

APORTE SANTIAGUINO

Revista de Investigación

Volumen 6 n.º 1, enero – junio 2013

*Ciencia,
cultura,
tecnología
e innovación*



Huaraz, Perú



ARTÍCULOS ORIGINALES

- Comportamiento epidemiológico de pacientes reincidentes intoxicados por plaguicidas en el Hospital de Barranca, enero 2000-diciembre 2010. [Epidemiological behavior of recidivist patients poisoned by pesticides in Barranca Hospital, January 2000-December 2010]..... 9
Elizabeth Paredes C., Augusto Olaza M., Yuliana De la Cruz R., Carmen Alvarado Z.
- Conocimientos de los efectos secundarios del acetato de medroxiprogesterona en usuarias del Hospital Víctor Ramos Guardia, Huaraz-2011. [Knowledge of the side effects of users medroxyprogesterone acetate in Víctor Ramos Guardia Hospital, Huaraz-2011.]..... 18
Marcelo Arotoma O., Magna Guzmán A., Olga Cayra S., Angel Mendoza L., Willy Córdova C.
- El concepto de la renta económica para evaluar el éxito empresarial en la Región Ancash: casos de empresas comerciales, producción y servicios, año 2010. [The concept of income for economic evaluate business success in the Ancash Region: cases of commercial, production and services, year 2010]..... 24
Nelson Cruz C., William Ojeda P.
- Uso de indicadores ambientales para la evaluación de la zona contaminada en la Planta de Tratamiento Santa Rosa de Jangas. [Use of environmental indicators for the evaluation of the contaminated zone in the Treatment Plant Santa Rosa of Jangas]..... 33
Aldo Tarazona M., Luis Torres Y.
- Determinación de la cantidad de radiación solar incidente en paramentos verticales en $W/m^2h^{\circ}C$ en diferentes direcciones a partir de la radiación horizontal incidente en la ciudad de Huaraz – Perú. [The radioactive quantity's determination soling incidental in vertical wall fronts in W/m^2h , starting from the horizontal radiation incident in town of Huaraz – Perú]..... 43
Miguel Corrales P., Víctor Villegas Z.
- Factores de riesgo relacionados al abandono de métodos anticonceptivos artificiales - Centro de Salud Monterrey - Huaraz, 2012. [Risk factors related to the abandonment of artificial contraceptive methods in Monterrey Health Center - Huaraz, 2012]..... 54
Augusto Olaza M., Yuliana De la Cruz R., Víctor Olaza M.

Análisis de investigaciones enfocadas en las vivencias de las madres adolescentes: una mirada cualitativa desde la crisis situacional, año 2013. [Analysis of research focused on the experiences of teenage mothers: a qualitative look from situational crisis, 2013].	66
<i>Mistral Carhuapoma A., Gabriela Samillan Y., Carmen Alvarado Z.</i>	
Impacto del funcionamiento de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo" en el desarrollo de Barranca y zonas de influencia. [Impact the operation of the National University "Santiago Antúnez de Mayolo" in the development of Barranca and hinterlands].	75
<i>Eberth Valverde V., Elmer Gutiérrez L.</i>	
Competitividad y facilidad de hacer negocios: comparaciones relativas para Latinoamérica. [Competitiveness and ease doing business: relative comparisons in Latin America].	86
<i>Carlos León D.</i>	
<i>Parepitragus pulverulentus</i> and <i>Epitragopsis olivaceus</i> (Coleoptera: Tenebrionidae) in an ecological olive grove (<i>Olea europaea</i> L.) in the central coast of Peru. [<i>Parepitragus pulverulentus</i> y <i>Epitragopsis olivaceus</i> (Coleoptera: Tenebrionidae) en un olivar ecológico (<i>Olea europaea</i> L.) en la costa central del Perú].	98
<i>Miguel Anteparra P., Inés Redolfi P., Consuelo Arellano U.</i>	
Factores de riesgo asociados a la parasitosis intestinal en niños de una comunidad rural, Chiclayo – Perú. [Factors of risk associated with the intestinal parasitic in children in a rural community, Chiclayo – Peru].	108
<i>Nancy Malca T., Víctor Alvitres C.</i>	

ENSAYOS

Análisis epistemológico de la matriz de consistencia y la operacionalización de variables. [Epistemological analysis matrix consistency and operationalization of variables].	121
<i>Ernesto Hashimoto M.</i>	
Humanismo y Medicina. [Humanism and Medicine].	133
<i>Ciro Maguiña V.</i>	

OPINIÓN

Cambio climático, salud pública y enfermedades infecciosas. [Climate change, public health and infectious diseases].	140
<i>Douglas López de G., Jaime Salazar V., Janeth Vera G., Julio Menacho L.</i>	

Uso de indicadores ambientales para la evaluación de la zona contaminada en la Planta de Tratamiento Santa Rosa de Jangas

Use of environmental indicators for the evaluation of the contaminated zone in the Treatment Plant Santa Rosa of Jangas

Aldo Tarazona M.^{1a}, Luis Torres Y.^{1a}

RESUMEN

La Planta de Tratamiento Santa Rosa de Jangas de la Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo” está emplazada en la localidad de Jangas, en 2,60 ha de superficie. En este estudio se evaluó la fragilidad de este ecosistema haciendo uso de indicadores ambientales. Las variables fueron elegidas bajo la consideración de ser indicativas del comportamiento del sistema biofísico seleccionado, evaluación a través de la cobertura vegetal (densidad poblacional, cobertura, vigor, abundancia relativa e índice de dominancia); índices fisicoquímicos (pH y conductividad eléctrica), índices químicos (concentración total de plomo, zinc y cobre) e índice toxicológico mediante bioensayo con *Allium cepa* (cebolla). El estudio de la zona perturbada se hizo en 05 estaciones en el componente suelo y 04 en el componente agua. Los datos se sometieron a análisis de tendencia y correlaciones mediante funciones polinomiales entre las diferentes variables. Las zonas impactadas revelan menor densidad poblacional en la cobertura vegetal, perturbación del pH y conductividad eléctrica así como concentración de Zn y Pb; la toxicidad es más evidente en el componente suelo cerca de la relavera. La presente investigación es de tipo aplicativo y explicativo de acuerdo a su fin y técnica de contrastación respectivamente.

Palabras clave: Indicadores ambientales; Fragilidad ambiental; Sistema biofísico; Relaves mineros.

ABSTRACT

Treatment Plant Santa Rosa of Jangas of “Santiago Antúnez de Mayolo” University is located in Jangas, on 2,60 ha of land. We evaluated the ecosystem fragility using environmental indicators. The variables were chosen under the consideration of being indicative of the behavior of the biophysical system selected, evaluation developed through the vegetable coverage (density, cover, strength, relative abundance and diversity indicator) physicochemistry index (pH and electric conductivity); chemical index (lead, zinc and copper total concentration); and toxicology index through or *Allium cepa* (onion) test. The study of the disturbed zone was done in five soil component and four water component. The land dates were evaluated through tendence, correlation by means of polynomial functions between variables. The affected areas show lower density of vegetable cover, pH perturbation, electrical conductivity as well as total Zn and total Pb concentration. The soil toxicity was higher in the nearest area of the relave deposit. The present investigation is a type applicative and explanatory in agreement to his end and technology of contrastation respectively.

Key words: Environmental indicators; Environmental fragility; Byophysic system; Mine wastes.

¹ Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Metalurgia, Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo”.

^a Ingeniero de Minas.

INTRODUCCION

En la actualidad, cuando los escenarios naturales se caracterizan por afrontar problemas de modificación en composición y configuración, debido al incremento de actividades industriales y la implementación de sistemas de producción con eficiencia económica, es de referir una potencial descompensación en el corto plazo entre la oferta y la demanda de los recursos naturales. Considerando que el tratamiento de toda unidad natural implica la evaluación de su estado, cabe destacar la necesaria utilización de medios de control o indicadores y referencias descriptivas o índices, bajo la consideración de la representatividad y simplificación, de modo que se pueda conocer rápidamente la susceptibilidad o vulnerabilidad a la contaminación de la categoría ambiental elegida. Consideraciones relacionadas con la sensibilidad, distribución adecuada, facilidad y economía de medición, susceptibilidad a la evaluación continua y capacidad de diferenciación entre los ciclos naturales e inducidos, representan la caracterización que corresponde a los indicadores e índices participantes en todo sistema natural.

En la Planta de Tratamiento Santa Rosa de Jangas, el principal problema es el deterioro de la zona como consecuencia de su actividad. Se ha considerado la siguiente descripción en atención a los atributos primarios que posee todo ecosistema para la selección de los indicadores ambientales. Así tenemos: Nivel: comunidad, Composición: identificación de especies e índices relevantes, Estructura: dominio de especies e índices y Función: perturbación interactiva.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la evaluación del grado de fragilidad del ecosistema influido por la Planta de Tratamiento Santa Rosa de Jangas, se ha desarrollado la investigación en el escenario tipológico definida como aplicada y explicativa, la cual implica la manipulación de variables en condiciones de riguroso control,

caracterización promotora del empleo del diseño de investigación de validación interna propio de un diseño experimental. Para el caso se aplica el denominado diseño clásico con post prueba y grupo de control. En el contexto señalado se ha considerado el uso de indicadores ambientales compatibles con aspectos biofísicos del ecosistema inmerso, así como los componentes suelo y agua. Geográficamente la zona de estudio se ubica en la Provincia de Huaraz, Distrito de Jangas. La zona tiene una topografía aparente para los propósitos industriales de la unidad de beneficio. El 80% de la superficie empleada está ocupado por las instalaciones de procesamiento físico y químico, así como instalaciones de acumulación de material residual o relave producido. La Planta de Tratamiento Santa Rosa produce 1050 ton de concentrados de Pb y Zn al mes, generando sólidos marginales en el orden de 300% de los concentrados producidos, de ahí la percepción de la magnitud del presente problema de contaminación ambiental por actividad industrial, vinculada al beneficio de minerales sulfurados. Los indicadores e índices seleccionados para la evaluación de los componentes suelo y agua en la zona materia de investigación, comprenden la siguiente caracterización:

- **Biológicos:** Los principales indicadores conformantes de las poblaciones evaluadas en la unidad natural elegida comprenden las especies cardosanto, amor seco, cortadera, cojón del diablo, chamana, trébol amarillo, kikuyo, molle, ñahuipashtaq, retama, chincho y trébol, en lo que se refiere a la flora. El comportamiento florístico se evaluó a través de los siguientes índices: densidad poblacional, cobertura, vigor o comportamiento, abundancia relativa e índice de dominancia.
- **Físico - Químicos:** Por su influencia y dominio sobre otros factores en el medio, suelo y agua, se incorporaron variables físico-químicas, que fueron evaluadas a través de los índices pH y conductividad eléctrica.

Químicos: En este caso se hizo la evaluación del comportamiento de la presencia de metales pesados tanto en el componente suelo como en el componente agua, a través de la evaluación de la concentración de Pb total, Cu total y Zn total.

Toxicológicos: Para la evaluación toxicológica de la zona con influencia industrial, se empleó como indicador por su probada sensibilidad a la cebolla (*Allium cepa* L.), alteración y modificación percibida e interpretada a través del índice toxicológico.

Las estaciones de muestreo elegidas comprendieron un conjunto de 09 puntos distribuidos de la siguiente manera: fuera, próximos y dentro del depósito de relaves o instalación de deposición de material residual producido.

• **Componente suelo:**

M1 (216,520.00; 8'961,065.00) m al N de la propiedad.

M2 (216,766.00; 8'961,012.00) m al E de la propiedad.

M3 (216,748.00; 8'960,934.00) m al S de la propiedad.

M4 (216,650.00; 8'960,967.00) m en la relavera.

M5 (216,561.00; 8'960,984.00) m al W de la propiedad.

• **Componente agua :**

M6 (216,619.00; 8'960,905.00) m canal Chancarmayo.

M7 (216,642.00; 8'961,018.00) m descarga final.

M8 (216,555.00; 8'961,093.00) m aguas abajo RS.

M9 (216,740.00; 8'961,030.00) m aguas arriba RS.

RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos en campo y el análisis de los mismos, buscando la relación entre los componentes del

ecosistema y el nivel de perturbación de la Planta de Tratamiento Santa Rosa de Jangas sobre estos componentes.

Componente Suelo:

Para el suelo la información sistematizada arrojó los siguientes resultados:

a) Tendencias:

- Índice: Densidad poblacional.
Clase: Biológica.
Indicadores: Trébol, chamana, retama, cortadera y cardosanto.
- Índice: Toxicidad.
Clase: Fisiológico.
Indicador: Cebolla.
- Índice: Conductividad eléctrica.
Clase: Físico- Químico.
Indicador: Variables físico-químicas.
- Índice: Concentración de Cu total.
Clase: Químico.
Indicador: Presencia de metales pesados.

Los índices acotados representan la descripción más relevante del grado de perturbación de la zona.

b) Correlaciones:

- Índice independiente: Conductividad eléctrica.
Índice dependiente: Abundancia relativa.
Índice dependiente: Concentración de Pb total.
- Índice independiente: pH.
Índice dependiente: Abundancia relativa.
Índice dependiente: Concentración de Cu total.
- Índice independiente: Toxicidad.
Índice dependiente: Cobertura.
Índice dependiente: Concentración de Zn total.

Los índices dependientes señalados, son los más relevantes para el análisis de comportamiento indirecto según su grado de sensibilidad en zonas perturbadas.

Componente Agua:

La información sistematizada para el componente agua del ecosistema elegido, mostró los siguientes resultados:

a) Tendencias:

Condición: Influencia industrial al canal de riego

- Índice: pH.
Clase: Físico–Químico.
Indicador: Variables físico-químicas.
- Índice: Toxicidad.
Clase: Fisiológico
Indicador: Cebolla.
- Índice: Concentración de Zn total.
Clase: Químico.
Indicador: Presencia de metales pesados.

Condición: Influencia industrial sobre el río Santa

- Índice: pH.
Clase: Físico–Químico.
Indicador: Variables físico-químicas.
- Índice: Toxicidad.
Clase: Fisiológico.
Indicador: Cebolla.
- Índice: Concentración de Zn total.
Clase: Químico.
Indicador: Presencia de metales pesados.

Los índices e indicadores ambientales descritos representan los parámetros más relevantes del componente agua y su alteración debido a la actividad industrial en la zona.

DISCUSION

La zona evaluada se caracteriza por reportar una mayor proporción de flora en las estaciones de control ubicadas en el entorno de la “cancha” de relave (M5= 41.74%, M1= 23.31% y M2= 22.12%), que en las más próximas (M3= 9.72% y M4= 3.12%), evidenciando fragilidad en las zonas relaveras y la parte sur de la misma.

Las aguas del río Santa son las más afectadas, comparadas con las aguas del canal de riego Chancarmayo, fundamentalmente en las variables pH, conductividad eléctrica, toxicidad, concentración de Zn total y concentración de Pb total.

El análisis del componente suelo en el entorno y relavera de la planta de tratamiento, permitió precisar los siguientes indicadores:

INDICADORES: Especies Biológicas

- Índice: Densidad Poblacional
Indicadores sin capacidad de adaptación : 05
Indicadores con capacidad de adaptación : 01
- Índice: Cobertura
Indicadores sin capacidad de adaptación : 03
Indicadores con capacidad de adaptación : 02

- Índice: Vigor
 - Indicadores sin capacidad de adaptación : 03
 - Indicadores con capacidad de adaptación : 02
- Índice: Abundancia Relativa
 - Indicadores sin capacidad de adaptación : 04
 - Indicadores con capacidad de adaptación : 05
- Índice: Dominancia
 - Indicadores biológicos: Tendencia a inestabilidad.

Del conjunto, la densidad poblacional y abundancia relativa representan los índices más “firmes” para la evaluación del comportamiento de indicadores, correspondiendo al trébol, cardosanto y cortaderia como los más sensibles o no adaptables a zonas perturbadas.

- INDICADORES: Variables físico-químicas.
 - Índice: Conductividad eléctrica; tendencia a aumentar.
 - Índice: pH; tendencia a disminuir.
- INDICADORES: Allium cepa.
 - Índice: Toxicidad; tendencia a aumentar.
- INDICADORES: Presencia de metales pesados.
 - Índice: Concentración de Cu total; Tendencia a aumentar.
 - Índice: Concentración de Zn total; Tendencia a disminuir.
 - Índice: Concentración de Pb total; Tendencia a disminuir.

Del conjunto, la conductividad eléctrica, toxicidad y pH, comprenden los índices más representativos del comportamiento del componente suelo.

Los indicadores del recurso agua, en este caso definen las características del recurso en el canal de riego Chancarmayo y del río Santa. Debido a la influencia que ejerce la actividad industrial de la planta de tratamiento de minerales, del análisis correspondiente se pudo obtener lo siguiente:

CONDICION : Influencia industrial sobre el canal de riego Chancarmayo y el río Santa.

- INDICADOR: Variables físico-químicas.
 - Índice: pH; tendencia a disminuir.
 - Índice: Conductividad eléctrica; tendencia a disminuir.
- INDICADOR: Allium cepa.
 - Índice: Toxicidad; tendencia a disminuir.
- INDICADOR: Presencia de metales pesados.
 - Índice: Concentración de Zn total; tendencia a disminuir.
 - Índice: Concentración de Cu total; tendencia a aumentar.
 - Índice: Concentración de Pb total; tendencia a disminuir.

Del conjunto, tanto para el canal de riego Chancarmayo como para el río Santa, los índices de pH, concentración de Zn total y concentración de Cu total, comprenden los índices más representativos del comportamiento del componente agua, correspondiendo al recurso hídrico del río Santa como el más sensible a alteración por actividad industrial.

En el componente suelo, se encontraron correlaciones significativas entre la densidad poblacional, abundancia relativa concentración de plomo total vs. conductividad eléctrica; también abundancia relativa, vigor y concentración de cobre total vs. pH; así como cobertura, vigor y concentración de zinc total vs. toxicidad.

Para el caso del componente agua del ecosistema evaluado, las correlaciones más efectivas fueron entre la concentración de Pb total vs conductividad eléctrica; concentración de Cu total y concentración de Zn total vs pH; así como concentración de Cu total y concentración de Pb total vs toxicidad.

Con respecto a la evaluación del suelo, los indicadores florísticos con mejor sensibilidad fueron el trébol, cardosanto y cortadera a través de los índices densidad poblacional y abundancia relativa. Así mismo la toxicidad ensayada con *Allium cepa* permite diferenciar mejor un suelo perturbado de otro.

La conductividad eléctrica y el pH, revelan diferencias importantes entre un escenario perturbado (áreas más próximas a las relaveras) y no tan perturbado (entorno distante de las relaveras).

Los indicadores que revelan diferencias entre las fuentes de agua y los cuerpos receptores de la descarga industrial son el pH, concentración de Zn total y concentración de Cu total.

De las relaciones planteadas entre las variables participantes, el comportamiento del suelo en términos de fragilidad, se describe mejor con el comportamiento de la conductividad eléctrica, la abundancia relativa y la concentración de plomo total; mientras que el pH se describe con la abundancia relativa y la concentración de Cu total, así como la toxicidad se evidencia con la concentración de Zn total.

Las referencias teóricas que fundamentan lo mencionado, se pueden encontrar en otros autores reconocidos a nivel internacional (APHA et al. 1989; Ihobe, 1998; Porta et al. 1999).

CONCLUSIONES

1. La zona evaluada se caracteriza por evidenciar una mayor proporción de flora en las estaciones de control ubicadas en el entorno de la relavera, que en las más próximas o más cercanas a ella, evidenciando el "deterioro" de las zonas con relave.
2. Las aguas del Río Santa evidencian contaminación en comparación con las aguas del canal Chancarmayo, teniéndose en cuenta los índices pH, conductividad eléctrica, toxicidad, concentración de Zn total y concentración de Pb total.
3. La implementación de un programa de monitoreo orientado a la evaluación del componente suelo del ecosistema elegido, deberá considerar las estaciones precisadas en el presente trabajo, contemplando la necesaria inclusión de los índices biológicos densidad poblacional y abundancia relativa; índices físico-químicos como conductividad eléctrica y pH, e índices toxicológicos como toxicidad.
4. El programa de monitoreo para la evaluación del componente agua en las estaciones indicadas, deberá considerar la necesaria inclusión de los índices pH, concentración de Zn total y concentración de Cu total.

5. Es necesario el empleo de especies sensibles o no adaptables al medio natural elegido como herramientas de seguimiento y evaluación de su estado, en este caso se sugiere el empleo del trébol, cardosanto y cortaderia principalmente.. Debido a la evidente perturbación de la zona estudiada, es urgente la implementación de un programa de remediación donde se tenga en cuenta especies adaptables al medio elegido, en este caso molle, kikuyo, trébol amarillo y amor seco principalmente.
6. Se debe considerar la implementación de un sistema de tratamiento del efluente de la planta industrial para minimizar el impacto sobre el cuerpo receptor que en este caso es el río Santa.
7. La implementación de un plan de manejo ambiental en la unidad de tratamiento Santa Rosa de Jangas, deberá tener como eje fundamental a la prevención, para lo cual será de sustancial importancia el cálculo de índices para el control del componente suelo y agua, como por ejemplo la densidad poblacional, conductividad eléctrica, toxicidad, concentración de Cu total, pH y concentración de Zn total.

AGRADECIMIENTOS

A las autoridades y colegas de la FIMGM de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo", quienes con su valioso apoyo y orientación, contribuyeron a la realización del presente trabajo de investigación, que será un aporte para la formación de los alumnos, así como su sensibilización en la consideración de la importancia que representa la operación responsable de toda unidad de producción, para la conservación del medio ambiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Andur, M., J. Doull y C. Klaassen. 1991. Casarett and doull's toxicology. The basic science of poisons. 4 ed. USA: Mc Graw – Hill.

APHA. AWWA. WPCF. 1989. Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. 17 ed. Madrid: Ediciones Díaz de Santos SA.

Cairns, J. 1981. Testing for effects of chemicals on ecosystems. A report by the comite to review methods for ecotoxicology. Washington DC: National Academy Press.

Cantu, L. 1998. Manual de evaluación de impacto ambiental. Técnica para la elaboración de los estudios de impacto. 2ª ed. Bogotá: Mc Graw - Hill.

Carranza, Raymundo. 2001. Medio ambiente, problemas y soluciones. 1ª ed. Lima: Ediciones Carranza.

Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria. 1994. Manual de evaluación y manejo de sustancias tóxicas en aguas superficiales. Resumen Ejecutivo. Lima: OMS OPS.

Comisión Nacional del Agua. 1996. Norma Mexicana NOM-001-ECOL.

<http://www.cna.gob/SGAA/>

Chapman, D. 1992. Sediments and water in environmental monitoring. Water quality assessment. London, England.

Florida State University. 2001. Indicadores ambientales.

<http://www.fsu.edu/-cprn/segip.html>.

Goñi, J. 1990. Química general. Lima: Editorial Ingeniería SRL.

Hunsaker, C. y D. Carpenter. 1990. Environmental monitoring and assessment program. Ecological Indicators. London, England.

Ihobe. 1998. Indicadores medioambientales para la empresa. Bonn: Edit. Ministerio Federal de Medio ambiente.

Ondarza, R. 1997. Ecología. El hombre y su ambiente. México: Editorial Trillas.

Palomino, E., y M. Sotelo. 1998. Índice mitótico para evaluar la contaminación del agua. Documento presentado en el IV Congreso Latino Americano de Ecología, en Arequipa, Perú.

Porta, Casanellas et. al. 1999. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. 2ª ed. Madrid: Ediciones Mundiprensa.

Correspondencia:

Responsable del Trabajo: M. Sc. Aldo Tarazona Minaya.

Correo electrónico:
atarazonam@hotmail.com