0	2	0	2	1	2	4	32	-
	-3	-3	-3	-3	-5	-3	-1	0	-2	0	-3	-3	-2	-3	-34	1088
DBO	1	2	4	4	6	2	1	0	1	0	2	1	1	4	29	-
	-4	-4	-4	-4	-6	-3	-1	0	-2	0	-4	-4	-2	-4	-42	1218

MicroB.	virus	1	3	4	4	6	1	2	1	4	0	2	3	4	1	36	-	2124														
	Bacterias	1	3	4	4	6	1	2	1	4	0	2	3	4	1	36	-	2124														
		1	-	3	-	4	-	5	-	7	-	2	-	3	-	2	-	2	-	4	-	3	-	4	-							
		8	34	2	40	8	50	4	55	1	67	2	31	0	33	6	27	2	57	1	36	9	52	0	48	1	51	6	42			
		-612	-1280	-2400	-2970	-4757	-682	-990	-702	-1824	-756	-1508	-1920	-1581	-1932																	

PARAMETROS

Máximo	-59
Mínimo	-6
Total	53
Rangos	13.25

PROCEDIMIENTOS

Máximo	-65
Mínimo	-26
Total	39
Rangos	9.75

Rango

Leve		De -6 a -19
Moderado		De -20 a -32
Grave		De -33 a -45
Critico		De -46 a -59

Rango

Leve		De -26 a -36
Moderado		De -37 a -45
Grave		De -46 a -55
Critico		De -56 a -65

ANEXO 2

MATRIZ IMPACTOS NEGATIVOS EN EL VERTIDO

componente vertimiento	actividad	Atención médica al paciente (fisioterapia y ortopedia)	Atención integral al paciente post quirúrgico – rehabilitación	Atención médica al paciente en urgencias	Atención integral para el paciente que requiere procedimiento quirúrgico prioritario o de urgencia	Atención integral para el paciente que requiere procedimiento quirúrgico programado	Hospitalización	Laboratorio clínico	Toma de imágenes diagnósticas (Radiografías)	Artroscopia	Cirugía ortopédica	Cirugía traumatológica	Cocinas	factor	
Físicos	color	1 -1	3 -1	2 -3	3 -5	3 -5	2 -1	2 -7	0 0	2 -2	3 -5	3 -5	4 -2	28 -37	-1036
	SST	0 0	1 -1	1 -1	2 -2	2 -3	1 -1	2 -3	3 -4	1 -1	2 -1	2 -1	4 -3	21 -21	-441
	Temperatura	0 0	2 -3	0 0	0 0	1 -1	2 -1	0 0	2 -4	0 0	0 0	0 0	4 -8	11 -17	-187
	SS	0 0	0 0	1 -1	2 -3	2 -3	0 0	1 -3	0 0	0 0	2 -3	2 -3	3 -2	13 -18	-234
Químicos	pH	0 0	1 -1	3 -3	5 -4	5 -4	1 -1	1 -3	2 -6	1 -1	5 -4	5 -4	1 -1	30 -32	-960
	Conductividad	0 0	1 -1	1 -1	2 -2	2 -3	1 -1	2 -1	3 -4	1 -1	2 -2	2 -3	0 0	17 -19	-323
	O.D.	0 0	2 -2	2 -2	3 -3	3 -3	2 -2	2 -3	2 -1	2 -3	3 -3	3 -3	3 -3	27 -28	-756

	0	1	0	1	2	1	1	3	1	1	1	0	12	-156										
Fenol	0	-1	0	-1	-2	-1	-2	-3	-1	-1	-1	0	-13											
	3	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4	3	43	-1677										
Sulfuros	-3	-3	-4	-3	-3	-3	-4	-3	-3	-3	-3	-4	-39											
	1	1	3	2	2	1	1	1	0	2	2	5	21	-483										
G y A	-2	-1	-2	-2	-2	-1	-2	-3	0	-2	-2	-4	-23											
	0	2	1	1	3	2	1	0	1	1	1	1	14	-280										
Nitratos	0	-3	-2	-2	-3	-3	-1	0	-1	-2	-2	-1	-20											
	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	3	-15										
Plomo	0	0	0	0	0	0	-1	-4	0	0	0	0	-5											
	3	4	5	4	5	4	3	1	3	4	4	4	44	-1672										
Deter. A	-3	-3	-5	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-38											
	2	3	4	3	4	3	2	1	2	3	3	4	34	-1156										
Deter. C	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-2	-3	-3	-3	-3	-2	-34											
	0	1	2	4	4	1	2	0	1	4	4	4	27	-621										
DQO	0	-1	-2	-3	-2	-1	-2	0	-3	-3	-3	-3	-23											
	0	1	2	4	4	1	1	0	1	4	4	4	26	-754										
DBO	0	-1	-1	-4	-4	-1	-2	0	-4	-4	-4	-4	-29											
MicroB.	1	1	3	4	4	1	4	0	1	4	4	1	28	-1176										
	-3	-1	-3	-5	-5	-1	-8	0	-5	-5	-5	-1	-42											
	1	1	3	4	4	1	4	0	1	4	4	1	28	-1176										
Bacterias	-3	-1	-3	-5	-5	-1	-8	0	-5	-5	-5	-1	-42											
	12	-18	29	-27	37	-36	48	-50	54	-54	28	-25	34	-55	22	-38	21	-36	48	-49	48	-50	46	-42
	-216		-783		-1332		-2400		-2916		-700		-1870		-836		-756		-2352		-2400		-1932	

PARAMETROS

Máximo	-42
Mínimo	-5
Total	37
Rangos	9.25

PROCEDIMIENTOS

Máximo	-55
Mínimo	-19
Total	36
Rangos	9

Rango

Leve		De -5 a -14
Moderado		De -15 a -23
Grave		De -24 a -33
Critico		De -33 a -42

Rango

Leve		De -19 a -28
Moderado		De -29 a -37
Grave		De -38 a -46
Critico		De -46 a -55

ANEXO 3

PROGRAMA DE GESTION AMBIENTAL EUSALUD S.A.

ACTIVIDAD: TOMA DE IMÁGENES DIAGNOSTICAS



Fuente: <http://posicionesradiograficas.blogspot.com/2011/12/pelvis-y-acetabulo.html>

ASPECTO/ IMPACTO AMBIENTAL

VERTIMIENTO: ALTERACION DE LA CALIDAD DEL AGUA

OBJETIVOS

REDUCIR EL VERTIMIENTO DE AGUA CONTAMINADA POR PLOMO.

METAS

CORTO PLAZO:

DISMINUIR EN UN 80% EL VERTIDO DE PLOMO POR EL PROCEDIMIENTO

LARGO PLAZO:

ELIMINAR EL PROCESO DE IMPRESIÓN DE IMÁGENES DIAGNOSTICAS, DANDO PASO A NUEVAS TECNOLOGIAS DIGITALES.

ACTIVIDADES

PREVENIR:

DERRAMES DE LIQUIDOS DE IMPRESIÓN. (REVELADO, FIJADO Y ENJUAGUE)

VERTIDO DEL LIQUIDO DE LAVADO DE PLACAS DIRECTO AL ALCANTARILLADO

INSTALAR KIT DE DERRAMES EN LAS SALAS DE REVELADO

CAPACITACION A LOS EMPLEADOS CON LA FORMA ADECUADA DE MANEJAR DERRAMES Y MATERIALES UTILIZADOS.

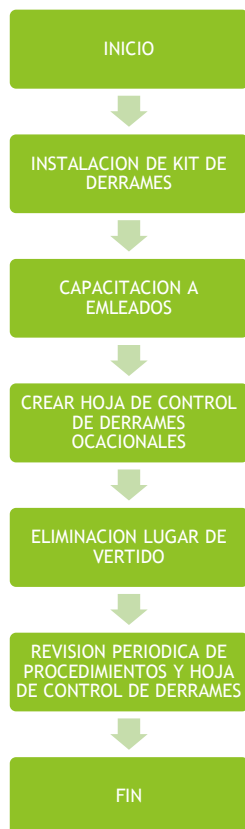
CONTROLAR

REALIZAR HOJA DE CONTROL DE DERRAMES OCACIONALES MENSUAL, CON EL FIN DE IDENTIFICAR LA FRECUENCIA DE SU OCURRENCIA.

REALIZAR DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO CON MODIFICACIONES.

ELIMINAR EL LUGAR DE VERTIDO PARA LIQUIDO DE REVELADO.

PROCEDIMIENTO





MEDIDAS DE SEGUIMIENTO Y CONTROL

REVISION MENSUAL DE LA HOJA DE CONTROL DE DERRAMES POR SEDE.

REVISION MENSUALES DE ACTAS DE CAPACITACION.

VERIFICAR LA CORRECTA FORMA DE MANEJAR UN DERRAME POR MEDIO DE VISITAS E INSPECCIONES AL PROCEDIMIENTO.

VERIFICAR LA CORRECTA FORMA DE MANEJAR Y DEPOSITAR LOS LIQUIDOS DE IMPRESION POR MEDIO DE VISITAS E INSPECCIONES AL PROCEDIMIENTO.

INDICADORES DE GESTION

$$\frac{\text{DIAS DEL MES CON PRESENCIA DE DERRAMES}}{\text{DIAS DEL MES}} \times 100$$

RESULTADOS DE REVISION DE PROCEDIMIENTOS POR MEDIO DEL ENCARGADO.

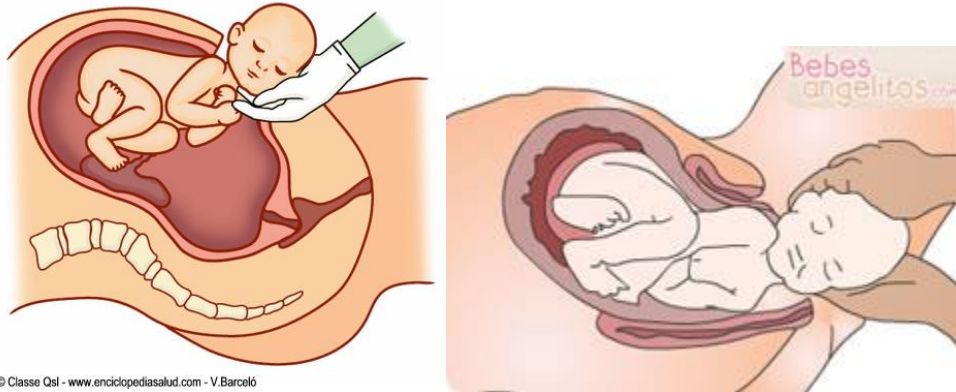
RESULTADOS PLOMO, ANALISIS FISICOQUIMICO DE VERTIMIENTOS

RESPONSABLES

INGENIERO ENCARGADO DEL AREA AMBIENTAL

RESPONSABLE DEL PROCEDIMIENTO

ACTIVIDAD: PROCEDIMIENTO DE PARTO O CESAREA



Fuente: <http://www.encyclopediasalud.com/categorias/familia/articulos/cesarea/>
<http://www.bebesangelitos.com/parto/embarazo-y-parto-natural.php>

ASPECTO/ IMPACTO AMBIENTAL

VERTIMIENTO: ALTERACION DE LA CALIDAD DEL AGUA

OBJETIVOS

REDUCIR EL VERTIMIENTO DE MATERIA ORGANICA.

METAS

CORTO PLAZO:

DISMINUIR EN UN 40% EL VERTIDO DE MATERIA ORGANICA POR EL PROCEDIMIENTO.

LARGO PLAZO:

DISPONER CORRECTAMENTE EN SU TOTALIDAD LOS FLUIDOS ORGANICOS PROCEDENTES DEL PARTO O CESAREA.

ACTIVIDADES

PREVENIR:

SUMINISTRAR A PERSONAL MEDICO EQUIPAMIENTO NECESARIO Y APTO PARA LA CAPTURA DE LOS FLUIDOS ORGANICOS PROCEDENTES (BALDES, ENVASES, ETC.)

DERRAMES DE FLUIDOS ORGANICOS FUERA DEL BALDE DE RECEPCION (SANGRE, FLUIDOS VAGINALES, FLUIDOS DE LA PLACENTA).

VERTIDO DE FLUIDOS ORGANICOS DIRECTO AL ALCANTARILLADO.

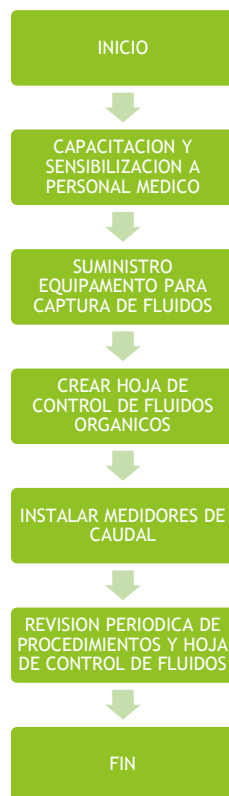
CAPACITACION Y CONCIENTISACION A PERSONAL MEDICO EN CUANTO AL VERTIDO DIRECTO DE LOS FLUIDOS ORGANICOS DE PARTO O CESAREA.

CONTROLAR:

INSTALAR MEDIDORES DE CAUDAL EN LA SALIDA DE VERTIMIENTOS DE LA SALAS DE PARTO Y CESAREA CON EL FIN DE LLEVAR REGISTRO DEL VERTIDO.

REALIZAR HOJA DE CONTROL, CON EL FIN DE DETERMINAR MENSUALMENTE CUANTO FLUIDO ORGANICO SE CAPTA. (DADO EN VOLUMEN)

PROCEDIMIENTO



MEDIDAS DE SEGUIMIENTO Y CONTROL

REVISION SEMESTRAL DE LA HOJA DE CONTROL DE FLUIDOS ORGANICOS CAPTADOS

REVISION MENSUALES DE ACTAS DE CAPACITACION.

VERIFICAR LA FORMA CORRECTA DE CAPTAR LOS FLUIDOS ORGANICOS POR MEDIO DE VISITAS E INSPECCIONES A LOS PROCEDIMIENTOS.

VERIFICAR LA RECOLECCION Y USO DE LOS EQUIPAMENTOS PARA LA RECOLECCION DE LOS FLUIDOS ORGANICOS GENERADOS POR MEDIO DE VISITAS E INSPECCIONES AL PROCEDIMIENTO.

INDICADORES DE GESTION

$$\frac{\text{NUMERO DE CESAREAS Y PARTOS POR MES}}{\text{NUMERO DE CESAREAS Y PARTOS EN LOS QUE SE RECOLECTO EL FLUIDO POR MES.}} \times 100$$

RESULTADOS DE REVISION DE PROCEDIMIENTOS POR MEDIO DEL ENCARGADO.

RESULTADOS DBO, ANALISIS FISICOQUIMICO DE VERTIMIENTOS

RESPONSABLES

INGENIERO ENCARGADO DEL AREA AMBIENTAL

RESPONSABLE DEL PROCEDIMIENTO

ACTIVIDAD DESINFECCIÓN DE INSTALACIONES



Fuente:

http://empresaylimpieza.com/not/600/las_tecnicas_y_productos_mas_ade cuados_para_la_desinfeccion/

ASPECTO/ IMPACTO AMBIENTAL

VERTIMIENTO: ALTERACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA

OBJETIVOS

REDUCIR EL VERTIMIENTO DE AGUA CONTAMINADA POR COMPUESTOS FENÓLICOS.

METAS

CORTO PLAZO:

DISMINUIR EN UN 90% EL VERTIDO DE COMPUESTOS FENÓLICOS POR ESTE PROCEDIMIENTO (DESINFECCIÓN DE INSTALACIONES)

LARGO PLAZO:

CAMBIO DE PRODUCTOS DE DESINFECCIÓN QUE AUMENTEN LA PRESENCIA DE COMPUESTOS FENÓLICOS EN LOS VERTIMIENTOS DE LA CLÍNICA. PASO A NUEVOS MÉTODOS DE DESINFECCIÓN DE INSTALACIONES Y/O EQUIPOS DE LA CLÍNICA.

ACTIVIDADES

PREVENIR:

DERRAMES DE LÍQUIDOS DE DESINFECCIÓN DE INSTALACIONES.

VERTIDO DEL LIQUIDO DE DESINFECCIÓN DIRECTO AL ALCANTARILLADO.

INSTALAR KIT DE DERRAMES EN SITIOS ESTRATÉGICOS A LA ATENCIÓN DE EVENTUALES DERRAMES.

CAPACITACION A LOS EMPLEADOS CON LA FORMA ADECUADA DE MANEJAR DERRAMES Y MATERIALES UTILIZADOS.

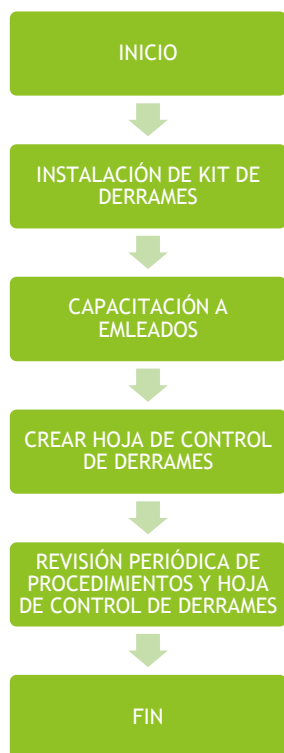
CONTROLAR

RECOGER EL LÍQUIDO QUE SE UTILIZÓ COMO DESINFECTANTE CON TOALLAS O PAPEL ABSORBENTE Y DISPONER LA MISMA COMO UN RESIDUO PELIGROSO.

REALIZAR HOJA DE CONTROL DE DERRAMES MENSUAL, CON EL FIN DE IDENTIFICAR LA FRECUENCIA DE SU OCURRENCIA.

REALIZAR DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO CON MODIFICACIONES.

PROCEDIMIENTO





MEDIDAS DE SEGUIMIENTO Y CONTROL

REVISIÓN MENSUAL DE LA HOJA DE CONTROL DE DERRAMES POR SEDE.

REVISIÓN MENSUAL DE ACTAS DE CAPACITACIÓN.

VERIFICAR LA CORRECTA FORMA DE MANEJAR UN DERRAME POR MEDIO DE VISITAS E INSPECCIONES AL PROCEDIMIENTO.

VERIFICAR LA CORRECTA FORMA DE MANEJAR Y RECOGER LOS LÍQUIDOS DE DESINFECCIÓN POR MEDIO DE AUDITORIAS O INSPECCIONES DE LA PERSONAS ENCARGADA DE LOS PROCEDIMEINTOS AMBIENTALES.

INDICADORES DE GESTIÓN

$$\frac{\text{DÍAS DEL MES CON PRESENCIA DE DERRAMES}}{\text{DIAS DEL MES}} \times 100$$

RESULTADOS DE REVISIÓN DE PROCEDIMIENTOS POR MEDIO DEL ENCARGADO.

RESULTADOS DE COMPUESTOS FENÓLICOS EN ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE VERTIMIENTOS.

RESPONSABLES

INGENIERO ENCARGADO DEL AREA AMBIENTAL

RESPONSABLE DEL PROCEDIMIENTO

ACTIVIDAD CUIDADO E HIGIENE



<http://microbloggia.blogspot.com/2013/01/esterilizacion-desinfeccion-y-antisepsia.html>

ASPECTO/ IMPACTO AMBIENTAL

VERTIMIENTO: ALTERACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA

OBJETIVOS

REDUCIR LA CARGA CONTAMINANTE PRESENTE EN EL VERTIMIENTO DE AGUA DE LA CLÍNICA POR LA PRESENCIA DE MICROORGANISMOS.

METAS

CORTO PLAZO:

DISMINUIR EN UN 25 % LA PRESENCIA DE MICROORGANISMOS EN LOS VERTIMIENTOS GENERADOS POR LA CLÍNICA.

LARGO PLAZO:

DISMINUIR EN UN 40 % LA PRESENCIA DE MICROORGANISMOS EN LOS VERTIMEINTOS GENERAODS POR LA CLÍNICA.

ACTIVIDADES

INFORMAR:

REALIZAR CAPACITACIONES A EMPLEADOS Y PÚBLICO EN GENERAL A LA IMPORTANCIA DE LA HIGIENE.

HACER USO DE LOGOTIPOS O IMÁGENES QUE RESALTEN LA IMPORTANCIA DE PURGARSE, PARA MANTENER LA FLORA INTESTINAL EN CONDICIONES ÓPTIMAS.

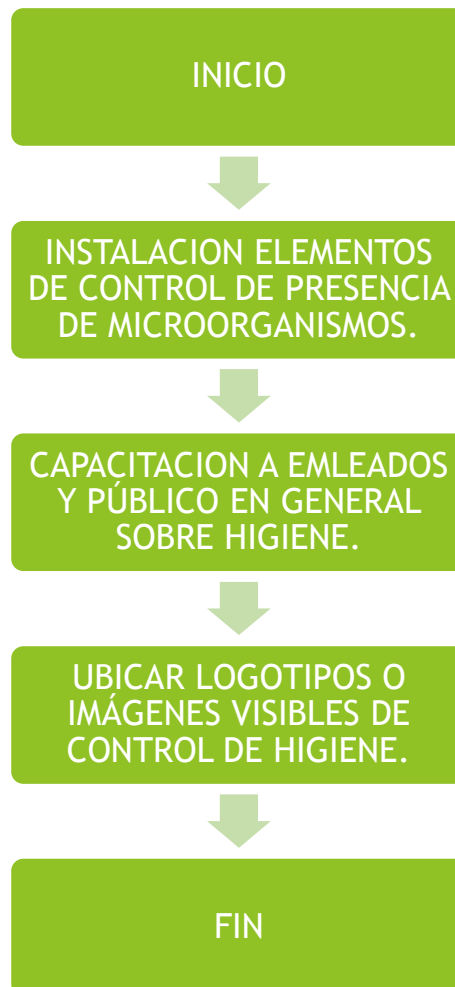
REALIZAR CAMPAÑAS DE PARA LA DIVULGACIÓN DE LOS TEMAS ANTERIORMENTE MENCIONADOS.

CONTROLAR

INSTALAR ELEMENTOS DE CONTROL DE PRESENCIA DE MICROORGANISMOS COMO LO SON GELES ANTIMICROBIANOS DE AMPLIO ESPECTRO Y/O ESPECTRO ESPECÍFICO.

ENFOCAR LA DESINFECCIÓN Y TRATAMIENTOS EN BAÑOS PARA GARANTIZAR EL DESCARTE DE LA PRESENCIA DE MICROORGANISMOS.

PROCEDIMIENTO



MEDIDAS DE SEGUIMIENTO Y CONTROL

REVISIÓN MENSUAL DE ACTAS DE CAPACITACIÓN.

REVISIÓN ANUAL DE ACTAS DE CAMPAÑAS REALIZADAS.

INDICADORES DE GESTIÓN

$$\frac{\text{PROMEDIO DE PERSONAS QUE ATIENDEN CAMPAÑAS}}{\text{PROMEDIO DE PERSONAS QUE INGRASAN A LA CLÍNICA}} \times 100$$

RESULTADOS DE LA PRESENCIA DE MICROORGANISMOS PRESENTES EN ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE VERTIMIENTOS.

RESPONSABLES

INGENIERO ENCARGADO DEL AREA AMBIENTAL.

RESPONSABLE DEL PROCEDIMIENTO.

CRONOGRAMA DE CAPACITACIONES

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
TOMA DE IMÁGENES DIAGNOSTICAS	SEMANA 1	SEMANA 4	SEMANA 3	SEMANA 2	SEMANA 1	SEMANA 4
PROCEDIMIENTO DE PARTO O CESAREA	SEMANA 2	SEMANA 1	SEMANA 4	SEMANA 3	SEMANA 2	SEMANA 1
DESINFECCION DE INSTALACIONES	SEMANA 3	SEMANA 2	SEMANA 1	SEMANA 4	SEMANA 3	SEMANA 2
CUIDADO E HIGIENE	SEMANA 4	SEMANA 3	SEMANA 2	SEMANA 1	SEMANA 4	SEMANA 3

La primera semana de cada mes se realizara la capacitación del tema de mayor enfoque, con el objetivo de cubrir todos los temas a tratar alrededor del semestre. Bajo este sistema planteado, se fortalece el tema del mes, y así mismo se introducen el resto de temas a capacitar con el fin de hacer una retroalimentación de estos.

El tema a capacitar correspondiente a la primera semana de cada mes se debe realizar por el encargado del área ambiental de Eusalud.

Así mismo, la introducción del resto de los temas se hará directamente por el responsable de cada uno de los procedimientos.

COSTOS DEL PROGRAMA

Los costos del programa se determinaron con los insumos necesarios para la realización de cada uno de estos, incluyendo costo por hora de la capacitador, materiales, y elementos utilizados para este fin.

A continuación se presentan los costos que genera semestral la puesta en marcha de este programa.

INSUMO	CANTIDAD	VALOR POR UNIDAD (pesos)	CANTIDAD MENSUAL	VALOR MENSUAL (pesos)	VALOR SEMESTRAL (pesos)
Kit de derrames	2	130.000		Valor unitario x 2	Valor unitario x 2
Envases Sangre	4	900	30	27.000	162.000
Caneca Sangre	1	15.000	10	150.000	1.500.000
Guantes	2	6.000	10	60.000	360.000
Capacitación	1 H/Capacitación	30.000	4	120.000	720.000
Intro. de capacitación	30 Min/Intro.	10.000	18	180.000	1.080.000
Revisión por encargado	30 Min/Revisión	10.000	4	40.000	240.000

Hay que tener en cuenta que la mayoría de los insumos son suministrados por la clínica.

ANEXO 4



LABORATORIO DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA



Bogotá, 06 de Mayo de 2014

Señor
Camilo Arrieta
Bogotá

Asunto: Análisis de laboratorio

En la tabla adjunta se presentan los costos de análisis de laboratorio con costo especial para estudiantes de la Universidad de La Salle.

ANÁLISIS	PRECIO	MUESTRA	PRECIO
DQO	\$ 9.000	4	\$ 36.000
DBO5	\$ 9.000	4	\$ 36.000
Grasas y aceites	\$ 12.000	4	\$ 48.000
Nitratos	\$ 4.000	4	\$ 16.000
Fenol	\$ 6.000	4	\$ 24.000
Sulfuro	\$ 14.000	4	\$ 56.000
Coliformes Totales	\$ 12.000	4	\$ 48.000
Coliformes Fecales	\$ 12.000	4	\$ 48.000
Sólidos suspendidos totales	\$ 4.000	4	\$ 16.000
Plomo	\$ 30.000	4	\$ 120.000
Detergentes aniónicos	\$ 25.500	4	\$ 102.000
Detergentes catiónicos	\$ 25.500	4	\$ 102.000
Alquiler día Multiparámetro HQ40d	\$ 9.700	4	\$ 38.800
TOTAL			\$ 690.800

Para el análisis de laboratorio debe tener en cuenta que:

- La oferta tiene una validez de treinta (30) días.

Atentamente,

Victoria Rodríguez V.
Laboratorio Ingeniería Ambiental y Sanitaria

ANEXO 5

PROTOCOLO LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE ÁREAS.

1. OBJETIVO

Unificar los criterios de limpieza y desinfección de las áreas y equipos de las IPS de Eusalud. S.A

Objetivos de la limpieza:

- Reducir la cantidad de organismos a un nivel aceptable, previo al proceso de desinfección o esterilización
- Quitar material orgánica e inorgánica adherida a superficies, equipos, instrumentos, etc.
- Reducir daños a superficies, equipos, instrumentos, etc.
- Asegurar un buen funcionamiento de mecanismos, fibras, o electrónica.

Objetivos de la Desinfección

- Disminuir la presencia de microorganismos patógenos en las áreas y superficies, para contribuir a la prevención y control de infecciones asociadas a la atención en salud (IAAS).

2. DEFINICIONES

Limpieza: Es la remoción de todos los materiales extraños (polvo, grasa, sangre, proteínas, otras partículas), que se adhieren a los diferentes superficies, esta se realiza con agua, detergente líquido y productos enzimáticos.

Desinfección: Es el proceso que elimina los microorganismos patógenos, con la excepción de las esporas, de las superficies inanimadas, se lleva a cabo con líquidos químicos.

- **Desinfección de Alto nivel:** Proceso por medio del cual se eliminan todos los microorganismos, excepto gran cantidad de esporas, incluyendo los virus lipofílicos, hidrofílicos incluyendo el Mycobacterium tuberculosis.
- **Desinfección de Nivel Intermedio:** Proceso por medio del cual se eliminan formas vegetativas de bacterias, incluyendo Mycobacterium tuberculosis, hongos, virus, pero no necesariamente las esporas bacterianas.
- **Desinfección de bajo nivel:** Proceso por medio del cual se eliminan la mayoría de las bacterias, algunos virus y algunos hongos, pero no necesariamente microorganismos resistentes como el bacilo de la tuberculosis o esporas bacterianas.

Área Crítica: servicios que generan alto riesgo de infección estas áreas son; Salas de Cirugía, Salas de Partos, UCIN, UCIA, UCIP, Reanimación, Urgencias, Central de mezclas, Lactario, Laboratorio Clínico.

Área Semicrítica: Servicios que generan mediano riesgo de infección, los pacientes permanecen largos periodos o están de manera transitoria durante su estancia, estas áreas son: Hospitalización, consultorios de urgencia, Imágenes diagnósticas, observación y procedimientos de urgencias, vacunación, cuarto de depósitos de residuos, cocina, lavandería.

Área No crítica: Servicios que generan bajo riesgo de infección, las personas están de paso y el contacto con elementos hospitalarios es mínimo, estas áreas son: salas de espera, ascensor, central de enfermería, farmacia, fisioterapia, consultorios médicos, parqueaderos, fachadas, escaleras, áreas administrativas.

Elementos Críticos: Son objetos que entran a cavidades normalmente estériles del organismo, incluido el sistema vascular. Se consideran de alto riesgo de infección.

Elementos Semicríticos: Son objetos que entran en contacto con piel no intacta o con mucosas.

Elementos No críticos: Estos elementos entran en contacto con la piel intacta y no con membranas mucosas.

3. ABREVIATURAS

IAAS: Infecciones Asociadas a la Atención en Salud.

UCIN: Unidad de Cuidado Intensivo Neonatal.

UCIP: Unidad de Cuidado Intensivo Pediátrico.

UCIA: Unidad de Cuidado Intensivo Adulto.

IPS: Institución Prestadora de Salud.

4. ALCANCE:

Todos los procesos de la Organización.

5. DESARROLLO

Ejecutado por:

- Auxiliares de Enfermería.
- Auxiliares de Lactario.
- Auxiliares de Laboratorio Clínico.
- Regentes de Central de Mezclas.

Responsable de verificar el cumplimiento: Coordinador de Enfermería de cada área.

INSTRUCTIVOS:

La limpieza y desinfección se divide en:

- ✓ **Desinfección Diaria o recurrente:** Es aquella que se realiza todos los días, en diferentes momentos como; el egreso de un paciente o por tiempo de vencimiento de una incubadora o cuna.
- ✓ **Desinfección Terminal:** Es aquella que se realiza cada 8 días en los diferentes servicios de la organización.

- **AUXILIARES DE ENFERMERIA UNIDADES DE CUIDADO INTENSIVO.**

DESINFECCIÓN DIARIA O RECURRENTE DE AREAS CRÍTICAS	DESINFECCIÓN TERMINAL
---	------------------------------

<ul style="list-style-type: none"> • El ventilador, los circuitos y los implementos para el manejo ventilatorio del paciente son responsabilidad de las terapeutas respiratorias. • Se debe realizar higienización con detergente líquido (Detergine) al Inicio del turno de las superficies (incubadoras, cunas, camas, monitores, neveras de transporte elemento de uso común como fonendos, mesas de curaciones, teclados, carros de paro, mesa de mayo, etc...) • Realice limpieza y desinfección antes de comenzar el turno, de las superficies comunes de uso por enfermería (área de preparación de medicamentos). • Para la limpieza y desinfección de las incubadora realice los siguientes paso: <ul style="list-style-type: none"> * Retirar todo lo que este dentro de ella como (sábanas, colchoneta, y demás). * Limpie primero con detergente líquido (detergine), todas las superficies de la cama y partes de la misma, de igual forma la colchoneta. * Retire el detergente líquido (detergine), con un paño impregnado de agua y seque lo que haya quedado húmedo, con el objetivo de que no se inactive el desinfectante. * Adicione para la desinfección a la incubadora y la colchoneta el desinfectante de alto nivel glutaraldehido (Quiruger). * Déjelo actuar por 20 minutos. *Retírelo finalmente, con un paño. *Registre En el formato VE-F-06 (Verificación de limpieza y desinfección de habitaciones). 	<p>Realice la limpieza y desinfección, con la misma técnica de la diaria de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Monitores. • Pesabebés. • Pesa pañales • Bombas. • Escritorios y papelería. • Nevera • Cambio de soluciones. (ver protocolo de limpieza y desinfección de dispensadores VE-P-03). • Registre en el formato VE-F-10 (Verificación de limpieza y desinfección terminal UCIN UCIP). • Para Unidad de cuidado intensivo adulto se debe registrar en el formato VE-F-47.
---	--

DESINFECCIÓN DIARIA O RECURRENTE DE AREAS CRÍTICAS	DESINFECCIÓN TERMINAL
<ul style="list-style-type: none"> • Se debe realizar detergente líquido (Detergine) y creolina al inicio del turno de las superficies (Elemento de uso común como fonendos, mesas de curaciones, teclados, mesa de mayo, etc...) • Realice limpieza y desinfección antes de comenzar el turno, de las superficies comunes de uso por enfermería (área de preparación de medicamentos). • Para la limpieza y desinfección de las camas, cunas, mesas, comedor, sillas, closet, atril y bombas realice los siguientes paso: <ul style="list-style-type: none"> * Comience de lo más limpio a lo más contaminado. * Primero las mesas, comedores, sillas, closet, atriles y bombas, de ultimo se dejara la cama, cuna y colchoneta. * Retirar todo lo que se encuentre en la cama o cuna como (sábanas, colchoneta, y demás). * Limpie primero con detergente líquido (Detergine), todas las superficies de los insumos nombrados anteriormente (mesas, comedores, sillas, closet, atriles y bombas, cama, cuna y colchoneta). * Retire el detergente líquido (Detergine), y seque lo que haya quedado húmedo, con el objetivo de que no se inactive el desinfectante. * Adicione para la desinfección todas las superficies de los insumos nombrados anteriormente (mesas, comedores, sillas, closet, atriles y bombas, cama, cuna y colchoneta), el desinfectante de alto nivel glutaraldehído (Quiruger). * Déjelo actuar por 20 minutos. *Retírelo finalmente, si entra en contacto directo con el paciente, de lo contrario no es necesario retirar el desinfectante. 	<p>Realice la limpieza y desinfección, con la misma técnica de la diaria de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Monitores. • Desfibrilador • Carros de paro • Basculas. • Cambia bebes • Pesa bebes • Bombas. • Escritorios y papelería. • Nevera • Cambio de soluciones. (ver protocolo de limpieza y desinfección de dispensadores VE-P-03). • Registre en el formato VE-F-30 (Verificación de limpieza y desinfección terminal de hospitalización)

*Registre en el formato VE-F-06 (Verificación de limpieza y desinfección de habitaciones)

AXILIARES DE SALAS DE CIRUGÍA:

DESINFECCIÓN DIARIA O RECURRENTE DE AREAS CRÍTICAS	DESINFECCIÓN TERMINAL
<ul style="list-style-type: none"> • Realizar la limpieza y recoger todos los elementos que están bajo su responsabilidad, de tal manera que la sala este óptima para la desinfección. • Limpie primero con detergente líquido (Detergine), colchonetas, mesas quirúrgicas, apoya brazos, estribos de gineco, lámparas, mesas auxiliares, camillas, escalerillas, cervocuna, máquina de anestesia, bandeja de anestesia, equipos fijados al techo, monitores, equipo de instrumentación quirúrgica para partos. • Retire el detergente líquido (Detergine), y seque lo que haya quedado húmedo, con el objetivo de que no se inactive el desinfectante. • Adicione para la desinfección a los elementos de trabajo anteriormente nombrados, el desinfectante de alto nivel glutaraldehído (Quiruger). • Déjelo actuar por 20 minutos. • Retírelo finalmente, si entra en contacto directo con el paciente, de lo contrario no es necesario retirar el desinfectante. • Registre en el formato VE-F-27 (Verificación de limpieza y desinfección diaria de salas de cirugía). 	<p>Realice la limpieza y desinfección, con la misma técnica de la diaria de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Monitores. • Desfibrilador • Carros de paro • Basculas. • Pesa bebes • Bombas. • Escritorios y papelería. • Nevera • Insumos que estén en cada sala. • Vitrinas. • Cambio de soluciones. (ver protocolo de limpieza y desinfección de dispensadores VE-P-03). • Registre en el formato VE-F-28 (Verificación de limpieza y desinfección de salas de cirugía)para la IPS ECMI • Registre en el formato VE-F-29 (Verificación de limpieza y desinfección de salas de cirugía)para la IPS ECMQ

AUXILIARES DE LACTARIO

DESINFECCIÓN DIARIA O RECURRENTE DE AREAS CRÍTICAS	DESINFECCIÓN TERMINAL
<ul style="list-style-type: none"> • Se debe realizar higienización con detergente líquido (Detergine) al inicio del turno de las superficies • Limpie primero con detergente líquido (Detergine), mesones, teteros, jarras, loncheras transportadoras, neveras, repisas, lokers, y demás insumos que sean utilizados en dicho servicio. • Retire el detergente líquido (Detergine), y seque lo que haya quedado húmedo, con el objetivo de que no se inactive el desinfectante. • Adicione para la desinfección a los elementos de trabajo anteriormente nombrados, el desinfectante de alto nivel glutaraldehido (Quiruger). • Déjelo actuar por 20 minutos. • Retírelo finalmente, si entra en contacto directo con el paciente, de lo contrario no es necesario retirar el desinfectante. • Se deberá diligenciar el formato VE-F-26 (Verificación de limpieza y desinfección de los servicios) 	<p>Realice la limpieza y desinfección, con la misma técnica de la diaria de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mesones. • Nevera • Insumos que estén se encuentren dentro de lactario • Vitrinas. • Cambio de soluciones. (ver protocolo de limpieza y desinfección de dispensadores VE-P-03). • Registre en el formato VE-F-31 (Verificación de limpieza y desinfección del lactario)

AUXILIARES DE CENTRAL DE MEZCLAS

DESINFECCIÓN DIARIA O RECURRENTE DE AREAS CRÍTICAS	DESINFECCIÓN TERMINAL
<ul style="list-style-type: none"> • Se debe realizar higienización con detergente líquido (Detergine) al inicio del 	

<p>turno de las superficies (Elemento de uso común y mesones).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realice limpieza y desinfección antes de comenzar el turno, de las superficies comunes. <p>Para la limpieza y desinfección de las áreas, realice lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comience por limpiar el área biolimpia, posteriormente continúe con la exclusiva y por último el área de alistamiento, con detergente líquido (Detergine). • Retire el detergente líquido (Detergine), y seque lo que haya quedado húmedo, con el objetivo de que no se inactive el desinfectante. • Adicione para la desinfección a las áreas, el desinfectante de alto nivel glutaraldehído (Quiruger). • Déjelo actuar por 20 minutos. • Retírelo finalmente. • Se deberá diligenciar el formato VE-F-26 (Verificación de limpieza y desinfección de los servicios) 	<p>Realice la limpieza y desinfección, con la misma técnica de la diaria de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Áreas. • Insumos utilizados por el área. • Cambio de soluciones. (ver protocolo de limpieza y desinfección de dispensadores VE-P-03). • Registre en el formato VE-F-46 (Verificación de limpieza y desinfección terminal de central de mezclas)
---	---

AUXILIARES DE LABORATORIO CLÍNICO

DESINFECCIÓN DIARIA O RECURRENTE DE AREAS CRÍTICAS	DESINFECCIÓN TERMINAL
<ul style="list-style-type: none"> • Se debe realizar higienización con detergente líquido (Detergine) al inicio del turno de las superficies (Elemento de uso común y mesones). <p>Para la limpieza y desinfección de las áreas , realice lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comience por limpiar todas las áreas del servicio con detergente enzimático. 	<p>Realice la limpieza y desinfección, con la misma técnica de la diaria de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Áreas. • Insumos utilizados por el área. • Cambio de soluciones. (ver protocolo de limpieza y desinfección de dispensadores VE-P-03).

<ul style="list-style-type: none"> • Retire el detergente líquido (Detergine), y seque lo que haya quedado húmedo, con el objetivo de que no se inactive el desinfectante. • Adicione para la desinfección a las áreas, el desinfectante de alto nivel glutaraldehído (Quiruger). • Déjelo actuar por 20 minutos. • Retírelo finalmente. • Se deberá diligenciar el formato VE-F-26 (Verificación de limpieza y desinfección de los servicios) 	<ul style="list-style-type: none"> • Registre en el formato VE-F-32 (Verificación de limpieza y desinfección terminal de laboratorio clínico).
---	---

TERAPIA RESPIRATORIA

DESINFECCIÓN DIARIA O RECURRENTE DE AREAS CRÍTICAS	DESINFECCIÓN TERMINAL
<ul style="list-style-type: none"> • Se debe realizar higienización con detergente líquido (Detergine) al inicio del turno de las superficies (Elemento de uso común y mesones). <p>Para la limpieza y desinfección de las áreas, realice lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comience por limpiar todas las áreas del servicio con detergente líquido. • Retire el detergente líquido (Detergine), y seque lo que haya quedado húmedo, con el objetivo de que no se inactive el desinfectante. • Adicione para la desinfección a las áreas, el desinfectante de alto nivel glutaraldehído (Quiruger). • Déjelo actuar por 20 minutos. 	<p>Realice la limpieza y desinfección, con la misma técnica de la diaria de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Áreas. • Insumos utilizados por el área. • Cambio de soluciones. (ver protocolo de limpieza y desinfección de dispensadores VE-P-03). <ul style="list-style-type: none"> • Registre en el formato VE-F-47 (Verificación de limpieza y desinfección terminal de laboratorio clínico).

<ul style="list-style-type: none"> • Retírelo finalmente. • Se deberá diligenciar el formato VE-F-26 (Verificación de limpieza y desinfección de los servicios) 	
---	--

**LIMPIEZA Y DESINFECCION
AIRE MEDICINAL**

DESINFECCIÓN DIARIA O RECURRENTE DE AREAS CRÍTICAS	DESINFECCIÓN TERMINAL
<p>Para la limpieza y desinfección de las áreas , realice lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comience por limpiar todas las áreas del servicio con detergente líquido (Detergine). • Retire el detergente líquido (Detergine), y seque lo que haya quedado húmedo, con el objetivo de que no se inactive el desinfectante. • Cuando se realiza se debe hacer con hipoclorito a 2500 partes por millón para desinfección recurrente. • Se deben limpiar pisos y paredes y se debe ingresar con las medidas de bioseguridad adecuadas es decir : (guantes, gorro, mascarilla, monogafas, y tapones para oídos) • Se deberá diligenciar el formato VE-F-26 (Verificación de limpieza y desinfección de los servicios) 	<p>Realice la limpieza y desinfección, con la misma técnica de la diaria de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Áreas. • Se debe realizar limpieza Terminal con hipoclorito a 2000 partes por millón. • Se deben limpiar pisos y paredes y se debe ingresar con las medidas de bioseguridad adecuadas es decir : (gorro, tapabocas y tapones para oídos) • Registre en el formato VE-F-47 (Verificación de limpieza y desinfección Terminal)

NORMAS GENERALES

En cualquier área la limpieza y la desinfección se deben efectuar con un orden sistemático siguiendo estas recomendaciones:

- ✓ Higiene de manos antes y después de cada procedimiento.
- ✓ Los antisépticos: Clorhexidina (Quirucidal), alcohol gel glicerinado no se utilizan para procesos de limpieza y desinfección de superficies inanimadas, es solo para uso de superficies animadas.
- ✓ El uso de guantes no exime de la higiene de manos.
- ✓ Uso y manejo de los elementos de protección individual (EPI).
- ✓ Los elementos de limpieza y desinfección deben estar marcados de acuerdo al servicio.
- ✓ No mezclar más de un desinfectante.
- ✓ Mantener en orden y limpieza áreas donde se encuentran ubicados los elementos de limpieza y desinfección.
- ✓ Limpie la superficie antes de desinfectarla (para el proceso de limpieza utilice sustancias jabonosas detergentes líquidos para uso hospitalario).
- ✓ Observar si hay manchas en paredes o techos por efectos de la humedad, la cual debe ser corregida para evitar el desarrollo de hongos ambientales principalmente.
- ✓ Los sistemas de ventilación deben tener adecuado mantenimiento, limpieza y cambios regulares de filtros de acuerdo a las sugerencias del fabricante.
- ✓ La construcción o renovación de sectores en el ámbito hospitalario debe efectuarse con barreras físicas adecuadas para evitar la polución ambiental.
- ✓ Utilice guantes protectores y elementos de protección personal adecuados para llevar a cabo los procesos de limpieza y desinfección.
- ✓ Hacer remoción mecánica, restregando y friccionando las superficies, permitiendo que la limpieza sea mucho más efectiva.
- ✓ Emplear la técnica de doble balde y doble trapero.
- ✓ La limpieza y desinfección deben efectuarse siempre en el mismo orden: Iniciar desde las zonas menos sucias a las más sucias y desde las zonas más altas a las más bajas.
- ✓ Aplique la solución desinfectante de manera directa sobre la superficie o con paño (no hacerlo en forma de aspersion o aerosol).

- ✓ El desinfectante se retira solo si va a estar en contacto directo con el paciente, de lo contrario se puede dejar.
- ✓ El desinfectante siempre se debe retirar en la desinfección de las incubadoras, puesto que debido al calor que estas producen pueden emitir gases altamente tóxicos para los recién nacidos.
- ✓ Inicie toda desinfección desde las zonas más limpias hacia las zonas más contaminadas.
- ✓ Limpie con la técnica de arrastre en un solo sentido y luego desinfecte las superficies horizontales incluyendo mesas, camas, sillas, repisas u otras adheridas a las paredes.
- ✓ En áreas restringidas como (quirófanos, central de mezclas, lactario) debe estar la operaria exclusiva para desarrollar la limpieza y desinfección.
- ✓ Nunca utilice barrido seco con escoba en lugares donde se encuentren pacientes, o en áreas declaradas como críticas o Semicrítica.
- ✓ Los detergentes y desinfectantes utilizados en los procesos deben contar la ficha técnica, registro INVIMA, fecha de vencimiento.
- ✓ Se deberá informar inmediatamente la presencia de manchas o averías en paredes o techos, puesto que estos deben ser reparados para evitar el desarrollo de hongos y otros microorganismos.
- ✓ Los insumos como detergentes, desinfectante y demás utilizados se deben mantener en almacenados en un sitio libre de humedad, marcar siempre estos insumos con fecha de apertura, para tener en cuenta que no deje más de lo estipulado por el proveedor.
- ✓ Si la desinfección se hace en elementos que entraran en contacto con la mucosa del paciente estos deben ser enjuagados abundantemente preferiblemente con agua estéril y se sumergen en glutaraldehído
- ✓ Las habitaciones con algún tipo de cuidado de atención segura, deberán limpiarse y desinfectarse en el siguiente orden: Cuidado de Atención Segura Protector, Pacientes que no se encuentran en Cuidado de Atención Segura, Cuidado de Atención Segura Respiratorio, Cuidado de Atención Segura Aerosol, Cuidado de Atención Segura Contacto.
- ✓ Los elementos de limpieza y desinfección de las habitaciones de Cuidado de Atención Segura deben ser utilizados exclusivamente.
- ✓ Se debe entregar en cada turno limpio y desinfectado todos los fonendos y demás implementos utilizados con el paciente.
- ✓ Se debe verificar el recibo y entrega de turno.

GUÍA DE MANEJO DE DETERGENTE PARA LIMPIEZA DE SUPERFICIES

Para utilizar DETERGENTE concentrado tenga en cuenta las siguientes instrucciones:

1. Utilice los siguientes materiales de protección personal: Guantes, tapabocas.
2. Diluya el DETERGENTE en agua potable. Concentrado. Mezclarlo con agua potable. Diluir el producto para el uso en agua. Usar la medida adecuada que se indica en el gráfico de proporción en el agua potable y mezclarlo en un agua potable que se usará en el proceso de limpieza.
3. Aplicar la mezcla a granel limpio y realizar frotado sobre las superficies a tratar.
4. Retirar completamente el DETERGENTE con una esponja húmeda, asegurando que no queden residuos del producto.
5. Secar la superficie y realizar el proceso de desinfección con QUORIDOL según las indicaciones.



**GLUTARALDEHIDO (QUIRUGER)
CONDICIONES DE EMPLEO**

1. INDICADOR DE COLOR:

AZUL.....SIN ACTIVAR
VERDE....ACTIVADO
AMARILLO.... PERDIO SU ACTIVIDAD: NOUSAR



2. ACTIVACION:
COLOCAR LAS SALES ACTIVADORAS EN EL GALÓN, LA FECHA DE ACTIVACIÓN Y AGITAR. TIEMPO DE DURACIÓN: UNA VEZ ACTIVADO 30 DÍAS EN EL GALÓN. EN LA CUBETA, CUANDO HAYA CAMBIO DE COLOR



La clorhexidina (quirucidal) y el alcohol gel glicerinado no se utiliza para limpieza y desinfección de superficies inanimadas, solo se utiliza en procesos de asepsia de superficies animadas (piel).

Sus 5 momentos para la HIGIENE DE LAS MANOS



BIBLIOGRAFIA

1. Guía Limpieza y Desinfección de Equipos y Superficies Ambientales en Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud. Secretaria Distrital de Salud de Bogotá. Septiembre de 2011.
2. Organización Mundial de la Salud. Resolución WHA55.18. Ginebra: Organización Mundial de la Salud, 2002.
3. PREVENCIÓN DE LAS INFECCIONES NOSOCOMIALES. Guía Práctica. 2ª edición. Organización Mundial de la salud. 2003

ANEXO 6

PROCEDIMIENTOS AGRUPADOS COMO CRITICOS Y GRAVES DE LA CMI

- Laboratorio clínico. Este procedimiento está enfocado en el área encargada de los análisis de enfermedades y patógenos tanto de los clientes como los que puede aportar la clínica como instalación. Aquí se realiza la siembra tanto en placa como en tubo de ensayo las cepas a analizar. Esta área cuenta con variados químicos tanto para la siembra como identificación de las bacterias, hongos, virus, etc.

El laboratorio clínico al ser un área clasificada como crítica por el "Protocolo de limpieza y desinfección de áreas" de la clínica, tiene la necesidad de realizar desinfección y limpieza recurrente debido a que se debe evitar la propagación de los cultivos con los que se trabaja, la contaminación hacia pruebas paralelas, o que se realicen en la misma área donde previamente se realizó una prueba y para evitar que los empleados del área no se contaminen con las mismas.

Esta limpieza constante y profunda requiere tanto de detergentes como desinfectantes, los cuales van al vertido afectando parámetros que están especificados en el documento.

Esta área al trabajar con medios de cultivo, al realizarse la limpieza de los tubos y cajas petri en donde se trabaja, por más que el medio de cultivo sea retirado y encapsulado para posterior disposición, llegan a quedar rastros de estos, los cuales al entrar en contacto con agua, contamina el vertido aportando microorganismos, y químicos con los cuales se trabajó. Aparte de esto, se presenció por los autores coloración en el lavadero por químicos utilizados para titulación, lo que refleja aportes al vertido sin precaución.

En la matriz de Leopold (ANEXO 1) se evidencia el aporte de este procedimiento para los diferentes parámetros, en donde se ve numéricamente la comparación entre un procedimiento a otro parámetro por parámetro.

- Parto o cesárea. Los procedimientos de parto natural y parto por cesárea se basa en el nacimiento o extracción del bebe del útero materno. Este proceso se caracteriza por ciertas etapas en las cuales para el parto natural se presenta una salida del tapón mucoso o rotura de membranas, dilatación, separación del útero, extracción de placenta, y por último el alumbramiento. El parto por cesárea cuenta con las etapas de aplicación de la anestesia, la aplicación del catéter en la vejiga, hidratación, lavado abdominal, incisión, extracción del bebé, separación y retirada de la placenta y por ultimo cierre de las incisiones.¹²

Estos procesos exigen una limpieza del área y material de trabajo importante, siendo clasificada por el "Protocolo de limpieza y desinfección de áreas" (Anexo 5) como un área crítica. Esto quiere una desinfección y limpieza recurrente debido a que es necesario evitar la contaminación o transmisión de enfermedades por parte de la clínica al neonato o a la madre. Esta limpieza y desinfección

¹ <http://www.guiainfantil.com/salud/embarazo/partos/cesarea.htm>

² <http://es.slideshare.net/dianakstelblanco/etapas-del-parto>

constante tiene un aporte a ciertos parámetros tanto fisicoquímicos como microbiológicos como se presenta en el documento.

En este procedimiento se observan unos volúmenes altos de sangre y aportes de fluidos de la placenta, fluidos vaginales, materia fecal, entre otros los cuales se vierten directamente al vertido. Se conoce que aproximadamente en un parto o cesárea existen pérdidas sanguíneas de 500 ml, sin contar la materia fecal, orina, lavados, entre otros, aportando tanto a la contaminación microbiológica como a la de parámetros fisicoquímicos expuestos en el documento.³

En la matriz de Leopold (ANEXO 1) se evidencia el aporte de este procedimiento para los diferentes parámetros, en donde se ve numéricamente la comparación entre un procedimiento a otro parámetro por parámetro.

- Procedimiento quirúrgico programado. Este procedimiento inicia en la preparación del paciente pre-cirugía, seguido por preparación de la sala de cirugía, preparación del área de cuidados intensivos si es necesario, y finalmente la salida del paciente. Este procedimiento al ser cirugía está ubicada en el "Protocolo de limpieza y desinfección de áreas" como área crítica con condiciones de limpieza y desinfección anteriormente descritos, ya que al haber un paciente abierto, se debe evitar todo tipo de contaminación que pueda aportar infecciones, y/o enfermedades. Los procedimientos quirúrgicos que se presentan en la CMI son principalmente la neurocirugía, cirugía ginecológica y cirugía general.

En estos procedimientos existen extracciones anatomopatológicas, de huesos, o correcciones tanto de tejidos como suturas. Los niveles de sangre son muy variados, representando volúmenes de sangre al vertido, aportando a parámetros como lo son la DBO, aportes de microorganismos y otros expresados en el documento.

En la matriz de Leopold (ANEXO 1) se evidencia el aporte de este procedimiento para los diferentes parámetros, en donde se ve numéricamente la comparación entre un procedimiento a otro parámetro por parámetro.

- Proceso de lactarios. En esta área de la clínica se hace la recepción de leche materna principalmente para los neonatos de la unidad de cuidados intensivos, y se realiza leche especial formulada para estos mismos. Aquí se hace la recepción y lavado de extractoras de leche, chupos, teteros, entre otros. Y se remiten los teteros específicos para cada neonato, con la leche suministrada.

Esta área requiere como las anteriores una limpieza y desinfección constante ya que está clasificada como las anteriores como un área crítica, debido a la importancia en tener la menor exposición a

³ http://escuela.med.puc.cl/paginas/departamentos/obstetricia/altoriesgo/metrorragia_postparto.html

virus y bacterias que puedan llegar a los neonatos, los cuales al estar en cuidados intensivos, tienen mayor vulnerabilidad.

El lavado de los elementos de extracción de leche, teteros, chupos, entre otros, presentan condiciones microbiológicas importantes, las cuales al ser lavados aportan tanto materia orgánica, como microorganismos como se presenta en el documento. Aparte de esto, existe posible contaminación en ciertos parámetros aparte de los nombrados como se especifica en el documento.

En la matriz de Leopold (ANEXO 1) se evidencia el aporte de este procedimiento para los diferentes parámetros, en donde se ve numéricamente la comparación entre un procedimiento a otro parámetro por parámetro.

- Epidemiología. Esta área es similar al área de laboratorio, con la diferencia que no se especializa ni hace pruebas de muestras bacteriológicas de pacientes, por ende no cuenta con sangre, ni muestras anatómicas; en cambio se enfoca en la limpieza y estudios de posibles microorganismos encontrados en diferentes áreas del hospital en las cuales pueda llegar a provocar contagio a pacientes, visitantes y funcionarios.

En esta, se presentan así mismo las características de incubación de microorganismos, por lo cual se tiene la consideración del lavado de placas y tubos de ensayo del laboratorio clínico, pero a una escala menor, los cuales aportan al vertido cargas contaminantes explicadas en el documento.

Así mismo, se clasifica como área crítica por el "Protocolo de limpieza y desinfección de áreas" de la clínica, en donde consta de la necesidad constante de desinfección y limpieza debido a que se debe evitar la propagación de los cultivos con los que se trabaja, requiriendo detergentes y desinfectantes como en todos los procedimientos anteriormente presentados.

En la matriz de Leopold (ANEXO 1) se evidencia el aporte de este procedimiento para los diferentes parámetros, en donde se ve numéricamente la comparación entre un procedimiento a otro parámetro por parámetro.

- Procedimiento quirúrgico prioritario o de urgencia. Estos procedimientos, a diferencia del procedimiento quirúrgico programado, no tienen una preparación previa del paciente, ya que son operaciones o cirugías las cuales por su avanzado grado, tienen que ser atendidas inmediatamente. Las cirugías que se realizan en esta área son básicamente las mismas que en procedimiento quirúrgico programado, por lo que se presentan importantes aportes de sangrado. En cuestiones de limpieza, son al igual que las anteriores, clasificado como crítico, lo que hace que los aportes sean similares a los anteriores en cuestión de detergentes y desinfectantes. A pesar de esto la frecuencia de limpieza llega a ser menor que en el procedimiento quirúrgico programado, ya que la preparación de las salas, en muchas ocasiones no es con tanto tiempo, por la urgencia.

En la matriz de Leopold (ANEXO 1) se evidencia el aporte de este procedimiento para los diferentes parámetros, en donde se ve numéricamente la comparación entre un procedimiento a otro parámetro por parámetro.

PROCEDIMIENTOS AGRUPADOS COMO CRITICOS DE LA CTO

- Atención integral procedimiento quirúrgico programado. Este procedimiento inicia en la preparación del paciente pre-cirugía, seguido por preparación de la sala de cirugía, preparación del área de cuidados intensivos si es necesario, y finalmente la salida del paciente. Este procedimiento al ser cirugía está ubicada en el "Protocolo de limpieza y desinfección de áreas" como área crítica con condiciones de limpieza y desinfección anteriormente descritos, ya que al haber un paciente abierto, se debe evitar todo tipo de contaminación que pueda aportar infecciones, y/o enfermedades. Los procedimientos quirúrgicos que se presentan en la CTO son principalmente la cirugía ortopédica y traumatológica, cirugía de mano y cirugía vascular periférica.

En estos procedimientos existen extracciones anatomopatológicas, de huesos, o correcciones tanto de tejidos como suturas. Los niveles de sangrado son muy variados, los cuales comparados con los procedimientos de la CMI son mucho más bajos debido a la complejidad de los anteriores, pero al igual representan volúmenes de sangre al vertido, aportando a parámetros como lo son la DBO, aportes de microorganismos y otros expresados en el documento.

En la matriz de Leopold (ANEXO 2) se evidencia el aporte de este procedimiento para los diferentes parámetros, en donde se ve numéricamente la comparación entre un procedimiento a otro parámetro por parámetro.

- Atención integral para procedimiento quirúrgico prioritario o de urgencia. Estos procedimientos, a diferencia de la atención integral procedimiento quirúrgico programado, no tienen una preparación previa del paciente, ya que son operaciones o cirugías las cuales por su avanzado grado, tienen que ser atendidas inmediatamente. Las cirugías que se realizan en esta área son básicamente las mismas que en la atención integral procedimiento quirúrgico programado, por lo que se presentan importantes aportes de sangrado.

En cuestiones de limpieza, son al igual que las anteriores, clasificado como crítico, lo que hace que los aportes sean similares a los anteriores en cuestión de detergentes y desinfectantes. A pesar de esto la frecuencia de limpieza llega a ser menor que en el procedimiento quirúrgico programado, ya que la preparación de las salas, en muchas ocasiones no es con tanto tiempo, por la urgencia.

En la matriz de Leopold (ANEXO 2) se evidencia el aporte de este procedimiento para los diferentes parámetros, en donde se ve numéricamente la comparación entre un procedimiento a otro parámetro por parámetro.

- Laboratorio clínico. Este procedimiento está enfocado en el área encargada de los análisis de enfermedades y patógenos tanto de los clientes como los que puede aportar la clínica como instalación. Aquí se realiza la siembra tanto en placa como en tubo de ensayo las cepas a analizar. Esta área cuenta con variados químicos tanto para la siembra como identificación de las bacterias, hongos, virus, etc.

El laboratorio clínico al ser un área clasificada como crítica por el “Protocolo de limpieza y desinfección de áreas” de la clínica, tiene la necesidad de realizar desinfección y limpieza recurrente debido a que se debe evitar la propagación de los cultivos con los que se trabaja, la contaminación hacia pruebas paralelas, o que se realicen en la misma área donde previamente se realizó una prueba y para evitar que los empleados del área no se contaminen con las mismas.

Esta limpieza constante y profunda requiere tanto de detergentes como desinfectantes, los cuales van al vertido afectando parámetros que están especificados en el documento.

Esta área al trabajar con medios de cultivo, al realizarse la limpieza de los tubos y cajas petri en donde se trabaja, por más que el medio de cultivo sea retirado y encapsulado para posterior disposición, llegan a quedar rastros de estos, los cuales al entrar en contacto con agua, contamina el vertido aportando microorganismos, y químicos con los cuales se trabajó. Aparte de esto, se presenció por los autores coloración en el lavadero por químicos utilizados para titulación, lo que refleja aportes al vertido sin precaución.

En la matriz de Leopold (ANEXO 2) se evidencia el aporte de este procedimiento para los diferentes parámetros, en donde se ve numéricamente la comparación entre un procedimiento a otro parámetro por parámetro.