“DETERMINACIÓN DEL GRADO DE CONTAMINACIÓN PRESENTE EN EL AGUA SUBTERRÁNEA POR LIXIVIADOS PROVENIENTE DE SEPULTURAS DE CADÁVERES UBICADOS BAJO EL SUELO EN EL CEMENTERIO GENERAL DE PUCALLPA – UCAYALI”

Mabel Lazo Arévalo[1]
Mabel.lazo.arevalo@hotmail.com

[1]Universidad Nacional de Ucayali

Pucallpa – 2017

"DETERMINACIÓN DEL GRADO DE CONTAMINACIÓN PRESENTE EN EL AGUA SUBTERRÁNEA POR LIXIVIADOS PROVENIENTE DE SEPULTURAS DE CADÁVERES UBICADOS BAJO EL SUELO EN EL CEMENTERIO GENERAL DE PUCALLPA – UCAYALI"

DETERMINATION OF THE DEGREE OF CONTAMINATION PRESENT IN THE UNDERGROUND WATER BY LEACHES FROM CULVER SEERS LOCATED UNDER THE SOIL AT THE GENERAL CEMETERY OF PUCALLPA – UCAYALI

Mabel Lazo Arévalo[1]

RESÚMEN

El presente estudio se realizó, con el objetivo de analizar el grado de contaminación de las aguas subterráneas están generando los lixiviados provenientes de sepulturas de cadáveres bajo el suelo en el área de influencia del cementerio general de Pucallpa. Para ello se identificó pozos de agua subterráneas que abastecen a la población colindante del cementerio, es por ello que se procedió a realizar dos análisis a cada uno de los pozos tubulares, para identificar la calidad del agua.

Los análisis físico – químicos del agua, mostraron que los resultados de los pozos tubulares se encuentran por debajo de los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: D.S. N° 031 – 2010 – SA.

Los análisis microbiológicos de los cinco pozos tubulares se encuentran aptos para que pueda ser consumido mediante tratamientos de simple desinfección para el consumo humano, ya que en dos análisis indicaron que se sobrepasan los LMP.

[1] Bachiller en ciencias ambientales. Universidad Nacional de Ucayali
Mabel.lazo.arevalo@hotmail.com

De acuerdo a los resultados granulométricos obtenidos del perfil estratigráfico el 30% está compuesto por arena y el 70% por arcilla.

Palabras clave: Calidad del agua, lixiviado, Aguas subterráneas, granulometría.

ABSTRACT

The present study was conducted with the objective of analyzing the degree of contamination of the groundwater are generating the leachates coming from graves of corpses under the soil in the area of influence of the general cemetery of Pucallpa. For this purpose, we identified groundwater wells that supply the population adjacent to the cemetery, which is why we proceeded to perform two analyzes on each of the tubular wells, to identify the quality of the water.

The physico - chemical analyzes of the water showed that the results of the tubular wells are below the Maximum Permissible Limits (PML) established in the regulation of water quality for human consumption: D.S. N ° 031 - 2010 - SA.

Microbiological analyzes of the five tubular wells are suitable for use by simple disinfection treatments for human consumption, since in two analyzes they indicated that PML were exceeded.

According to the granulometric results obtained from the stratigraphic profile, 30% is composed of sand and 70% by clay.

Keywords: Water quality, leachate, groundwater, particle size.

INTRODUCCIÓN

El agua es uno de los recursos fundamentales para la vida en nuestro planeta, siendo el componente básico de los ciclos ecológicos. La cuestión de la disponibilidad de agua para el consumo humano en el mundo, es un tema que hoy provoca discusión, aunque existe unanimidad en cuanto a la necesidad de su gestión y racionalización. El vertiginoso crecimiento poblacional, que ha

conllevado al excesivo consumo de agua para la producción de bienes y servicios, así como por la contaminación generada, ha comprometido la disponibilidad de ese recurso. La escasez de agua dulce es un factor limitante para el desarrollo regional, pudiendo ser de origen natural cuando las condiciones fisiográficas limitan la disponibilidad del recurso, o ser provocada por el hombre por el desarrollo de sus actividades y por la concentración poblacional en espacios geográficos reducidos (Jorge Espinoza ,2007)

Por lo señalado anteriormente se considera que es importante investigar el tema ya que va a permitir establecer mecanismos apropiados para posibilitar la preservación de los recursos hídricos de nuestro país. Sabemos que cuando más contaminadas estén nuestras fuentes de abastecimiento de agua, mayores inversiones económicas tendremos que realizar para potabilizarlas y más los riesgos a los que estará expuesta no solo la salud de las personas sino las de todos los seres que de ella se nutren (Jorge Espinoza ,2007). En tal sentido el objetivo principal fue determinar el grado de contaminación presente del agua subterránea por lixiviados proveniente de sepulturas de cadáveres ubicados bajo el suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio. El estudio se realizó en los pozos de abastecimiento de agua del Cementerio General de Pucallpa y sus alrededores, los cuales se encuentran ubicados en el Km 5 de la Carretera Federico Basadre, en la provincia de Coronel Portillo, región Ucayali a 154 m.s.n.m., especialmente. Cabe mencionar que el tipo de zonificación es considerado como Peri-Urbana.

Método de la investigación. Según el análisis y alcance de los resultados el tipo de la investigación es experimental porque se determinará en que puntos del área en estudio, y se analizará con que elementos, se está contaminando las aguas subterráneas en los alrededores del cementerio general de Pucallpa, y es de nivel explicativo ya que sabremos porque y cuáles son las causas del fenómeno.

Ubicación de las fuentes de aguas subterráneas utilizadas para consumo humano. Los puntos de muestreo fueron georreferenciados con un GPS Garmin, configurado con el sistema de coordenadas cartográficas WGS 84 (Sistema Geodésico Mundial 1984), con una precisión de 5 metros y se procedió a descargar la información registrada con el GPS y se procedió a insertar las coordenadas en el Google Earth, con un ordenador conectado al internet.

Selección de parámetros. Los parámetros de análisis se seleccionaron de acuerdo al reglamento de la calidad de agua para consumo humano teniendo como parámetros de control obligatorio: Coliformes totales, coliformes termo tolerantes, Bacterias Heterotróficas, turbiedad, color, olor, sabor, pH, cloro residual y pH, temperatura, conductividad, sólidos disueltos totales, alcalinidad, dureza, cloruro, salinidad, nitrato, nitrito y sulfato.

Lugar de análisis de muestras. El análisis de los parámetros físico-químicos y bacteriológicos se efectuó en el laboratorio con los equipos proporcionados por la Empresa Municipal de Agua potable y Alcantarillado de Coronel Portillo (EMAPACOP S.A.)

Toma de muestras. Las muestras para el análisis físico, químico y microbiológico fueron colectadas y preservadas siguiendo la metodología implementada en la NTP 214.005 y la NTP ISO 5667-3.

- **Análisis Físico – Químico:** Antes de ir al campo se realizó el rotulado de los envases para el muestreo, utilizando plumón indeleble, con la finalidad de que no se borre. La información básica registrada en el etiquetado es principalmente: punto de muestreo, hora de muestreo, fecha, nombre del muestreador, tipo de análisis a realizar. Las muestras de agua para los análisis físicos fueron colectadas en frascos de plásticos de 1 L. y preservados a bajas temperaturas en termos con hielo, luego fueron llevadas al laboratorio de EMAPACOP S.A para su inmediato análisis.

- **Análisis microbiológicos.** Antes de ir al campo se realizó el rotulado de los envases para el muestreo, utilizando plumón indeleble, con la finalidad de que no se borre. La información básica registrada en el etiquetado es principalmente: punto de muestreo, hora de muestreo, fecha, nombre del muestreador, tipo de análisis a realizar. Las muestras de agua para los análisis microbiológicos fueron colectadas en frascos de vidrio con capacidad de 1 L. y preservadas a bajas temperaturas en termos con hielo, luego fueron llevadas al laboratorio de EMAPACOP S.A para su inmediato análisis.

- **Análisis granulométrico**: Antes de ir al campo se verificó la cantidad de bolsas para el muestreo. En el momento de la colocación de la muestra de suelo se rotulará cada bolsa con la información básica registrada del etiquetado es principalmente: punto de muestreo, hora de muestreo, fecha, nombre del muestreador, tipo de análisis a realizar. Las muestras de suelo para los análisis granulométricos fueron llevadas al laboratorio de suelo de la UNU para su inmediato análisis.

RESULTADOS

Análisis de Calidad Aguas Subterráneas

Tabla 1. Resultados de los análisis físicos-químicos y bacteriológicos de los pozos muestreados (primera repetición “R1”)

Parámetro	Unidad	Pozo Tubular Manantial	Pozo Tubular Cementerio	Pozo Tubular Jr. Vargas Guerra	Pozo Tubular Pablito	Pozo Tubular Colegio	Muestra alejada AA.HH Nvo Bolognesi	LMP
Coliformes totales	UFC/100 mL a 35º C	0	0	22	0	0	0	< 1,8/100 ml
Coliformes termotolerantes	UFC/100 mL a 44,5º C	0	0	35	0	0	0	< 1,8/100 ml
Bacterias Heterotróficos	UFC/mL a 35ºC	0	2240	144	1	248	0	500
Conductividad	µ S/ cm	238.5	93.2	318.2	150.2	253.6	102	1500
Solidos Disueltos Totales	mg/L	164.6	64.3	219.6	103.6	174.9	71	1000
pH	Valor de pH	7.31	6.73	7.75	6.83	7.57	7.07	6.5-8.5
Temperatura	ºC	31	31	31	31	31	30	ND
Alcalinidad	Mg/L $CaCO_3$	52	56	60	44	60	16	250

Dureza	Mg/L $CaCO_3$	100	80	260	72	140	15	500
Cloruro	Mg/L Cl	17	17	15	12.5	17	5	250
Salinidad	ppt	0.1	0	0.2	0.1	0.1	0	300
Nitrato	Mg/L NO^{-}_{3}	1	1	1	1	1	0	50
Nitrito	Mg/L NO^{-}_{2}	0	0	0	0	0	0	3
Sulfato	Mg/L $SO4^{=}$	1	3	7	6	8	0	250

(*) Límites Máximos Permisibles: DS. N° 031 - 2010 - SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Anexo I y II.

Tabla 2. Resultados de los análisis físicos-químicos y bacteriológicos de los pozos muestreados (segunda repetición “R2”)

Parámetro	Unidad	Pozo Tubular Manantial	Pozo Tubular Cementerio	Pozo Tubular Jr Vargas Guerra	Pozo Tubular Pablito	Pozo Tubular Colegio	Muestra alejada AA.HH Nvo Bolognesi	LMP
Coliformes totales	UFC/100 mL a 35º C	0	0	14	0	0	<1	< 1,8/100 ml
Coliformes termotolerantes	UFC/100 mL a 44,5º C	0	0	22	0	0	<1	< 1,8/100 ml
Bacterias Heterotróficos	UFC/mL a 35ºC	0	2100	153	1	149	0	500
Conductvidad	µ S/ cm	223.4	94	312.1	275.6	242.3	134	1500
Solidos Disueltos Totales	mg/L	154.2	64.9	215.5	190	166.2	93	1000
pH	Valor de Ph	6.85	6.2	7.12	7.17	7.17	7.73	6.5-8.5
Temperatura	ºC	31.3	31.3	31.3	31.3	31.3	30.5	ND
Alcalinidad	Mg/L $CaCO_3$	0	0	0	0	0	0	250
Dureza	Mg/L $CaCO_3$	88	72	132	84	104	82	500

Cloruro	Mg/L Cl	14	17	10.5	10	11	15	250
Salinidad	ppt	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0	300
Nitrato	Mg/L NO^{-}_{3}	1	1	1	1	1	0	50
Nitrito	Mg/L NO^{-}_{2}	0	0	0	0	0	0	3
Sulfato	Mg/L $SO4^{=}$	0	2	8	7	7	0	0.25

(*) Límites Máximos Permisibles: DS. N° 031 - 2010 - SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Anexo I y II.

DISCUSION

Bactereológicos

Coliformes totales, Coliformes termo tolerantes y Bacterias heterotróficas. De acuerdo a los análisis de los parámetros bactereológicos de los pozos que se encuentran dentro del área de influencia del Cementerio General de Pucallpa y la muestra representativa que se encuentra fuera del área de influencia, los resultados muestran que los valores obtenido no sobre pasan el reglamento de calidad de agua para consumo humano de acuerdo al D.S. N° 031-2010-SA, a excepción de la muestra de Pozo Tubular Jr. Vargas Guerra, y el Pozo Tubular del Cementerio, el cual si sobre pasan los LMP.

El grupo de microorganismos coliformes es un indicador de contaminación bacteriana debido a que estos son contaminantes comunes del tracto gastrointestinal tanto del hombre como de los animales de sangre caliente, están presentes en el tracto gastrointestinal en grandes cantidades, permanecen por más tiempo en el agua que las bacterias.(Mireya de Pilar, 2005). La presencia de los Coliformes totales y termotolerantes presentes en el recuento de placas, de debe principalmente a que el acuífero de donde extraen el agua estos pozos, guardan una cierta relación debido a que posiblemente este contaminado o esté siendo influenciado por las sepulturas bajo el suelo.

En tanto las bacterias heterotróficas están presentes en todos los cuerpos de agua y constituyen un grupo de bacterias ambientales. (Dan Kroll 2003). La presencia de bacterias heterotróficas en el recuento de las placas debe a que las muestras del agua subterránea aun no pasaban por el proceso de tratamiento de cloración que se realizan en los tanques de agua de los pozos muestreados. Además cabe la posibilidad de que en los grifos de donde se obtuvo la muestra de agua se encuentre contaminado por estas bacterias ambientales.

Fisico-Quimicos

- **Temperatura.** En la figura 11 se puede apreciar que la temperatura medida en el agua subterránea osciló entre los 31 a 32° C. Estas temperaturas son por lo general es el reflejo de la temperatura media anual del lugar.

- **Conductividad eléctrica**. En la figura 12 se puede apreciar que la Conductividad presente en las muestras de agua de os Pozos de abastecimiento tomadas a los 5 pozos tubulares y a los resultado de la muestra alejada es menor de 1500 µS/cm, valor considerado por el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: DS.N° 031-310-2010SA como máximo admitido para agua potable, estos oscilaron entre 94 y 318.2 µS/cm.

- **Sólidos disueltos totales.** Los resultados muestran que los STD de los pozos muestreados (64.3-219) se encuentran en concentraciones menores a 300 mg/L, los cuales son bajos en referencia a los límites máximos admitidos por el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: DS. N° 031-2010-SA. Los sólidos disueltos totales (SDT) comprenden las sales inorgánicas (principalmente de calcio, magnesio, potasio y sodio, bicarbonatos, cloruros y sulfatos) y pequeñas cantidades de materia orgánica que están disueltas en el agua. Los SDT presentes en el agua de consumo proceden de fuentes naturales, aguas residuales, escorrentía urbana y aguas residuales industriales. Debido a las diferentes solubilidades de diferentes minerales, las concentraciones de SDT en el agua varían considerablemente de unas zonas geológicas a otras (OMS, 2003).

- **Potencial de Hidrogeno (pH).** De acuerdo al resultado obtenido se puede apreciar que los pozos muestreados tienen un pH que oscilaron de 6.2 a 7.75. Estos rangos se encuentran dentro del rango de los valores normales de pH establecidos en el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: DS. N° 031-2010-SA (6.5 a 8.5).

- **Alcalinidad.** En la figura 15 y 16 se puede apreciar que la alcalinidad presente en las muestras de agua de los pozos es menor a 250 mg/L $CaCO_3$, valor

considerado por el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: DS. N° 031-2010-SA como el máximo admitido para agua potable, estos oscilaron entre 16 y 60 mg/L $CaCO_3$. En la mayoría de las aguas naturales la alcalinidad está producida prácticamente por los iones carbonato y bicarbonato aunque, en ocasiones. Otros ácidos débiles como el silícico, fosfórico, bórico y ácidos orgánicos pueden contribuir de forma notable al desarrollo de esta propiedad. El valor de TAC está comprendido por lo común entre 100 y 300 mg/L de $CaCO_3$ mientras el de TA suele oscilar entre 0 y 10 mg/L de $CaCO_3$ (IGME, 2010).

- **Dureza.** En la primera repetición figura 16 se puede apreciar que la dureza presente en las muestras de agua de los pozos alcanzan los rangos de 15 a 260 mg/L $CaCO_3$. En la segunda repetición los valores muestran como resultado de 72 a 132 mg/L $CaCO_3$ tal como se muestra en la figura 27, los resultados de ambas repeticiones son menor a 500 mg/L $CaCO_3$, valor considerado por el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: DS. N° 031-2010-SA como el máximo admitido para agua potable. La dureza de un agua mide la capacidad de ésta para consumir jabón o producir incrustaciones. Aunque en la reacción con jabón para producir compuestos insolubles pueden intervenir Ca. Mg. Fe. Mn. Cu. Ea. Zn. etc. actualmente la dureza se define en términos de contenido en Ca y Mg (dureza total). Menos utilizados son los términos dureza permanente y dureza temporal que representan la parte de la dureza asociada al Cl^- y $SO_4^=$ y la parte asociada a las especies carbónicas. Respectivamente. Al igual que el TA y el TAC la dureza suele expresarse bien en m g / l de $CaCO_3$, bien en grados farenheit (°F). [1 F = 1 O m g /L de $CaCO_3$], (IGME, 2010).

- **Cloruro.** Los resultados obtenidos en la primera y segunda repetición muestran valores entre 5 y 17 mg Cl^+L^{-1}, estos resultados son menores a 250 mg Cl^+L^{-1}, valor considerado por el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: DS. N° 031-2010-SA como el máximo admitido para agua potable. El agua de lluvia puede ser una fuente importante de ion Cl-, pero la

concentración de Cl^- en el agua de lluvia disminuye rápidamente tierra adentro (IGME, 2010).

- **Salinidad.** Los resultados obtenidos en la primera y segunda repetición muestran valores entre 0 y 0.2 ppt, estos resultados son menores a 300 ppt, valor considerado por el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: DS. N° 031-2010-SA como el máximo admitido para agua potable. La alta salinidad está ligada a altas concentraciones de cloruros, sulfatos así como excesiva dureza por la presencia de calcio y magnesio en altas concentraciones. También a mayor salinidad, mayor es la probabilidad de presencia de contaminantes (flúor, arsénico, metales pesados), (FESTA HIDROGEL, 2014).

- **Nitrato.** Los resultados obtenidos en la primera y segunda repetición muestran un valor de 0 - 1 mg/L NO_3^-, estos resultados son menores a 50 mg/L NO_3^-, valor considerado por el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: DS. N° 031-2010-SA como el máximo admitido para agua potable. Los niveles naturales de nitratos en las aguas subterráneas son generalmente muy bajas (típicamente menor de 10 mg/L NO_3^-), Los nitratos generalmente se mueven lentamente en el suelo y las aguas subterráneas: existe un lapso de tiempo de aproximadamente 20 años entre la actividad de contaminación y la detención de contaminantes en el subsuelo y aguas subterráneas (LENNTECH BV, 2015).

- **Nitrito.** Los resultados obtenidos en la primera y segunda repetición muestran que no hay presencia de nitritos en las muestras. En el ambiente nitrito (NO_2^-) generalmente se convierte a nitrato (NO_3^-), lo que significa que nitrito ocurre raramente en aguas subterráneas. El estándar de nitrito N es 1.0 mg/L en el agua potable. Aunque nitrito es muy poco común en aguas subterráneas, es generalmente asumido que casi todo el nitrato más nitrito está en la forma de nitrato (W. Adam Sigler, 2015).
- **Sulfato.** Los resultados obtenidos en la primera y segunda repetición muestran valores entre 0 y 8 mg/L $SO_4^=$, estos resultados son mayores a 0.25 mg/L $SO_4^=$, valor considerado por el reglamento de la calidad de agua para consumo

humano: DS. N° 031-2010-SA como el máximo admitido para agua potable. Los sulfatos sirven como fuente de oxígeno a las bacterias, en condiciones anaeróbicas, convirtiéndose en sulfuro de hidrógeno. Pueden ser producidos por oxidación bacteriana de los compuestos azufrados reducidos, incluyendo sulfuros metálicos y compuestos orgánicos (Catalán Lafuente, 1990).

Resultado del perfil estratigráfico.

De acuerdo a la calicata que se ha realizada a una profundidad de 3 metros se tiene la siguiente descripción:

- El estrato A1 (0.00 a 0.07 m), posee una composición de turba, el cual son suelos altamente orgánicos, producto de la desintegración de restos vegetales (Francisca Guerrero, 1990).
- El estrato A2 (0.07 a 0.25 m), posee una composición de limo orgánico, Las partículas de limo inorgánico se mezclan con partículas muy finas de materia orgánica, algunas todavía visibles, y las materias vegetales. EI color del suelo varía desde el gris claro hasta el muy oscuro. Por lo general, el limo orgánico huele a materia orgánica en descomposición (Fao, 2010).
- El estrato B (0.25 a 0.90 m), posee una composición de arena con arcilla, este tipo de suelo es un suelo compuesto siendo el más predominante la arena (Fao, 2010).
- El estrato C (0.90 a 1.40 m), posee una composición de arcilla de baja plasticidad, este tipo de arcilla contiene materia orgánica muy fina. La arcilla orgánica suele tener un fuerte olor a materia orgánica en descomposición (Fao, 2010).
- El estrato D (1.40 a 3.00 m), posee una composición de arcilla de alta plasticidad, este tipo de arcilla es la parte más fina del suelo y muchas de sus partículas no son visibles incluso bajo el microscopio. Tiene fuertes propiedades de retención para el agua y las sustancias quimi-cas. La mayoría de" las arcillas se pueden reconocer fácilmente ya que al perder agua se agrietan y forman terrones muy duros. La arcilla adsorbe muy lentamente el agua, pero una vez que lo hace, es capaz de retenerla en grandes cantidades y entonces dilatarse hasta alcanzar más del doble de su volumen. La arcilla se

torna muy adhesiva al humedecerse, y cuando se sostiene en la mano, se adhiere a los dedos. Cuando los suelos arcillosos están húmedos se vuelven demasiado adhesivos para trabajarlos y cuando están secos son demasiado resistentes al laboreo (Fao, 2010).

Resultados granulométricos.

De acuerdo al análisis granulométrico realizado a cada estrato del perfil de suelo A1, A2, B, C, y D, se caracteriza por tener mayor proporción de arena media, según el tamaño de partículas retenidas por cada tamiz. Esto indica que la proporción de arena-arcilla es de 80/20.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente a DIOS Todopoderoso por su respaldo en esta investigación ejecutado, en el cual nos permitió pasar por una serie de circunstancias en la cual aprendimos mucho.

A mi familia, por el apoyo y comprensión recibida de parte de ellos en todo este tiempo.

A mi asesor: Ing. Gabriel Mercado Jáuregui; por su guía, trabajo, dedicación y consejo recibido a lo largo de la ejecución de este trabajo.

A las personas e instituciones que nos apoyaron como:

- Universidad Nacional de Ucayali por financiar parte de esta investigación.
- A la Oficina de Control y Calidad de la Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Coronel Portillo, en especial a los señores: Ing. Luis E. Rodríguez Rosas, Ing. Oscar Reyna Garrido y Blgo. Eric Mananita Terrones por brindarme el apoyo en los análisis e interpretación de muestras.
- A la municipalidad Provincial de Coronel Portillo por brindarme la autorización de realizar mis actividades dentro del cementerio.
- Al director de la I.E 65012- William Dyer Ampudia.
- A los dueños de los pozos muestreados por su colaboración ya que con su ayuda, logré terminar este estudio.

Y así a todas las personas no profesionales y profesionales, el cual consulté o pedí apoyo, sin ningún interés.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Ministerio de Comercio Exterior y Turismo. (2010). Estudio de Impacto Ambiental (EIA-sd). Recuperado el 19 de octubre del 2015 de http://www.mincetur.gob.pe/newweb/Portals/0/Turismo/Gestion%20Ambiental/pdfs/EIA-Resumen-Ejecutivo/004.%20EIA-Sd%20YARINACOCHA_Cap_4_Linea_Base_Proyecto.pdf.

2. Dirección general de aguas y suelos del Ministerio de agricultura. (1998). Inventario y evaluación de las fuentes de agua subterránea de la ciudad de Pucallpa y Yarinacocha. Recuperado el 15 de octubre del 2015 de
3. http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/fuente_agua_subterranea_pucallpa_0_0.pdf.

4. Secretaria Distrital de ambiente de la Alcaldía Mayor de Bogotá. (2011). Recurso hídrico subterráneo. Recuperado el 3 de noviembre del 2015 de http://ambientebogota.gov.co/aguas-subterraneas.

5. Fluinamics ingeniería e instalaciones. (2014). Parámetros de calidad de aguas. Recuperado el 3 de noviembre del 2015 de http://fluinamics.com/es/documentacion/tablas/05.PARAMETROS%20DE%20CALIDAD%20DE%20LAS%20AGUAS.pdf.

6. Espinoza, E. (2007). Contaminación de aguas subterráneas por lixiviados provenientes de sepulturas bajo el suelo en el camposanto “Parques del Paraíso” Lurín-Lima: Tesis para optar el grado de magister en ciencias ambientales. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Recuperado el 8 de abril de 2013 de http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/373/1/espinoza_ej.pdf.
7. Ministerio del ambiente. (2013). Normativa. Recuperando el 3 de noviembre del 2015 de

http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/normativa/.

8. Iván Guerrero N. (2005, 27 de julio). El agua. Recuperado el 4 de noviembre del 2015 de http://www.monografias.com/trabajos26/agua/agua.shtml

9. Infojardin. (2002). Definiciones de jardinería, diccionario de botánica y glosario de medio ambiente. Aguas subterráneas-definición. Recuperado el 4 de noviembre del 2015 de http://www.infojardin.net/glosario/agua-freatica/aguas-subterraneas.htm.

10. María P. Collazo. (2012). Manual de aguas Subterráneas. Recuperado el 10 de noviembre del 2015 de http://www.mgap.gub.uy/gxpfiles/mgap/content/audio/source0000000011/AUD0000070000002078.pdf.

11. Yazz Macias. (2014, 15 de septiembre). Coliformes fecales. Recuperado el 15 de noviembre de http://es.slideshare.net/yazmacias/coliformes-fecales-fisiol.

12. Guía para la elaboración de estudios del medio físico- 3ra. Ed. (1991). Contaminación del agua. Recuperado el 15 de noviembre del 2015 de http://www2.medioambiente.gov.ar/bases/glosario_ambiental/definicion.asp?id=75.

13. Miguel Rea. (2015, 19 de octubre). Tribuna de Querétaro. Cadaverina el olor a muerte. Recuperado el 15 de noviembre del 2015 de http://www.tribunadequeretaro.com/index.php/opinion/5605-cadaverina-el-olor-a-muerte

14. Freddy R. Flores. (2014, 24 de abril). Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Granulometría de suelos. Recuperado el 2 de diciembre del 2015 de http://es.slideshare.net/freddyramirofloresvega/granulometria-en-los-suelos.

15. Velazco R. y Minota Z. (2012). Evaluación por contaminación en suelos aledaños a los cementerios jardines del recuerdo e inmaculada. Colombia: Investigación realizada en la Universidad Militar Nueva Granada en Bogotá. Recuperado el 8 de abril del 2013 de http://www.umng.edu.co/documents/10162/1073246/Articulo_11.pdf.

16. Carlos S. (2006). IUSAMBIENTE. La contaminación producida por los cementerios. Recuperado el 8 de abril del 2013 de http://iusambiente.blogspot.com/2006/09/la-contaminacion-producida-por-los.html.

17. José J. Espinoza (2001, Julio). Revista del instituto de investigación Vol. 04 n°08.evaluacion de impacto ambiental de un cementerio tipo parque ecológico. Recuperado el 7 de diciembre del 2015 de www.sisbib.unmsm.edup/bibvirtual/publicaciones/geologia/v04-n8/evaluacion-impacto-ambiental.htm