



## ARTÍCULO ORIGINAL / ORIGINAL ARTICLE

## IMPACTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS GENERADOS POR LAS ACEQUIAS COIS, PULEN Y YORTUQUE DE LA CIUDAD DE CHICLAYO, PERÚ: PROPUESTA DE UN PLAN DE MITIGACIÓN

## SIGNIFICATIVE ENVIRONMENTAL IMPACTS GENERATED BY THE IRRIGATION DITCHES COIS, PULEN AND YORTUQUE OF CHICLAYO'S CITY PERU: PROPOSAL OF A MITIGATION PLAN

Blanca M. Romero G.

Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias.  
Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo - Lambayeque, Perú.  
Correo electrónico: blaneco@hotmail.com

The Biologist (Lima) 8: 150-163.

**ABSTRACT**

Water bodies near urban areas can suffer a steady deterioration by anthropogenic activities that impact the environment. The present research aims to identify and assess the impacts generated by the irrigation ditches Cois, Pulen and Yortuque of Chiclayo's city, Lambayeque, Peru in which were established 12 sampling stations during the months of January to August 2009. The water quality of the irrigation ditches was determined by the standard methods of the APHA-AWWA-WPCF. Air quality was assessed by olfactory perception and landscape by the method of representative subjectivity. The qualitative evaluation of the impacts used the matrix type of Leopold and for the quantitative the method of Fisher-Davis. Based upon the impact levels a proposal of a mitigation plan was generated. It was concluded: 1) The water of the irrigation ditches at present concentrations of BOD<sub>5,20</sub> (Biochemical Oxygen Demand), total and thermotolerant coliforms, metals such as lead, cadmium, 5.20 higher than the MPL (Maximum permitted level) set by the DS-MINAM 002-2008-Peru, is not suitable for crop irrigation, recreational use or as drinking water for animals; 2) The negative environmental impacts of the irrigation ditches on the atmosphere of Chiclayo's city, were valued as significant, very significant and severe; 3) Activities such as dumping domestic waste water, washing of vehicles and the accumulation of solid waste affect the water quality of the irrigation ditches, air quality and the urban landscape.

**key words:** anthropogenic, emanation, impact, monitoring, quality.

**RESUMEN**

Los cuerpos de agua cercanos a las zonas urbanas sufren un deterioro constante por actividades antropogénicas que impactan al ambiente. La presente investigación tiene como objetivo identificar y valorar los impactos generados por las acequias Cois, Pulen y Yortuque de la ciudad de Chiclayo, Lambayeque, Perú, para lo cual se fijaron 12 estaciones de muestreo, durante los meses de enero hasta agosto 2009. La calidad del agua de las acequias se determinó por los métodos estándares de la APHA, AWWA y WPCF; la calidad del aire mediante la percepción olfativa y del paisaje, por el método de subjetividad representativa. Para la valoración cualitativa de los impactos se usó una matriz tipo Leopold, y para la cuantitativa el método de Fisher-Davis. Valorados los impactos se generó una propuesta de un plan de mitigación. Se concluyó que: 1) El agua de las acequias al presentar concentraciones de (Demanda Bioquímica de Oxígeno) DBO<sub>5,20</sub>, coliformes totales y termotolerantes, metales como plomo, cadmio, superiores al LMP (Límite máximo permisible) fijado por el DS 002-2008-MINAM-Perú, no es apta para el riego de cultivos, actividades de recreación ni como bebida de animales; 2) Los impactos ambientales negativos de las acequias sobre el ambiente de la Ciudad de Chiclayo, fueron valorados como significativos, muy significativos y severos; 3) Actividades como vertido de agua residual doméstica, lavado de vehículos y acumulación de residuos sólidos afectan la calidad del agua de las acequias, del aire y del paisaje urbano.

**Palabras clave:** antropogénica, calidad, emanación, impacto, monitoreo.

## INTRODUCCIÓN

La distribución del agua de riego destinada a los campos de cultivo se realiza mediante las acequias o canales, pero cuando estas cruzan zonas urbanas parecen haber llegado al límite de su existencia por la gran contaminación que presentan y que impacta al ambiente (Solsona 2005).

En la ciudad de Chiclayo, Lambayeque, Perú se presentan tres acequias, la Cois, Pulen y Yortuque cuyas aguas están destinadas al uso agrícola y que cruzan la ciudad. Estas se han convertido en basurales por los moradores ubicados a lo largo de su cauce, que las emplean como letrinas y vertederos, originando un deterioro del paisaje urbano, además de la generación de olores nauseabundos y la aparición de vectores y roedores (PNUMA 2008).

Capó (2007) indica que las aguas de riego de baja calidad pueden ser un factor importante de contaminación y muchos cultivos al aprovechar estas aguas, ocasionan un alto riesgo para el suelo y la salud humana (Fipps 2003).

Se ha analizado las aguas de las acequias Cois, Pulen y Yortuque, durante la época de verano e invierno, con concentraciones de coliformes termotolerantes y de metales pesados, superiores a los límites permisibles (Romero 2005).

Más de la mitad de los ríos de la costa peruana con mayor demanda de uso, están severamente contaminados, por sustancias como plomo, arsénico, cianuro, mercurio, hidrocarburos y coliformes termotolerantes, que se encuentran en altos niveles (Payeras 2009). La presente investigación, se realizó para lograr los tres objetivos siguientes: 1) Identificar, valorar

cualitativa y cuantitativamente los impactos ambientales significativos generados por las acequias Cois, Pulen y Yortuque de la Ciudad de Chiclayo, Lambayeque, Perú; 2) Proponer acciones de mitigación para los impactos negativos significativos, y 3) Establecer interrelaciones entre los impactos ambientales y la salud humana de los pobladores de zonas aledañas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El área de estudio se encuentra ubicada en la ciudad de Chiclayo, capital de la provincia de Chiclayo, Región Lambayeque, Perú en las coordenadas UTM N8128385.172; E19741554.450 (Fig. 1). La provincia de Chiclayo está constituida por los distritos de Chiclayo, José Leonardo Ortiz y La Victoria, lugares por los que cruzan las tres acequias. COIS, limita el distrito de José Leonardo Ortiz con Chiclayo; PULEN, entre Chiclayo Histórico y la Urbanización Santa Victoria, YORTUQUE limita Chiclayo y el Distrito la Victoria (Fig. 2).



Figura1. Ubicación de la ciudad de Chiclayo.



Figura 2. Límites de las tres acequias.

### Caracterización del área de influencia

**Características físicas:** La ciudad de Chiclayo, se encuentra a 27 msnm. El relieve del territorio Distrital es llano con ligeras ondulaciones, sus suelos está surcados por una red de canales de riego y drenes (Suyon 2008). El clima es cálido y soleado todo el año, con temperaturas que oscila entre los 17 °C y 25 °C, excepto en el verano, en donde alcanza los 34°C. El régimen de lluvias es escaso durante todo el año, con una precipitación pluvial promedio que varía desde 0,2 mm en la época de invierno hasta 8,8 mm en el verano. Los vientos provienen del sur a una velocidad de 5,1 m·s<sup>-1</sup>, con arrastre de polvo y arenas finas.

**Caracterización del medio biológico:** Las acequias se ubican en una zona mayormente urbana con poca vegetación natural. No se presenta poblaciones de fauna silvestre, salvo la presencia de algunos ejemplares de lagartijas, ratas e insectos. La provincia de Chiclayo corresponde a la Región natural

Costa o Chala y a la Región del Desierto del Pacífico.

### Fases de ejecución del estudio:

- **Primera fase:** selección de estaciones en las acequias (Tabla 1).
- **Segunda fase:** identificación y valorización de los impactos ambientales mediante un monitoreo de la calidad del agua, aire y del paisaje.
- **Tercera fase:** Formulación del plan de mitigación. Se propone acciones de mitigación orientados a disminuir la magnitud del impacto traducido en acciones factibles de ejecutar en el mediano plazo.

### Marco Legal

- La Constitución Política del Perú de 1993: Artículo 2°-22. Toda persona tiene derecho a la paz, a la tranquilidad, al disfrute del tiempo libre y al descanso, así como a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida.
- Ley General del Ambiente (Ley 28611): Artículo I.- Del Derecho y Deber Fundamental; Artículo 65°.- De las políticas poblacionales y gestión ambiental. Artículo 113°.- De la calidad ambiental; Artículo 118°.- De la protección de la Calidad del Aire; Artículo 120°.- De la protección de la calidad de las aguas; 120.1. El rol del Estado.
- Ley General de Residuos Sólidos (Ley 27314): Artículo 14°: del manejo de los residuos sólidos.
- DS 002-2008 -MINAM (Estándares Nacionales de Calidad para Agua).
- Ley de recursos hídricos N°29338: Artículo 83. Prohibición de vertimiento de algunas sustancias.
- Ley General de Salud N° 26842: Artículo 103 y 104.
- Ley Orgánica de Municipalidades N° 27972: Artículo 80. Saneamiento, Salubridad y Salud; artículos 80.1 y 80.1.2.

**Tabla 1.** Localización de las estaciones de muestreo en las acequias Cois, Pulen y Yortuque, Chiclayo, Perú, enero –agosto, 2009.

Código	Estación	Acequia	Coordenadas UTM: huso 17, hemisferio sur
E-1	Av. Jorge Chávez - Av. Nicolás de Piérola	Cois	X=629328.27 Y=9252269.22
E-2	Av. José Balta (Norte) – Av. Castañeda Iparraguirre	Cois	628450.79 9252313.78
E-3	Calle Mórrope - Av. Augusto B. Leguía	Cois	627402.45 9252325.67
E-4	Panamericana Norte - Av. Augusto B. Leguía Le	Cois	626823.15 9252034.92
E-5*	Av. Mariscal Nieto - 6A (Carretera a Pomalca)	Chiclayo	629396.42 9251053.35
E-6	Av. Bolognesi – Av. 28 de julio (P.J. Diego Ferré)	Pulen	629224.92 9250747.49
E-7	Av. Garcilazo de la ve ga - Av. Panamericana Norte	Pulen	628688.90 9250758.29
E-8	Acequia Pulen - Av. Miguel Grau	Pulen	627658.86 9250412.02
E-9	Prolongación Av. Bolognesi - Acequia (Upis La Punta)	Pulen	626933.55 9250578.71
E-10	Calle Baquijano (P.J. Diego Ferré) - Av. Fitzcarrald	Yortuque	629243.50 9250615.54
E-11	Av. Chinchaysuyo - Av. Panamericana Norte / Av. Fitzcarrald	Yortuque	628900.40 9249956.71
E-12	Av. Chinchaysuyo – Av. Miguel Grau	Yortuque	627404.94 9249371.29
E-13	Av. Chinchaysuyo - Urb. Pinos de la Plata / Pj. V. R. Haya de la Torre.	Yortuque	626901.77 9249198.12

\*: Estación E-5, corresponde al canal Chiclayo que da origen a las acequias Pulen y Yortuque; se consideró como referencia.

## Monitoreos

**Monitoreo de calidad del agua:** La calidad del agua de las acequias en las 12 estaciones seleccionadas se determinaron mediante un monitoreo, desde el 21 de enero hasta el 28 de agosto del 2009 en forma mensual.

Las muestras de agua se tomaron siguiendo los procedimientos recomendados por la Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater de la American Public Health Association (APHA 2005), utilizados por el laboratorio de la Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento de Lambayeque (EPSELSA), encargada de los análisis.

Se determinaron los siguientes 10 parámetros de calidad de agua: pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto (OD), DBO5, DQO, aceites y grasas, cadmio, plomo, Coliformes termotolerantes (CTer) y Coliformes Totales (CT).

**Monitoreo de la calidad del aire:** Se procedió a la evaluación de la calidad del aire en las 12 estaciones, mediante la percepción olfativa del Investigador en base a tres categorías de intensidad de olor: fácil, notable y fuerte; así como de encuestas realizadas a los pobladores cuyas viviendas están ubicadas a escasos m de las acequias en dos rubros de percepción olfativa: desagradable y fétido. La encuesta se preparó en base al método del cuestionario con preguntas abiertas relacionadas al impacto ambiental de las acequias, con un tamaño muestral de 860 personas.

**Calidad del paisaje:** Los impactos de las acequias en el paisaje de la ciudad de Chiclayo se determinaron a través de su calidad, mediante el método directo de subjetividad representativa, con encuestas y fotografías como apoyo (Espinoza 2001).

**Valoración de los impactos ambientales:** Se usó el método de matrices de Interacción, causa-efecto, basado en la matriz de Leopold.

Para la valoración cuantitativa se utilizó el método de Fisher-Davis citado por Conesa (1996), como: 1. poco significativo; 2. significativo; 3. muy significativo; 4. Severo; 5. Crítico; y para la valoración cualitativa se asignó Positivo (+) o Negativo (-).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Monitoreo realizado en las acequias

El agua que circula por las acequias Cois, Pulen y Yortuque alimenta a más de tres mil has de cultivo, pertenecientes a los distritos de Pimentel, San José y de la parte oeste de Chiclayo, además, los pobladores de la ciudad y zonas aledañas le dan diversos usos.

**Acequia Cois:** Se encuentra canalizada en gran parte de su recorrido y se observó: 1) Tiendas comerciales de repuestos de automóviles y motocarros, a ambos lados de la acequia; 2) Talleres ambulatorios de reconstrucción y reacondicionamiento de baterías para automóviles, que realizan el lavado de las piezas, desechando sus vertidos a la acequia, y 3) Personas que se dedican al lavado de unidades de transporte liviano (motocars). El aspecto que presenta la acequia es desagradable por la cantidad de residuos sólidos tanto en su interior como en los alrededores (Fig.3).

**Canal Chiclayo:** Da origen a las acequias Pulen y Yortuque y se encontró: 1) Aguas con poca limpieza y gran cantidad de residuos sólidos (Fig. 4); 2) Personas dedicadas al comercio ambulatorio de comida, refrescos y que usan el agua de acequia; 3) Trabajadores informales de la construcción utilizan el agua para su aseo personal y lavado de ropa, y 4) En horas de la noche, tanques cisternas del Concejo Provincial de Chiclayo, que captan el agua, para el riego de parques y jardines.

**Acequia Pulen:** Un gran porcentaje no está canalizada y se observó: 1) residuos sólidos (Fig. 5); 2) Lavado de vehículos, a una cuadra del Paseo Las Musas; 3) Niños y adultos que utilizan el agua para recreación; 4) Ganado y animales de compañía, que utilizan las aguas para beber; 5) Personas que se introducen a la acequia para la captura del "life" *Trichomycterus punctulatus* Valenciennes, 1846 que habita en sus aguas, y 6) Proliferación de zancudos y mosquitos.

**Acequia Yortuque:** No está canalizada en toda su extensión, y se vio: 1) Niños y adultos que utilizan el agua para recreación; 2) Personas dedicadas al comercio ambulatorio de comida, refrescos, y que arrojan desechos (Fig. 6); 3) Ganado y animales de compañía que utilizan el agua para beber; 4) Proliferación de zancudos, mosquitos y roedores; 5) Lavadores de motocarros y automóviles, que han establecido su negocio con el agua de la acequia; 6) Personas provistas de canastas o redes que entran a la acequia para la captura del life *T. punctulatus* que habita en sus aguas; 7) Tricicleros que se aprovisionan del agua de la acequia para actividades de la construcción, llevándolo en baldes y cilindros; 8) En la época que el nivel de las aguas de las acequias Cois, Pulen y Yortuque decrece, éstas permanecen estancadas por la saturación de desechos y generan olores nauseabundos, y 9) Durante la época de limpieza, se procede a retirar grandes cantidades de desechos, los mismos que son colocados en las margenes, conllevando a una pérdida del paisaje.

### Determinación de la calidad del agua de las acequias

Los resultados de los parámetros de calidad del agua de las acequias son presentados en la Tabla 2. El ANDEVA nos indica que hubo diferencias estadísticas significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre las tres acequias para los parámetros:

**Tabla 2.** Parámetros de calidad del agua de las acequias Cois, Pulen y Yortuque, según estación de muestreo; Chiclayo, Perú, enero – agosto, 2009.

	acequia											
	Cois			Pulen					Yortuque			
	E-1	E-2	E-3	E-4	E-6	E-7	E-8	E-9	E-10	E-11	E-12	E-13
<b>pH</b>	7,58	7,89	7,82	7,84	7,82	7,60	7,86	7,85	7,82	7,70	7,80	7,90
X			7,78				7,78				7,80	
DE			0,13				0,12				0,08	
<b>Cond</b> ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ )	406	446	400	382	398	401	387	377	410	429	422	380
X			59,5				28,5				55,00	
DE			27,0				10,96				21,63	
<b>DBO<sub>5,20</sub></b> ( $\text{mgO}_2\cdot\text{L}^{-1}$ )	90,0	31,2	72,0	45,0	24,5	34,3	32,5	23,0	36,0	91,5	40,5	52,0
X			59,55				28,57				5,00	
DE			26,44				5,65				5,24	
<b>DQO</b> ( $\text{mg O}_2\cdot\text{L}^{-1}$ )	145,0	80,6	101,0	68,9	39,4	74,4	57,0	42,0	80,5	155,00	70,0	92,0
X			98,8				52,2				99,3	
DE			33,4				16,1				38,1	
<b>OD</b> ( $\text{mgO}_2\cdot\text{L}^{-1}$ )	8,5	6,6	5,3	6,0	9,0	7,9	8,3	8,8	8,3	7,0	9,2	8,5
X			5,4				8,5				8,2	
DE			1,2				0,4				0,9	
<b>Aceites y grasas</b> ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )	8,50	6,60	5,39	6,00	9,00	7,90	8,30	8,80	8,30	7,00	9,20	8,50
X			0,31				0,22				0,20	
DE			0,02				0,02				0,02	
<b>Cadmio</b> ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ):	0,28	0,23	0,23	0,22	0,20	0,21	0,18	0,19	0,20	0,19	0,23	0,18
X			0,24				0,19				0,20	
DE			0,03				0,01				0,02	
<b>Plomo</b> ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ):	0,19	0,12	0,15	0,12	0,10	0,12	0,10	0,09	0,07	0,10	0,08	0,10
X			0,14				0,10				0,08	
DE			0,03				0,01				0,01	
<b>CT</b> ( $\text{NMP}\cdot 100\text{mL}^{-1}$ )	3,5E	2,7E	2,1E	1,6E	6,2E	2,8E	4,8E	3,4E	3,39E	2,6E	4,5E	5,28E
+05	+05	+05	+05	+05	+04	+05	+04	+04	+04	+05	+04	+04
X			247500				106000				97925	
<b>CTer</b> ( $\text{NMP}\cdot 100\text{mL}^{-1}$ )	6,00E	3,4E	6,0E	5,4E	3,3E	2,8E	3,8E	2,9E	3,0E	4,9E	3,5E	2,58E
+04	+04	+04	+04	+04	+04	+04	+04	+04	+04	+04	+04	+04
X			52000				32000				34950	
DE			123288				4546,0				10093	

X = Promedio. DE = Desviación Estándar. CT = Coliformes totales. Cter = Coliformes Termotolerantes. Cond= Conductividad.



Figura 3. Acequia Cois, estación (E-1).



Figura 4. Canal Chiclayo, estación (E-5).



Figura 5. Acequia Pulen, estación (E-7).



Figura 6. Acequia Yortuque, estación (E-10).

oxígeno disuelto (OD) ( $F = 13,39$ ;  $P = 0,002$ ), aceites y grasas ( $F = 24,77$ ;  $P = 0,0002$ ), cadmio ( $F = 5,34$ ;  $P = 0,02$ ), plomo ( $F = 7,19$ ;  $P = 0,01$ ) y Coliformes termotolerantes (CTer) ( $F = 5,09$ ;  $P = 0,03$ ). En cambio no se observaron diferencias entre las tres acequias para el pH, conductividad eléctrica, DBO<sub>5</sub>, DQO y Coliformes Totales (CT) ( $F = 0,04 - 2,97$ ;  $P = 0,10 - 0,95$ ).

#### Agua de riego

La DBO<sub>5,20</sub> presente en el agua de las acequias fluctúa con valores entre  $23 \text{ mg O}_2 \cdot \text{L}^{-1}$  hasta  $91,50 \text{ mg O}_2 \cdot \text{L}^{-1}$ , lo cual permite catalogarlas como aguas contaminadas tal como refiere Orozco et al. (2003), quienes indican que el agua es contaminada, sí la DBO<sub>5,20</sub> es mayor a  $8 \text{ mg O}_2/\text{l}$ . Cabe señalar que los valores altos

de  $\text{DBO}_5$  correspondieron a las estaciones de muestreo E-1, E-7, E-11 con gran acumulación de residuos. El D.S.002 -2008-MINAM, establece que el  $\text{DBO}_{5,20}$  debe tener como límite permisible  $15 \text{ mg O}_2 \cdot \text{L}^{-1}$  para la Categoría 3: Agua para riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto, valor superado por los resultados. El DQO presentó valores superiores al límite permisible de  $40 \text{ mg O}_2 \cdot \text{L}^{-1}$ .

Con respecto al oxígeno disuelto, concentraciones más bajas correspondieron a las estaciones de muestreo con gran acumulación de residuos sólidos orgánicos en descomposición y donde se presentaron los valores altos de  $\text{DBO}_{5,20}$ , esto se debería a un gran consumo de oxígeno disuelto por la oxidación de la materia orgánica presente en las aguas, en concordancia con Tebbut (1990), quien señala que la presencia de desechos orgánicos en el agua, hace que el oxígeno presente en ella, se consuma rápidamente.

La presencia de aceites y grasas con valores de  $0,18$  a  $0,35 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  se atribuyen a los vertimientos domésticos y del comercio ambulatorio de comida, lavado de vehículos y otros usos que dan los pobladores, siendo el agua de la acequia Cois la más afectada. Las concentraciones de cadmio entre  $0,18$  -  $0,28 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  fueron excesivas al valor de  $0,01 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ , señalado por Helmer & Hespanol (1999) y Fipps (2003), y al valor de  $0,005 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  (límite permisible, D.S. 002-2008-, MINAM, Categoría 3).

Las concentraciones de plomo fueron superiores al valor de permisible de  $0,05 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  (D.S. 002-2008-MINAM, Categoría 3). Estos resultados guardan similitud con los registros de Romero (2005) quien analizó las aguas de las tres acequias del presente estudio durante el periodo mayo 2004-enero 2005, que encontró concentraciones entre  $0,02 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  y  $0,33 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  de plomo para las acequias Cois y Pulen, pero no encontraron niveles detectables de plomo en la acequia Yortuque.

Desde el punto de vista microbiológico el recuento de coliformes totales en el agua de las acequias excedió a  $5000 \text{ NMP} \cdot 100\text{mL}^{-1}$  (Límite Permisible, D.S. 002-2008-MINAM, Categoría 3), su presencia es un indicador de la contaminación del agua por la presencia de organismos patógenos (Metcalf & Eddy 1998). Los coliformes termotolerantes excedieron a  $1000 \text{ NMP} \cdot 100\text{mL}^{-1}$ , límite permisible, para el agua destinada al riego de vegetales de tallo bajo, y a  $2000 \text{ NMP} \cdot 100\text{mL}^{-1}$ , límite permisible, para el agua destinada al riego de vegetales de tallo alto (D.S. 002-2008-MINAM, Categoría 3). El exceso es atribuible al vertido de aguas residuales domésticas por pobladores de las zonas aledañas. Estos resultados confirman lo reportado por Romero (2005), al analizar las aguas de las tres acequias, cuyos valores de coliformes termotolerantes fueron mayores a  $3000 \text{ NMP} \cdot 100\text{mL}^{-1}$ .

#### Agua para recreación

Los altos valores de  $\text{DBO}_5$  en el agua de las acequias y que excedieron a  $5 \text{ mg O}_2 \cdot \text{L}^{-1}$  (límite permisible, D.S. 002-2008-MINAM de Estándares de calidad del agua, para la Categoría 1-B1: Aguas superficiales de uso recreativo de contacto primario), se atribuyen a la gran acumulación de residuos sólidos que se presentaron en las aguas. La concentración de DQO, excedió a  $30 \text{ mg O}_2 \cdot \text{L}^{-1}$  (límite permisible). El agua para recreación debe estar exenta de aceites y grasas, por lo que su presencia en el agua de las acequias puede ocasionar reacciones adversas a la salud humana, específicamente a la piel.

Las concentraciones de cadmio y plomo fueron excesivas al valor de  $0,01 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  (límite permisible). Los criterios de calidad para aguas de recreación están basados en la concentración de coliformes totales y termotolerantes (WHO 2003).

El recuento de coliformes totales y

termotolerantes en el agua de las acequias excedió a 1000 NMP·100mL<sup>-1</sup> y 200 NMP·100mL<sup>-1</sup>, respectivamente, valores establecido por el D. S. 002-2008-MINAM, Categoría 1-B1.

**Agua para bebida de animales**

El DBO<sub>5,20</sub>, en el agua de las acequias excedió a 15 mg O<sub>2</sub>·L<sup>-1</sup> (límite permisible D.S.002-2008-MINAM de Estándares de calidad del agua para la Categoría 3: aguas para bebidas de animales). El DQO excedió a 40 mg O<sub>2</sub>·L<sup>-1</sup> (límite permisible). La concentración de aceites y grasas fue menor a 1mg/l (límite permisible).

La concentración de cadmio en el agua de las acequias fue excesiva al valor de 0,01 mg·l<sup>-1</sup>, la de plomo superior al valor de 0,05 establecido por el D.S. 002-2008-MINAM, Categoría 3.

El recuento de coliformes totales y termotolerantes en el agua de las acequias excedió a 5000 NMP·100mL<sup>-1</sup> y 1000 NMP·100mL<sup>-1</sup>, respectivamente, a los valores establecidos por el D. S. 002-2008-MINAM de Estándares de calidad del agua, para la Categoría 3.

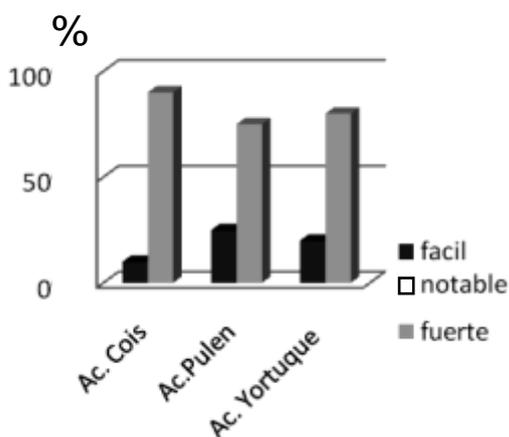


Figura 7. Intensidad de olores en las tres acequias de Lambayeque, Perú. Ac. =Acequia.

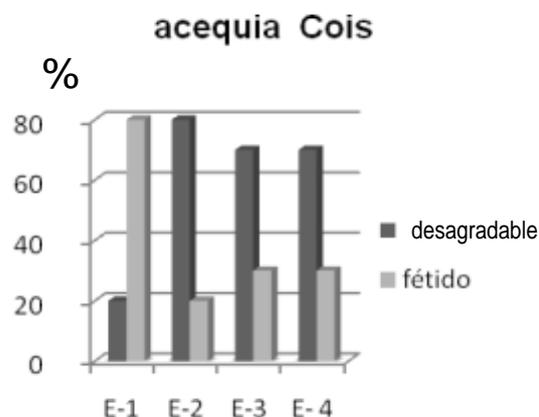


Figura 8. Percepción olfativa por pobladores que habitan cerca a la acequia Cois: Estación 1 a Estación 4. E1 al E4. desagrad. = desagradable.

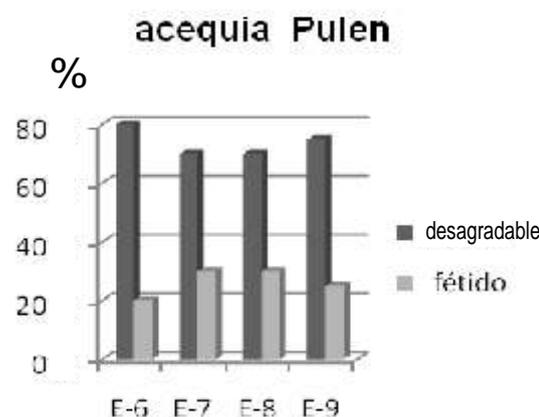
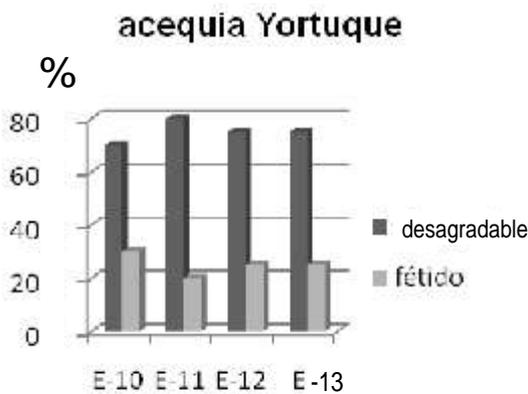


Figura 9. Percepción olfativa por pobladores que habitan cerca a la acequia Pulen: Estación 6 a Estación 9. E6 al E9. desagrad. = desagradable.

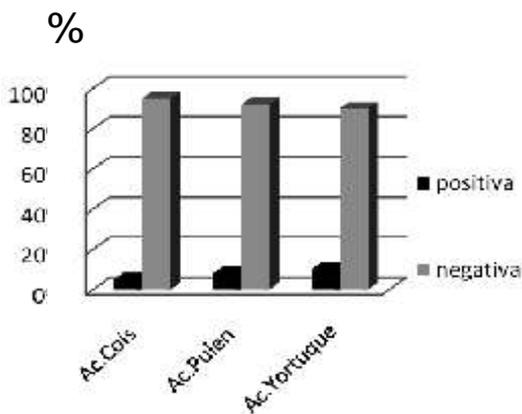
**Monitoreo de la calidad del aire**

La calidad del aire por los alrededores de las acequias Cois, Pulen y Yortuque, es afectada por la emanación de olores desagradables y fétidos debido a la degradación de la materia orgánica presente en sus aguas, con un olor característico a huevos podridos.

**Percepción de olores:** Las Fig. 7 al 10 señalan los resultados de las encuestas y la percepción olfativa de la investigadora para determinar la intensidad de los olores.



**Figura 10.** Percepción olfativa por pobladores que habitan cerca a la acequia Yortuque: Estación 10 a Estación 13. E10 al E13. desagrad. = desagradable.



**Figura 11.** Efecto de las de las tres acequias al Paisaje de la ciudad de Chiclayo.

En la estación E-1 de la acequia COIS, la emanación de olores origina molestias a los pobladores del Pueblo Joven López Albújar, cuyas viviendas están a escasos m de la acequia, el cauce es más superficial y a menudo se observa gran cantidad de desechos en las aguas.

En la acequia Pulen, entre las estaciones E- 6 y E-7, se encuentran los Centros Comerciales

(Real Plaza) - Tiendas (Saga) y el supermercado Tottus, por la que el público que concurre a estos centros comerciales expresa su molestia, sobre todo cuando las aguas están estancadas.

En la Acequia Yortuque, estación E-10, ubicada frente al Pueblo Joven Diego Ferré y al Aeropuerto José Quiñones González, los vecinos muestran su disconformidad por los olores percibidos.

De las tres acequias, la mayor percepción de olor fétido es la acequia Cois, causando una degradación de la calidad del aire.

### Monitoreo de la calidad del paisaje

Según la percepción visual del investigador y las encuestas realizadas a los pobladores de la ciudad de Chiclayo, las acequias contribuyen de manera negativa al paisaje urbano (Fig. 11).

La acumulación de la basura en el interior y exterior de las acequias Cois, Pulen y Yortuque, con la aparición de moscas, cucarachas, roedores, afecta la imagen y la estética de la Ciudad de Chiclayo, acentuándose más cuando se procede a la limpieza de las mismas, con la consiguiente acumulación de lodo y desechos a ambos lados de las acequias. Esta situación contradice al artículo 2°- 22 de nuestra Constitución Política del 1993 y del artículo I de la Ley General del Ambiente (Ley 28611). Al respecto, Helmer & Hespagnol (1999), refiere que los olores fuertes, los residuos sólidos y otros contaminantes puede crear condiciones repelentes estéticos para los usos recreativos del agua y reducir el atractivo visual.

### Salud Pública

Las acequias no cuentan con barreras de protección lo que constituye un peligro, porque se originan focos infecciosos de zancudos y mosquitos, que representan un riesgo para la salud de la población.

Cabe señalar que cuando se realizaron las

encuestas, los pobladores se mostraron muy renuentes a contestar en lo concerniente a problemas de salud por contacto con las aguas de las acequias; durante el recorrido por la acequia Pulen y Yortuque, se observó algunos casos aislados, como irritación de piel, enrojecimiento de los ojos y otitis en niños que se bañaron en aguas de las acequias, pero que no concurren a ningún centro de salud, y que solo se trataron con remedios caseros.

La contaminación presente en las acequias Cois, Pulen y Yortuque constituyen uno de los problemas ambientales más críticos en el medio urbano de la ciudad de Chiclayo. Los impactos ambientales generados por las acequias Cois, Pulen y Yortuque son negativos, los que fueron valorados, como significativos, muy significativos y severos. Actividades como vertido de agua residual domestica, lavado de vehículos y acumulación de residuos sólidos afectan la calidad del agua de las acequias, calidad del aire por la emanación de olores desagradables y fétidos con la pérdida de la calidad del paisaje urbano. El agua de las acequias Cois, Pulen y Yortuque al presentar niveles elevados de DBO, metales como plomo, cadmio, coliformes totales y termotolerantes, no son aptas para el riego de cultivos, actividades de recreación y bebida de animales.

### **Identificación y valoración de los impactos ambientales**

Actividades como: i) vertido de agua residual domestica, ii) lavado de vehículos, iii) acumulación de residuos sólidos, impactan negativamente en el suelo, agua, flora, aspectos poblacionales de recreación, calidad de vida y salud, paisaje, y respecto a su valoración destacan los significativos, muy significativos y severos (Tabla 3).

### **Propuesta de un plan de mitigación**

**Objetivo:** Proponer acciones destinadas a

minimizar los impactos ambientales negativos generados por las acequias Cois, Pulen y Yortuque de la Ciudad de Chiclayo.

### **Estrategias y actividades:**

- Promover una cultura ambiental por medio de campañas de educación sanitaria y ambiental masivas a la población de Chiclayo y los distritos aledaños. La competencia es de las Municipalidades y organismos regionales de Educación y Salud.
- Eliminar las fuentes contaminantes que es competencia de las Municipalidades, responsabilidad que se asigna en base de la Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades, del año 2003, en su artículo 80.1 que indica la importancia de regular y controlar el proceso de disposición final de desechos sólidos, líquidos y vertimientos industriales en el ámbito provincial.
- Culminar con la erradicación de viviendas ilegales establecidas muy cerca de las acequias;
- Desarrollo de los planes integrales de gestión ambiental de residuos sólidos PIGARS a nivel Municipal deberá concretarse con acciones articuladas.
- Coordinación en la limpieza de las acequias que se deberá realizar de manera periódica y concertada con Instituto de Defensa Civil (INDECI-LAMBAYEQUE), y la participación de los representantes de las Municipalidades de Chiclayo, José Leonardo Ortiz y La Victoria, así como la Junta de Usuarios del Valle Chancay-Lambayeque y Dirección Regional de Agricultura.
- Mediante una Ordenanza los alcaldes de Chiclayo, La Victoria y Leonardo deberán prohibir y establecer sanciones para quienes arrojen residuos sólidos y realicen lavado de

**Tabla 3.** Matriz de impactos ambientales cualitativos y cuantitativos generados por las acequias Cois, Pulen y Yortuque, Chiclayo, Lambayeque, Perú, enero-agosto, 2009.

Factores Ambientales	Impactos ambientales											
	ACEQUIA COIS				ACEQUIA PULEN				ACEQUIA YORTUQUE			
	Vertido Agua Residual Domestica	Lavado de vehículos	Residuos Sólidos	Vertido Agua residual domestica	Lavado de vehículos	Residuos Sólidos	Vertido Agua residual domestica	Lavado de vehículos	Residuos Sólidos	Vertido Agua residual domestica	Lavado de vehículos	Residuos Sólidos
<b>1. Suelo</b>												
1.1 calidad			-2			-2				-2		-2
1.2 contaminación			-3			-3				-3		-3
2.1 calidad física			-3			-3				-3		-3
2.2.2 calidad química	-3	-4	-3	-3	--4	-4	-3	--3	-3	--3	-3	-3
2.3 calidad microbiológica	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3
3. Aire												
3.1 calidad	-4	-2	-3	-4	-2	-3	-4	-2	-3	-4	-2	-3
3.2 nivel de olores	-2		-2	-2		-2	-2		-2		-2	-2
4. Fauna												
4.1 peces	-3		-4	-3		-3	-3		-3		-3	-3
4.2 insectos	-2		-2	-2		-2	-2		-2		-2	-2
5. Flora												
5.1 cultivos	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3
5.2 plantas acuáticas	-3		-3	-3		-3	-3		-3		-3	-3
6. Población												
6.1 Actividades recreación												
Baños												
6.2. Aspectos humanos												
6.2.1 calidad de vida	-3		-2	-3		-3	-3		-3		-3	-3
6.2.2 salud	-2		-2	-2		-2	-2		-2		-2	-2
7. Paisaje												
Vista panorámica	-4		-4	-4		-4	-4		-4		-4	-4

Para la valoración cuantitativa se utilizó el método de Fisher-Davis citado por Conesa (1996), como: 1. poco significativo; 2. significativo; 3. muy significativo; 4. Severo; 5. Crítico; y para la valoración cualitativa se asignó Positivo (+) o Negativo (-).

vehículo en las acequias.

- Construcción de una valla perimetral que evitará se sigan vertiendo a las acequias residuos sólidos y lavado de vehículos.
- De manera inmediata se debe concluir la canalización y revestimiento de las acequias en los tramos que aún faltan, para evitar la erosión del suelo, acumulación de lodo y el riesgo de contaminación de los acuíferos, pues la napa freática de la ciudad de Chiclayo es elevada.
- Realizar monitoreos trimestrales de la calidad del agua de las acequias, la competencia es de la Dirección Regional de Salud-Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental (DESA).
- Descontaminación de las aguas, por lo que se realizaran estudios técnicos para el tratamiento de las aguas de las acequias, antes de ser utilizadas al riego de cultivos.
- Mejora de la calidad paisajística de la ciudad de Chiclayo mediante un programa de arborización a mediano plazo, en las márgenes de las acequias, labor que compete a los alcaldes de Chiclayo, José Leonardo Ortiz y la Victoria.
- Los medios de comunicación deben asumir un rol educativo hacia la población destinada a recuperar la cultura del agua y las acequias limpias.

#### AGRADECIMIENTOS

A mi asesor de Tesis para optar el Grado Académico de Doctor en Ciencias Ambientales, Ántero Vásquez García.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA), Water Pollution Control Federation (WPCF). 2005. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 21<sup>st</sup> Ed., Washington, Public Health Association. 1368 p.
- Capó, M. 2007. *Principios de ecotoxicología. Diagnostico, tratamiento y gestión de medio ambiente*. Ed. Tebar. España. 320 p.
- Conesa, V. 1996. *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. 3<sup>era</sup> Ed., Ed. Mundi - Prensa. España. 412 p.
- Espinoza, G. 2001. *Fundamentos de evaluación de impacto ambiental*. Santiago-Chile, Banco Interamericano de Desarrollo (BID) -Centro de Estudios para el Desarrollo (CED). 200 p.
- Helmer, R. & Hespanol, I. 1999. *Control de la contaminación del agua*. Lima, CEPIS, OPS, OMS. 546 p.
- Fipps, G. 2003. *Irrigation water quality standards and salinity strategies. Management*. Texas Cooperative Extension. B-1667. Disponible en: <http://lubbock.tamu.edu/irrigate/documents/2074410-b1667.pdf>. Accesado el 10 de julio 2009.
- Metcalf & Eddy. Inc. 1998. *Ingeniería de aguas residuales*. Volumen I, 3<sup>era</sup> Ed. Ed. Mc. Graw-Hill. España. 506 p.
- Ministerio del Ambiente (MINAM). 2008. Decreto supremo: N° 002-2008-MINAM: *Estándares ambientales de calidad ambiental para el agua*. Disponible en: [http://www.minam.gob.pe/dmdocuments/ds\\_002\\_2008\\_eca\\_agua.pdf](http://www.minam.gob.pe/dmdocuments/ds_002_2008_eca_agua.pdf). Accesado el 02 de marzo del 2009.
- Orozco, C.; Pérez, A.; González, M.; Rodríguez, F. & J. Alfayate. 2003. *Contaminación ambiental una visión desde la química*. Ed. Thompson. España.

- Payeras, A. 2009. *Parámetros de calidad de las aguas*. Disponible en: <http://www.bonsaimenorca.com/.../Parámetros-de-calidad-del-agua-de-riego.html>. Accesado el 16 de febrero 2009.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), CONAM, Gobierno Provincial de Chiclayo (2008). *Perspectivas del medio ambiente urbano*. GEO Chiclayo. Primera edición, Chiclayo, PNUMA. 155 p.
- Romero, B. 2005. *Influencia de la actividad antropogénica en la calidad de las aguas de las acequias Cois, Yortuque y Pulen*. [Informe de Investigación]. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Facultad de Ingeniería Química-Lambayeque. 30 p.
- Solsona, F. 2005. *Gestión estratégica de la calidad del agua*. Libro de resúmenes del IV Simposium Internacional de Ingeniería Química, CIP-Lima.
- Suyon, G. 2008. *Actualización del inventario de la infraestructura de riego en el subsector de riego - Chiclayo*. Tesis Título de Ingeniero Agrícola. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo-Lambayeque.
- Tebbutt, T. 1999. *Fundamentos de Control de Calidad del Agua*. 6ta. ed. Ed. Limusa. México. 240 p.
- World Health Organization (WHO). 2003. *Guidelines for safe. Volume 1: recreational waters environments coastal and freshwaters*. 1219 p.

Fecha de recepción: 24 de agosto del 2010.  
Fecha de aceptación: 28 de diciembre del 2010.