Universidad Mayor de San Andrés
Facultad de Ingeniería
Carrera de Ingeniería Industrial

REVISTA INDUSTRIAL 4.0

ISSN-L 2958-0188

Edición Digital Nro. 10
Noviembre 2024

Universidad Mayor de San Andrés
Facultad de Ingeniería
Carrera de Ingeniería Industrial

Dra. Maria Eugenia Garcia Moreno — Rectora
Dr. Tito Estevez Martini — Vicerrector
Ing. Freddy Gutierrez Barea — Decano Facultad de Ingeniería
Ing. Juan Jose Torrez Obleas — ViceDecano Facultad de Ingeniería a.i.
Ing. Franz José Zenteno Benítez — Director de Carrera Ingeniería Industrial

Revista Industrial 4.0
Edición Digital N°. 10 - Noviembre 2024
Impresa: ISSN 2958-017X
En Linea: ISSN-L 2958-0188

Comite Editor:
Ing. Monica Lino Humerez
Ing. Grover Sanchez Eid

Diseño Versión Impresa & web:
Ing. Enrique Orosco Crespo

Imagen Tapa:
Carrera de Ingeniería Industrial

Imprenta:
Walking Graf

Deposito Legal:
4-3-68-20

Web:
https://industrial.umsa.bo/revistaindustrial-40
Email:
revistaindustrial4.0@umsa.bo

Av. Mcal. Santa Cruz N° 1175, Plaza del Obelisco
Mezzanine, Edificio Facultad de Ingeniería
TEl. 2205000-2205067, Int. 1402
Campus Universitario, Cota Cota - calle 30

Artículo Reg. 0088
Revista Industrial 4.0 Año 5 N°10, 2024
industrial.umsa.bo/revistaindustrial-40
revistaindustrial4.0@umsa.bo

MODELO DE MONITOREO PARTICIPATIVO E INCLUSIVO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGIAS NO CONVENCIONALES EN EL RIO PALLINA, MUNICIPIO DE VIACHA

Ing. MSc. Jorge Alberto Vásquez Peñaranda
jorgevasquezp@gmail.com
https://orcid.org/0009-0008-9944-5718?lang=es

Ing. Katherine Vanessa Salgado Aliaga
vaneshita1006@gmail.com
https://orcid.org/0009-0008-0568-7856

Recibido: 9 de septiembre; aprobado: 11 de octubre

RESUMEN

En el marco de la adaptación al cambio climático y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) propuestos por la ONU, el proyecto tiene como meta lograr la implementación de un modelo de monitoreo participativo (OMBDUSMAN, 2008) e inclusivo para el uso de tecnologías no convencionales basadas en la naturaleza, con esta intención se utilizaron herramientas como el análisis Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA) y un modelo conceptual basado en dinámicas socio ecológicas locales sobre problemática medioambiental denominado PARDI (Fallot, 2013), Problemas, Actores, Recursos, Dinámicas e Interacciones, apoyados para su análisis el software de la escuela prospectiva francesa, para percibir la factibilidad de la implementación del modelo. También se pretendió fortalecer los conocimientos de los comunarios acerca de la toma de decisiones. Los resultados muestran que los comunarios aceptaron la implementación de la tecnología no convencional. El modelo se diseñó como una forma de incentivar la participación e inclusividad de los pobladores del municipio de Viacha para remediar la situación crítica de los cuerpos de agua.

Palabras clave: monitoreo, inclusión, participación, actores, bioindicadores.

ABSTRACT

Within the framework of adaptation to climate change and the Sustainable Development Goals (SDG) proposed by the UN, the project aims to achieve the implementation of a participatory and inclusive monitoring model for the use of non-conventional technologies based on nature. With this intention, tools such as the Strengths, Opportunities, Weaknesses and Threats (SWOT) analysis and a conceptual model based on local socio-ecological dynamics on environmental problems called PARDI, Problems, Actors, Resources, Dynamics and Interactions, were used, supported for its analysis by the software of the French prospective school, to perceive the feasibility of the implementation of the model. It was also intended to strengthen the knowledge of the community members about decision-making. The results show that the community members accepted the implementation of non-conventional technology. The model was designed as a way to encourage the participation and inclusiveness of the inhabitants of the municipality of Viacha to remedy the critical situation of the water bodies.

Keywords: monitoring, inclusion, participation, actors, bioindicators.

1 INTRODUCCIÓN

El tema del agua es absolutamente relevante para las sociedades (Estevez Valencia, Herrera Ascencio, & Tiribocchi, 2019) y si a ello se suma la parte de la gestión desde la visión política, el tema se torna de gran preocupación, es por ello que en los últimos años se requiere cada vez más, difundir el conocimiento en la toma de decisiones concernientes al buen manejo de este vital recurso. En los últimos años se ha puesto de manifiesto que el conocimiento científico, por sí solo no es suficiente para resolver las crisis de falta de acceso al agua segura (Unidas, 2015).

Al respecto, un factor determinante para el éxito o fracaso de las estrategias sobre el manejo y/o aprovechamiento de los recursos naturales es la relación existente entre los diferentes actores involucrados. La contaminación generada por el sector industrial, la minería, la contaminación urbana y la agrícola aledaños al rio Pallina en el municipio de Viacha, han provocado preocupación en los pobladores por la

calidad de los cuerpos de agua, que se han convertido en cuerpos receptores de descargas industriales (Adriazola Vásquez, 2015). Este estudio establece un modelo de monitoreo participativo e inclusivo como instrumento de transformación social, para formar comunidades resilientes y mostrando el camino para fomentar la responsabilidad colectiva, empoderando a los pobladores respecto del tema ambiental en particular el agua y potenciando el carácter transformador en el Municipio de Viacha en el Departamento de La Paz, Estado Plurinacional de Bolivia.

1.1 Planteamiento del problema

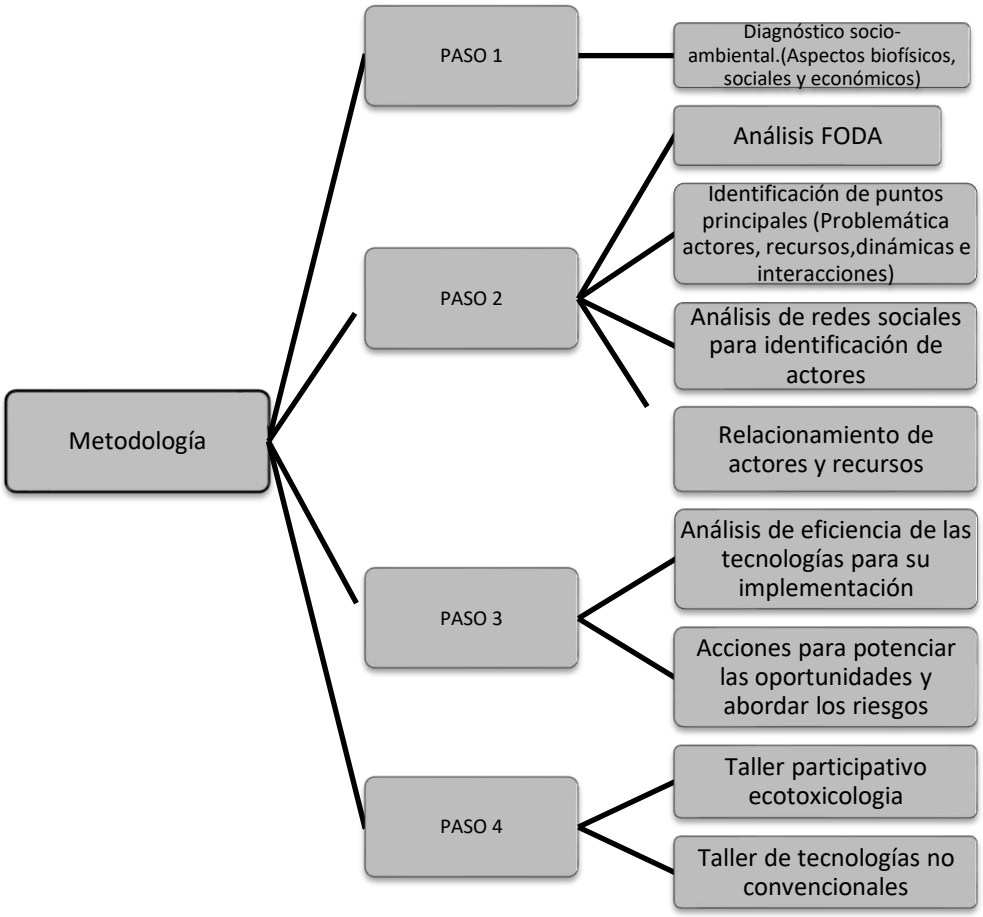
Debido al crecimiento urbano no planificado en la ciudad de Viacha (Paz, 2018)(la provincia y su capital del mismo nombre) que aporta contaminación a los cuerpos de agua y ríos con aguas residuales domesticas e industriales y al no contar con un adecuado tratamiento antes de su descarga, está provocando que la población enferme por consumo de aguas contaminadas, el ganado pierda peso por infecciones gástricas, se reduzca la fertilidad de los suelos, alteración de la biota de la región y sus alrededores. Asimismo, la falta de información hacia las comunidades rurales, no contribuye para que pueda existir una acción conjunta entre las autoridades estatales, departamentales y municipales con los comunarios de la zona, donde estos últimos se sientan incluidos y sean participes de las actividades de control, de tal manera que ambas partes puedan compartir conocimientos, tomen responsabilidad y puedan participar de un trabajo conjunto para la toma de decisiones encontrando una solución a esta problemática que es la contaminación del río Pallina.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

Se llevó a cabo revisión bibliográfica de los siguientes documentos: informes de monitoreo realizados por diferentes instituciones, el Plan territorial de desarrollo integral (PTDI) de Viacha, Plan Director de la cuenca Katari y su estrategia de recuperación integral de la cuenca y del Lago Menor Titicaca (Ministerio de Medio Ambiente y Agua, 2010), con el objetivo de abordar los aspectos biofísicos, sociales y económicos necesarios para realizar un diagnóstico socioambiental. La población actual del municipio de Viacha es de aproximadamente 90.000 habitantes, mediante

encuestas y entrevistas semiestructuradas, se tomó una muestra poblacional de 50 personas y con los datos obtenidos se realizó el análisis socio-ambiental. Para ello se utilizó el modelo de análisis participativo denominado PARDI que significa la interacción entre los problemas – actores – recursos – dinámicas – interacciones, apoyado en el análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas FODA; se recopiló la información de mayor impacto obtenidas por ambas metodologías y se realizó el análisis de variables a través del software de prospectiva Mic Mac o análisis de micro y macro interacciones y el modelo Mactor que busca la relación entre las fuerzas y actores a través de sus convergencias y divergencias, lo que derivó en el análisis de alternativas para la construcción del modelo de monitoreo. Se llevaron a cabo reuniones y talleres participativos con los comunarios para socializar e incluir a todos los actores involucrados en el cuidado de los cuerpos de agua y los ríos de la región de Viacha, capacitándolos para que puedan determinar la calidad del agua de una manera sencilla, práctica y de gran utilidad a través del biomonitoreo facilitando de esta manera el monitoreo inclusivo y participativo y se realizaron reuniones para poder socializar e involucrar a todos los actores tanto de la comunidad como de los diferentes entes gubernamentales.

Figura N°1.Esquema metodológico del proyecto



Fuente: Elaboración propia

El biomonitoreo es una pieza fundamental en la evaluación biológica y se apoya en el uso de bioindicadores estandarizados que puedan utilizarse para evaluar las condiciones y los cambios que registran los sistemas biológicos.

Según la OECD (Guide-lines for the testing of Chemicals) (iLibrary, 2021) los bioindicadores más comunes son la lechuga (latuga sativa L) y la cebolla (allium cepa L), que permiten el desarrollo de diferentes pruebas de toxicidad.

Según Wang (Rodriguez, Robles Salazar, & Ruiz, 2014), (Mahmood, A., Saeed, & Athar, 2005) (Di Salvatore, Carafa, & Carratü, 2008), los indicadores más simples del biomonitoreo ambiental son la germinación de semillas y la prueba de la elongación radical de las cebollas. Estos indicadores en combinación con la longitud del brote son parámetros que pueden mostrar cambios en la calidad ambiental, ya que los resultados de estas pruebas se basan en la sensibilidad de las plantas centinela cuando se exponen a muestras de agua, suelo o sedimento.

2.1 Control de calidad del material biológico

Dado que la prueba con cebollas (García & Ramos Fonseca, 2022) no requiere mantenimiento de un cultivo, el control de calidad debe enfatizarse en la calidad de los lotes de material a utilizar. Por esa razón, debe darse especial importancia al almacenamiento del material, así como al control de hongos que pueden afectar la viabilidad de las cebollas y su normal desarrollo. Es por ello que se recomienda disponer de un número de cebollas por lo menos 3 o 4 veces mayor al requerido para las pruebas. Su almacenamiento debe hacerse en ambiente exento de humedad, a una temperatura entre 10 y 20 °C. (Díaz Baez, 2008)

Las seis etapas del procedimiento son las siguientes:

1) Limpieza y pelado de bulbos, 2) ubicación de los bulbos en los recipientes, 3) agregado de solución a los recipientes durante el ensayo, 4) colocado de los recipientes en un lugar oscuro 5) revisión de las muestras del ensayo, 6) medición de longitud de raíces al finalizar el tiempo de exposición de los bulbos.

Figura N° 2. Esquema gráfico de la metodología para el uso de allium cepa como bioindicador.

Fuente: Elaboración propia

2.2 Procedimiento de las pruebas con el bioindicador

Un elemento importante en la elaboración de las pruebas es el proceso de pelado de los bulbos. Durante este procedimiento debe evitarse el daño del anillo radicular. Igualmente, se debe trabajar con un alto número de réplicas para controlar la variabilidad de las pruebas. Se recomienda utilizar 12 réplicas por concentración, con el fin de descartar por lo menos 2 de los valores más extremos. En el caso que exista un bajo desarrollo radicular en más de 2 bulbos del control, se considera que el lote de bulbos tiene problemas, por tanto, los resultados no serán válidos (Díaz Baez, 2008).

Tabla N° 1. Condiciones recomendadas para las pruebas de toxicidad con allium cepa L

Tipo de ensayo	**Estático**
Temperatura	20°C, ambiente
Recipientes	Tubos de ensayo de 10x1,5 cm de diámetro
Número de replicas	3
Material biológico	Bulbos
Duración de la prueba	72 h
Efecto de medición	Inhibición de crecimiento de las raíces
Control negativo	Agua de llave o medio de crecimiento

Fuente: Ensayo de toxicidad aguda con bulbos de cebolla allium cepa L, mediante la evaluación de la inhibición del crecimiento promedio de raíces, María Consuelo Díaz Báez, Alicia Ronco y Yolanda Pica Granados, 2008.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El diagnóstico es descriptivo, de tipo transversal en donde se describen aspectos biofísicos y aspectos socio-económicos del área de estudio durante el año 2022 - 2023.

3.1 Aspectos biofísicos, sociales y económicos

El área de estudio donde se realizó el proyecto es la comunidad de Pallina Chico, perteneciente al Municipio de Viacha, donde se ha evidenciado la existencia de 147 especies de plantas y vegetación, entre las especies encontradas en el área de estudio se encuentra: Allium cepa (cebolla), Bidens pilosa L (amor seco), Chenopodium petiolare Kunth (quinoa negra), Malva parviflora (malva Taraxacum officinale L (diente de león). La Comunidad Pallina Chico comprende de 46 familias de comunarios, el grupo familiar está compuesto de 4 personas en promedio. La

mayoría comprende una edad de 45 años, de los cuales el 55,88% son hombre y el 44,12% son mujeres (Salgado, 2024). Según las encuestas, las ocupaciones más relevantes en la comunidad son la agricultura, ganadería y personas que trabajan en las distintas industrias de la ciudad de Viacha. El rol de la mujer dentro de la comunidad es muy importante, ya que ocupa funciones de cuidados de hogar como amas de casa, labores de cuidado de rebaño en el pastoreo, algunas actividades agrícolas y también forman parte de la directiva de la comunidad.

Figura N°3. Resultados de la perspectiva de los pobladores acerca del origen de la contaminación del rio Pallina y otros cuerpos de agua

Fuente: Elaboración propia en base a las encuestas

El 44% de los encuestados considera que la contaminación se origina debido a que el agua que se descarga de las empresas mineras e industrias, contienen un grado de contaminación muy alto porque en ambos casos no cuentan con un tratamiento adecuado de sus aguas residuales, contaminando el agua del río Pallina y otros cuerpos de agua y estas aguas no se pueden utilizar. El 32% de las personas cree que la contaminación se origina debido a la descarga de basura y otros residuos directamente al río y sus alrededores, por lo cual se debería dar la atención respectiva para la gestión de residuos sólidos en la zona. El 18% piensa que la causa de la contaminación del agua se debe a únicamente a los desechos de las empresas mineras y por otro lado el 6% cree que la contaminación del agua se debe a los desechos de las ciudades de El Alto y Viacha que desembocan en el Río Pallina.

Considerando la información de la encuesta se pudo observar que los pobladores de la región, están muy preocupados por el cuidado del medio ambiente. La mitad

de la población encuestada, piensa que la educación ambiental (Telias, Canciani, Sessano, Alvino, & Padawer, 2014) es una posible estrategia para poder disminuir la contaminación del rio.

3.2 Análisis FODA

Del análisis FODA se identificó que la mayor fortaleza, es la decisión por parte de los pobladores de lograr mejorar la condición de vida de la comunidad.

Tabla N° 2 Análisis FODA

Fortalezas	Oportunidades
• Decisión de los pobladores para disminuir la contaminación y cuidar el agua. • Las comunidades tienen una importante participación y decisión para implementar acciones. • Buena organización por parte de la comunidad.	• Existen opciones de alianzas estratégicas para poder llevar a cabo el cuidado del Río. • Alianza con el Gobierno Autónomo Municipal de Viacha.
Debilidades	**Amenazas**
• Incumplimiento normativo por parte de las industrias. • Cantidad exagerada de residuos sólidos contaminantes. • Problemática vial que dificulta que lleguen a la zona del proyecto.	• El recrudecimiento del cambio climático provoca efectos dañinos no esperados. • Aumentó de la actividad industrial que bote al río sus desechos industriales.

Fuente. Elaboración propia en base a las encuestas y las entrevistas 2023

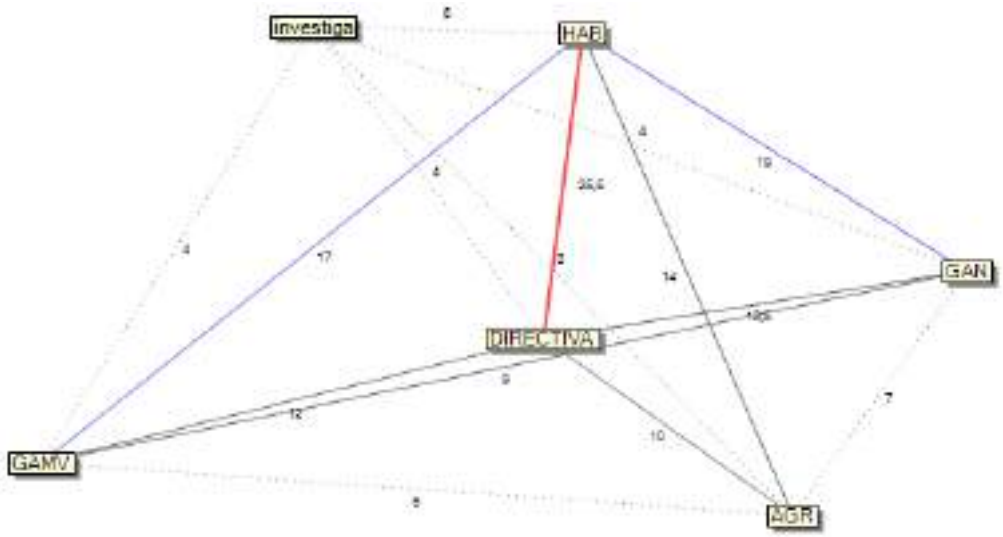
Con los datos obtenidos en el análisis FODA, se desarrolló un análisis incluyendo a todos los actores implicados, su interacción y participación en la comunidad de Viacha, que permitió identificar la presencia de instituciones involucradas y sus relaciones con el área de estudio. Dentro del mismo análisis se exteriorizó que los pobladores y la directiva comunaria tengan el mayor poder en la toma de decisiones.

Se identificaron los principales recursos con los que cuenta la comunidad de Viacha, que son los recursos naturales utilizados por los pobladores como territorio agrícola, ganadería, reservorios de agua, fauna y flora propia de la región altiplánica.

3.3 Dinámicas

La dinámica entre los actores involucrados promueve la participación entre el proceso de manejo de conflictos por el acceso a los mismos y el uso de los recursos.

Figura N°4 Red social para la identificación de los actores



Fuente. Elaboración propia a través del software Mactor

Se puede apreciar en la red, los distintos sistemas que existen, las diversas conexiones entre ellos y las actividades que se llevan a cabo por los actores en el área de estudio, se destaca la fuerza entre habitantes y directiva comunal y la existencia de una dependencia de los actores de los recursos naturales como la agricultura, ganadería, el actor político representado por el Gobierno Municipal de Viacha y una relación menos directa con la academia.

3.4 Relación del modelo con los Objetivos del Desarrollo Sostenible

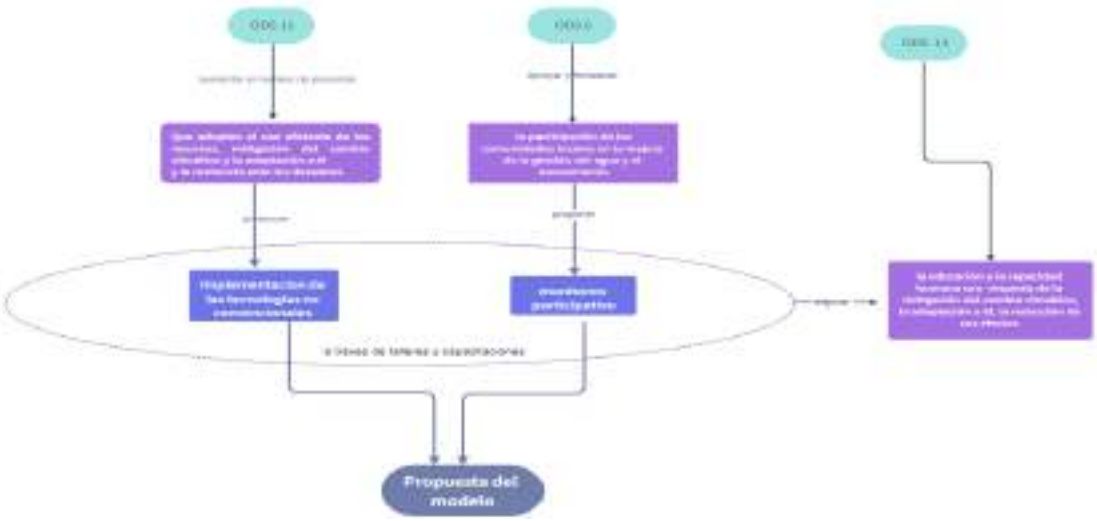
El planteamiento de la propuesta, es la de fortalecer las capacidades y los conocimientos de los actores locales, esto cambiaria a su vez las comunicaciones entre actores representativos gubernamentales, lo que permitirá que se tome en cuenta la posición de los involucrados respecto de la contaminación del agua.

Acciones para potenciar las oportunidades: a través de los procesos de enseñanza-aprendizaje donde la academia se involucre de manera activa, se pretende fomentar en los pobladores y comunarios la participación activa en la toma de decisiones.

De la misma manera se presentó a la población, como se está dando un acelerado proceso de transformación, desde la aprobación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS adoptados por la Naciones Unidas en el año 2015, los cuales tienen metas fijadas para el año 2030 tienen como consigna poner fin a la pobreza, protección del planeta y buscar caminos para que la mayor parte de la población del planeta pueda disfrutar de paz y prosperidad. Los 17 ODS están integrados: reconocen que la acción en un área afectará los resultados en otras áreas y que el desarrollo debe equilibrar la sostenibilidad social, económica y ambiental.

A menos de seis años de llegar a la meta de cumplir los ODS, Bolivia muestra apenas un avance del 70 % (Cahuasa, 2023) y aun se tienen grandes desafíos a mediano y corto plazo.

Figura N°5. Relación del modelo participativo con los ODS



Fuente. Elaboración propia

3.5 Socialización de monitoreo participativo e inclusivo

Es de importancia relevante el desarrollo de esta metodología ya que en la misma se tuvo un variado y enriquecedor intercambio de opiniones ente los actores locales y los grupos de investigadores que pertenecen a la academia, llegando a personas de ambos géneros y diferentes edades, siendo los niños que participaron en las actividades los que mostraron mayor interés en el aprendizaje.

3.5.1 Modelo propuesto

El modelo planteo actividades que se realizaron, para poder fortalecer las capacidades de los pobladores entre ellas 3 talleres participativos (Evans & Guariguata, 2008), el primero acerca de la tecnología no convencional y los ODS, el segundo taller acerca del monitoreo de calidad de agua a través de bioindicadores, el tercer taller acerca del monitoreo de parámetros fisicoquímicos, posterior a ello se presentó el protocolo de la planificación de un monitoreo con ayuda de un técnico para la recolección de las muestras de agua, el análisis de parámetros fisicoquímicos y el análisis de la elongación de las raíces de las cebollas.

Para cada taller se presentó una matriz de desarrollo

Figura N° 6. Matriz de capacitación a la comunidad de Viacha

ACTIVIDAD	PROCEDIMIENTO	TIEMPO	MATERIALES	RESPONSABLE	OBSERVACIONES
Registro de participantes	De acuerdo como van llegando los participantes apuntan sus nombres y firman.	10 min.	Lista de participantes	Técnico	El capacitador debe estar al pendiente de que todos se apunten
Presentación del taller	El capacitador presentara el tema central y las actividades que se llevaran a cabo, el tiempo de trabajo	10 min.	Papelógrafos Marcadores	Capacitador	
Recojo de saberes previos	El capacitador interactuara con los participantes con el fin de saber el grado de conocimiento que tienen acerca del tema.	10 min.	Cuaderno de notas	Capacitador	Es bueno que ellos viertan sus ideas, de esta manera se los motivara a participar.
Desarrollo de las actividades	Se conceptualizara el tema central, al igual que su importancia Cuales son los mecanismos en los que se basa. Se les explica demostrara como es el armado de los humedales y cómo funciona. Como se puede realizar la gráfica de pH vs tiempo.	30 min.	Papelógrafos Marcadores Presentación	Capacitador	Se debe tener en cuenta que se debe utilizar terminología sencilla considerando que se trabajara con las comunidades.
Evaluación practica	En este caso la evaluación se realizara con la actividad 3 en la que se analiza los pros y contras de la tecnología para ver su implementación.	20 min.	Papelógrafos Marcadores	Capacitador y los participantes	En lo posible se debe contar con la participación de todos los asistentes.

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se realizaron las reuniones para la toma de decisiones de implementar las tecnologías y por último se solicitó la retroalimentación acerca del monitoreo de aguas.

3.5.2 Monitoreo ambiental participativo basado en la naturaleza

Se adaptó el ensayo con cebollas (allium cepa L) para el monitoreo participativo, utilizando las cabezas de cebollas propias de la región como bioindicadores, a través de un lenguaje sencillo y con materiales que los pobladores pueden disponer en sus hogares, con ayuda del pequeño manual se les explico cómo se debe realizarse el método de determinación de calidad de agua.

A través de los procesos de enseñanza- aprendizaje se quiere fomentar en los pobladores la participación activa en la toma de decisiones y el monitoreo de la calidad de agua.

La propuesta de un modelo de monitoreo ambiental participativo, pretende brindar una guía rápida para realizar el monitoreo con la utilización de productos y principios basados en la naturaleza, de una manera sencilla y económica.

3.5.3 Metodología de medición

Este procedimiento se realizó utilizando las cebollas. Según el estudio (Díaz Baez, 2008), al término del periodo de exposición de la cebolla en el agua que se está monitoreando, se registró la longitud promedio de las raíces, con ayuda de una regla común con escala en milímetros. Para la medición se coloca la escala en el margen del tubo; se ubica el valor de longitud mínimo y máximo donde incide la mayoría de las raíces y el punto medio se define como el promedio (Robinson, Schulin, & Nowack, 2006). Se efectúa la estimación en cada tubo y se obtiene el promedio matemático de diez réplicas (los dos valores más extremos se descartan).

El porcentaje de efecto de inhibición se determina a través de la relación:

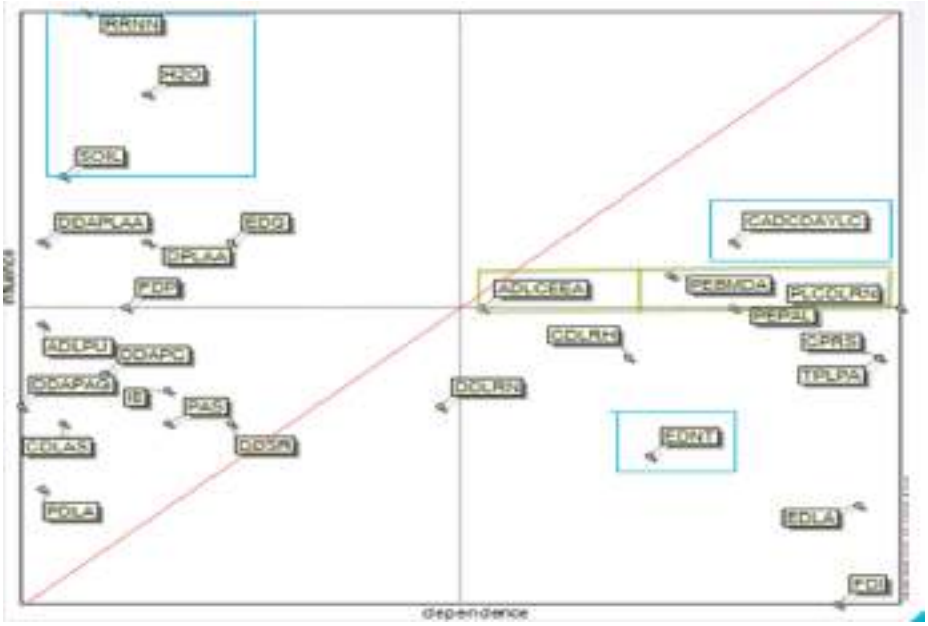
$$\frac{(Longitud\ del\ control - longitud\ de\ la\ muestra)}{longitud\ del\ control}\ x\ 100$$

Fig. N° 7. Elongaciones de las raíces de bulbos de cebolla después de un proceso de hidratación

Fuente: Ensayo de toxicidad con bulbos de cebolla: Evaluación de inhibición del crecimiento de raíces La Salle, Almería, 2015

Para el análisis de interacción entre actores y actividades que permitan efectuar el cuidado y gestión de los recursos hídricos en Viacha, se ha recurrido al software Mactor el mismo que accedió a predecir las variables determinantes, que son las variables correspondientes a la dimensión de conocimiento, condición de riesgo y efectos negativos sociales, mismos que tendrían influencia potencial a través del tiempo. Se obtuvo un diagrama dividido en cuatro cuadrantes, denominado grafico de influencias que muestra la relación entre dependencia e influencia de las variables.

Figura N° 8 Gráfica de influencias directas



Fuente: Elaboración propia desarrollado en el software Mic Mac, 2023

En la figura N° 8, se observan los cuadrantes divididos en cuatro zonas:

Zona de poder (cuadrante superior izquierdo): en esta se encuentran las variables que trabajan como variables de entrada: agua, suelo, recursos naturales, dependencia para las actividades agrícolas, dependencia del agua para las actividades agrícolas, enfermedades del ganado entre otras.

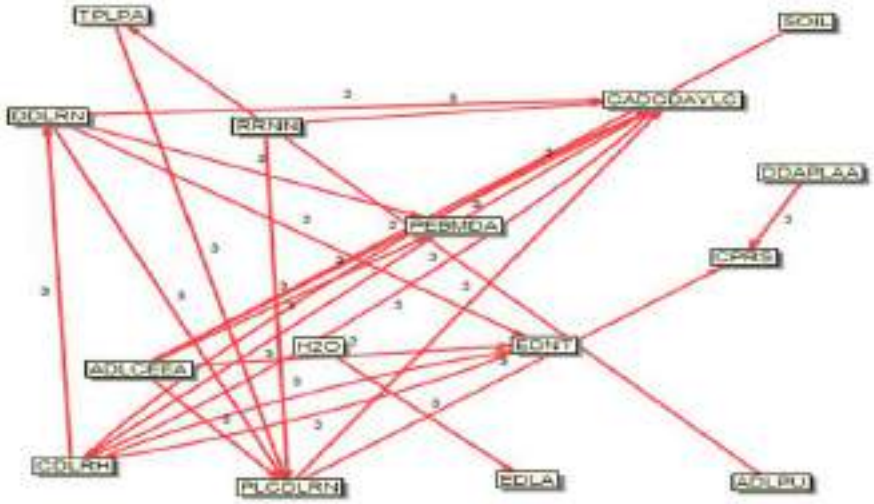
Zona de conflicto (cuadrante inferior derecho): se encuentran las variables de enlace entre el proyecto y el área de estudio: contaminación de los recursos hídricos, exposición de nuevas tecnologías, tensión por la producción agrícola, contaminación por residuos sólidos, enfermedad de los actores, falta de información.

Zona de autonomías (cuadrante inferior izquierdo): falta de participación, pastoreo del ganado, aumento de la población urbana, dependencia del agua para consumo, dependencia del agua para actividades ganaderas, descripción de las relaciones dentro de la organización interna de la comunidad, degradación de los recursos naturales, caracterización de los actores sociales, participación de los actores.

Zona de resultados (cuadrante superior derecho): aumento de la contaminación en el agua, pérdidas económicas para actores locales, promoción del buen manejo del agua, conocimiento acerca del cuidado y la calidad del agua, promoción de la conservación de los recursos naturales.

Una vez identificadas las variables, se procedió a la construcción del plano de influencia - dependencia de las variables donde se observan la interrelación y la fuerza entre actores y actividades.

Figura N° 9 Mapa de influencia directa



Fuente. Elaboración propia desarrollado en el software Mic Mac, 2023.

El análisis del mapa de influencia directa muestra que existen 15 variables en diferentes niveles de influencia entre sí mismas, sin discriminar la potencialidad de cada una de ellas, de las cuales la influencia más fuerte es el conocimiento acerca del cuidado del agua y la calidad del agua.

4 CONCLUSIONES

El modelo propuesto fue ampliamente aceptado en la comunidad de Pallina Chico teniendo como elemento central la participación (Novo Villaverde, 2009) de los pobladores.

El análisis FODA permitió conocer que la mayor fortaleza con la que cuenta la comunidad, es la preocupación y la decisión de los pobladores por lograr un cambio favorable en su comunidad.

Mediante el diagnóstico socio ambiental, a través del levantamiento de encuestas, se verificó que la época en la que existe más contaminación es la época de lluvias, así mismo se denota que el clima es un factor importante en la comunidad, por otro lado, en el mismo diagnóstico se pudo conocer la perspectiva de los pobladores acerca de las causas de contaminación y su preocupación acerca del mismo.

Se concluyo también que las acciones para lograr que todos los actores participen en las decisiones son:

- Comunicación entre actores
- Fortalecimiento de los actores locales en la toma de decisiones
- Desarrollo de capacidades para la implementación de tecnologías amigables con el ambiente.

El modelo propuesto fortaleció las capacidades de los actores locales, además contribuyo para que los mismos tomen conciencia y busquen alternativa para disminuir y controlar la contaminación en sus fuentes de agua.

El modelo se diseñó como una forma de incentivar y fomentar la participación de los pobladores, utilizando soluciones basadas en la naturaleza.

5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adriazola Vásquez, J. (2015). Análisis del grado de contaminación del agua en la Bahia de Cohana y su influencia en la calidad de la leche del ganado bovino. La Paz - Bolivia: Repositorio de la UMSA.

Cahuasa, P. B. (2023). Bolivia afronta grandes desafios con los ODS. La Paz: Unifranz.

Di Salvatore, M., Carafa, A., & Carratü, G. (2008). Assessment of heavy metals phytotoxity using seed germination and root elongation test: a comparison of two growth substrates. Chemosfere 73, 1461 - 1464.

Díaz Baez, C. (2008). Ensayo de toxicidad agua con bulbos de cebolla allium cepa L mediante la evalaución de la inhibición del crecimiento promedio de raíces. Secretaria de medio ambiente y recursos naturales.

Estevez Valencia, C., Herrera Ascencio, P., & Tiribocchi, A. (2019). Garantizar la disponibilidad de agua, su gestión sostenible y el saneamiento para todos: implementación de políticas públicas en América Latina y el Caribe. Montevideo, Uruguay: UNESCO.

Evans, K., & Guariguata, M. (2008). Monitoreo Participativo para el Manejo Forestal en el Tropico: Una Revisión de Herramientas, Conceptos y Lecciones Aprendidas. Centro de Investigación Forestal Internacional.

Fallot, A. (2013). Guía metodológica PARDI - Problematica - Actores - Recursos - Dinámicas - Interacciones.

García, T., & Ramos Fonseca, R. (2022). Macrófitas acuáticas como bioindicadores de metales en reservorios de agua de Venezuela. Revista Internacionald de Contaminación.

iLibrary, O. (2021). Directrices de la OCDE para el ensayo de productos químicos, sección 4. Enviroment.

Mahmood, S., A., H., Saeed, Z., & Athar, M. (2005). Germination of seending growth of maize (zea maysL) under varying levels of cooper and zinc. Environ. Sci. Tech 2, 269 - 274.

Ministerio de Medio Ambiente y Agua. (2010). Plan Director de la cuenca Katari. Academia.Edu, 23.

Novo Villaverde, M. (2009). La educación ambiental, una genuina educación para el desarrollo sostenible. Revista de Educación.

OMBDUSMAN, O. d. (2008). Monitoreo participativo del agua, guia para prevenir y manejar el conflicto. CAO, 120.

Paz, O. (2018). Evaluación del recurso hídrico disponible para Viacha en situación de cambio climático usando el modelo de planificación hídrica de cuencas WEAP. Researchgate.net, 15.

Robinson, B., Schulin, R., & Nowack, B. (2006). Fitorremediación para el manejo de fundentes metálicos en sitios contaminados. Investigación sobre la nieve y paisaje forestal, 221 - 234.

Rodriguez, J., Robles Salazar, C. A., & Ruiz, A. (2014). Ensayo de germinación de semillas y elongación de raíces de Lactuca sativa para biomonitoreo de la calidad del agua del río Chalma. Researchgate.net, 8.

Salgado, K. V. (2024). Propuesta de un modelo de monitoreo participativo para la implemntación de tecnologías no convencionales en el rio Pallina, municipio Viacha del departamento de La Paz. La Paz: UMSA.

Telias, A., Canciani, M. L., Sessano, P., Alvino, S., & Padawer, A. (2014). La educación ambiental en Argentina, actores, conflictos y políticas públicas. Buenos Aires: CLACSO.

Unidas, N. (2015). La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible,. Comision Economica para America Latina y el Caribe, 93.

Bodas de Marmol

85

Años Formando
Profesionales Exitosos

Todos los Derechos Reservados

Carrera de Ingeniería Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad Mayor de San Andrés

La Paz - Bolivia 2024