



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Eficiencia de la Pseudomonas sp (Enterobacter) para remover
cromo hexavalente de aguas contaminadas en la industria del
cromado ! V.E.S., 2020**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Ambiental**

AUTORES:

Hinostroza Capani Jhuver Casey (orcid.org/0000-0003-0636-6065)
Sucapuca Aguilar, Alex Aldo (orcid.org/0000-0003-2283-8771)

ASESOR:

Dr. Benites Alfaro, Elmer Gonzales (orcid.org/0000-0003-1504-2089)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2020

DEDICATORIA

La presente investigación va dedicada a mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros lo debo a ustedes y a todas las personas que confiaron en mi capacidad de desarrollarme profesionalmente.

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios por permitirme por tener una gran experiencia dentro de la universidad, gracias a mi universidad por haberme convertirme en ser profesional en lo que tanto me apasiona.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, BENITES ALFARO ELMER GONZALES, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "EFICIENCIA DE LA PSEUDOMONAS SP (ENTOROBACTER) PARA REMOVER CROMO HEXAVALENTE DE AGUAS CONTAMINADAS EN LA INDUSTRIA DEL CROMADO – V.E.S., 2020", cuyos autores son HINOSTROZA CAPANI JHUVIER CASEY, SUCAPUCA AGUILAR ALEX ALDO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 24 de Diciembre del 2020

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
BENITES ALFARO ELMER GONZALES DNI: 07867259 ORCID: 0000-0003-1504-2089	Firmado electrónicamente por: ELBENITESALF el 24-12-2020 17:51:51

Código documento Trilce: TRI - 0097821



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, HINOSTROZA CAPANI JHUIVER CASEY, SUCAPUCA AGUILAR ALEX ALDO estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "EFICIENCIA DE LA PSEUDOMONAS SP (ENTOROBACTER) PARA REMOVER CROMO HEXAVALENTE DE AGUAS CONTAMINADAS EN LA INDUSTRIA DEL CROMADO – V.E.S., 2020", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
HINOSTROZA CAPANI JHUIVER CASEY DNI: 47846009 ORCID 0000-0003-0636-6065	Firmado digitalmente por: HICAPANIJ el 28-12-2020 15:33:39
SUCAPUCA AGUILAR ALEX ALDO DNI: 44282821 ORCID 0000-0003-2283-8771	Firmado digitalmente por: ASUCAPUCAA el 28-12- 2020 11:14:09

Código documento Trilce: INV - 0422738

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES.....	v
ÍNDICE DE TABLAS	vii
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA	21
3.1 Tipo y diseño de investigación	21
3.2 Variables y operacionalización.....	21
3.3 Población, muestra, muestreo y unidad de análisis	22
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	23
3.5 Procedimientos	24
3.6 Método de análisis de datos.....	35
3.7 Aspectos éticos	35
IV. RESULTADOS.....	36
V. DISCUSIÓN	63
VI. CONCLUSIONES	67
VII. RECOMENDACIONES	68
REFERENCIAS.....	69
ANEXOS	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valoración de instrumentos.....	23
Tabla 2. <i>Instrumentos de recolección de datos</i>	24
Tabla 3. Método de análisis empleado en el laboratorio	27
Tabla 4. Ubicación de la unidad experimental	28
Tabla 5. Determinación del Cr ⁺⁶ inicial en el agua residual del taller de cromado	36
Tabla 6. Parámetros fisicoquímicos del agua residual.....	36
Tabla 7. Parámetros físicos del agua residual de cromado	37
Tabla 8. Parámetros químicos del agua residual de cromado	37
Tabla 9. Parámetros físicoquímico de la <i>Pseudomona sp</i> (<i>Enterobacter</i>)	38
Tabla 10. Unidades Formadoras de Colonias de <i>Pseudomonas sp</i> (<i>Enterobacter</i>)	39
Tabla 11. Parámetros físicos del agua residual a los 7 días de tratamiento	39
Tabla 12. Parámetros fisicoquímicos del agua residual de cromado en 7 días ...	40
Tabla 13. Reducción del Cr ⁺⁶ en 7 días con las dosis con <i>Pseudomona sp</i> (<i>Enterobacter</i>)	42
Tabla 14. Eficiencia de remoción del Cr ⁺⁶ en 7 días en porcentaje	43
Tabla 15. Parámetros físicos del agua residual a los 14 días de tratamiento	44
Tabla 16. Parámetros fisicoquímicos del agua residual de cromado en 14 días .	45
Tabla 17. Reducción de Cr ⁺⁶ en 14 días con las dosis con <i>Pseudomona sp</i> (<i>Enterobacter</i>)	47
Tabla 18. Eficiencia de remoción del Cr ⁺⁶ en 14 días en porcentaje	48
Tabla 19. Parámetros físicos del agua residual de cromado en 21 días.....	49
Tabla 20. Parámetros fisicoquímicos del agua residual de cromado en 21 días .	50
Tabla 21. Reducción del Cr ⁺⁶ en 21 días con las dosis con <i>Pseudomona sp</i> (<i>Enterobacter</i>)	52
Tabla 22. Eficiencia de remoción del Cr ⁺⁶ en 21 días en porcentaje	53

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1. Transporte y toxicidad del cromo en la célula bacteriana.....	8
Figura 2. Diagrama de proceso del tratamiento	25
Figura 3. Método de Lambert - Beer	32
Figura 4. Gráfico de los parámetros fisicoquímicos del agua residual de cromado	38
Figura 5. Gráfico de los parámetros físicos del agua residual a los 7 días de tratamiento	41
Figura 6. Gráfico de los parámetros químicos del agua residual a los 7 días de tratamiento	41
Figura 7. Gráfico de reducción del Cr ⁺⁶ en 7 días con las dosis de Pseudomona sp (Enterobacter)	42
Figura 8. Gráfico de eficiencia de remoción del Cr ⁺⁶ en 7 días	43
Figura 9. Gráfico de los parámetros químicos del agua residual de cromado en 14 días	46
Figura 10. Gráfico de los parámetros físicos del agua residual de cromado en 14 días	46
Figura 11. Gráfico de reducción de Cr ⁺⁶ en 14 días con las dosis con Pseudomona sp (Enterobacter).....	47
Figura 12. Gráfico de eficiencia de remoción del Cr ⁺⁶ en 14 días en porcentaje..	48
Figura 13. Gráfico de parámetros físicos del agua residual de cromado en 21 días	51
Figura 14. Gráfico de parámetros químicos del agua residual de cromado en 21 días	51
Figura 15. Gráfico de reducción del Cr ⁺⁶ en 21 días con las dosis con Pseudomona sp (Enterobacter).....	52
Figura 16. Gráfico de eficiencia de remoción del Cr ⁺⁶ en 21 días	53
Figura 17. Gráfico de correlación entre cromo hexavalente y potencial de hidrógeno (pH) al 10%	54
Figura 18. Gráfico de correlación entre cromo hexavalente y potencial de hidrógeno (pH) al 30%	55

Figura 19. Gráfico de correlación entre cromo hexavalente y potencial de hidrógeno (pH) al 40% 56

RESUMEN

El cromado se dedica a revestir mediante galvanoplastia una fina capa de cromo sobre un objeto de otro metal. Los efluentes industriales son generados por las empresas y son vertidos a la red de alcantarillado sin ningún tipo de tratamiento. El desarrollo de la investigación tuvo por objetivo determinar la eficiencia de la *Pseudomonas sp (Enterobacter)* en la reducción del cromo hexavalente del agua contaminada de la industria del cromado. La muestra fue obtenida y recolectada en el distrito de Villa el Salvador verificándose que contenía 1789.19 de $\text{Cr}^{+6}\text{mg/L}$. El tratamiento se realizó en tres períodos para determinar el más eficiente considerando 7, 14 y 21 días, para la reducción del cromo hexavalente usando la bacteria *Pseudomonas sp (Enterobacter)*. Se evidenció que en el primer período de 7 días con 40% de bacteria (P1 40%) se obtuvo 660.42 $\text{Cr}^{+6}\text{mg/L}$ con una eficiencia de remoción de 63.08%, en el segundo período de 14 días con 40% de bacteria (P2 40%) se obtuvo 323.51 $\text{Cr}^{+6}\text{mg/L}$ con una eficiencia de remoción de = 81.91% y el tercer período de 21 días con 40% de bacteria (P3 40%) 298.95 $\text{Cr}^{+6}\text{mg/L}$ con una eficiencia de remoción de 83.29%. En los tres periodos al 40% mencionados tuvo una solución de *Pseudomonas sp (Enterobacter)*. 10^{-3} bact/ mL UFC equivalentes a 800 mL de volumen, Por lo tanto, en los datos obtenidos en el segundo y tercer período se obtuvo una reducción más eficiente donde a mayor inóculo de bacterias y tiempo las *Pseudomonas sp* fueron eficientes en remover el cromo hexavalente. Se concluye que los microorganismos remediadores reducen eficazmente, a la vez, es un método alternativo con ventajas de solucionar problemas de contaminación hídrica y con el medio ambiente.

Palabras clave: Cromo hexavalente, eficiencia, *Pseudomonas sp (Enterobacter)*.

ABSTRACT

The chrome plating industry is a technique of electroplating a thin layer of chrome onto an object made of another metal. Industrial effluents are generated by companies and are discharged into the sewer system without any type of treatment. The present research work aimed to determine the efficiency of *Pseudomonas sp* (*Enterobacter*) in reducing hexavalent chromium in contaminated water from the chrome plating industry. The sample was obtained and collected in the district of Villa el Salvador, verifying that it contained 1789.19 of Cr + 6mg / L. The treatment was carried out in three times to determine the most efficient, considering 7, 14 and 21 days, for the reduction of hexavalent chromium using the bacterium *Pseudomonas sp* (*Enterobacter*). It was evidenced that in the first period of 7 days with 40% bacteria (P1 40%), 660.42 Cr + 6mg / L was obtained with a removal efficiency of 63.08%, in the second period of 14 days with 40% bacteria (P2 40%), 323.51 Cr + 6mg / L was obtained with a removal efficiency of = 81.91% and the third period of 21 days with 40% of bacteria (P3 40%) 298.95 Cr + 6mg / L with a removal efficiency of 83.29 %. In the three mentioned periods, it had an amount of 10^{-3} bact / mL CFU equivalent to 800 mL of volume of *Pseudomonas sp* (*Enterobacter*). Therefore, in the data obtained in the second and third periods, a more efficient reduction was obtained where the greater the inoculum of bacteria and time the *Pseudomonas sp* are efficient in removing the metal. It is concluded that the remedial microorganisms reduce effectively, at the same time, it is an alternative method with advantages to solve problems of water contamination and with the environment.

Keywords: Hexavalent chromium, efficiency, *Pseudomonas sp* (*Enterobacter*).

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la contaminación de los cuerpos de aguas es uno de los principales problemas ambientales más graves que existen, esto se origina por el desarrollo de la industria, la minería, y actividades de producción poco controladas, que vierten sus efluentes sin realizar un tratamiento previamente. Es por ello, la importancia del manejo de aguas residuales ante los múltiples agentes tóxicos presentes, ya que, en la actualidad, esto ha ocasionado serias afecciones al ser humano y al medio ambiente (Millán, 2019).

El cromo es un elemento que se encuentra normalmente en rocas, animales, plantas y suelo. Puede hallarse en formas diferentes y estas establecen su estado líquido, sólido o gas. El cromo (0) elemental, cromo (III) y cromo (VI).

El Cromo (VI) es un peligro para la salud de la humanidad, sobre todo para las personas que laboran en la industria del acero y textil ocasionando efectos en la piel y la alteración del ADN de las personas y el medio ambiente

Como consecuencia de los grandes problemas de contaminación existentes, el hombre ha tomado conciencia del daño que está generando a su ambiente y en la búsqueda de proteger su entorno ha generado procesos para revertir los daños. Los impactos ambientales de la industria del cromado son tan considerables como los de las industrias mineras y del petróleo. El aspecto de contaminantes es muy amplio en la industria del cromado como: plomo, aluminio, titanio, sulfuros, sólidos suspendidos y cromo hexavalente esto se hace que los efluentes de la industria sean difíciles de purificar, por lo general arrastran un volumen considerable de sólidos sedimentables. (Páez, 2017) además, se menciona que el vertimiento poco controlado del cromo al medio ambiente se genera básicamente por las aguas residuales de origen industrial y que no reciben el tratamiento adecuado para su eliminación de los efluentes líquidos, ya que muchas veces el origen de estos efluentes proviene de zonas urbanas e industriales por lo cual se obtiene aguas residuales de tipo mixtas y que no resultan tratables debido a los sistemas convencionales.

En la industria del cromado se desarrollan actividades llamado cromado de metales, esta actividad se realiza el recubrimiento de la superficie mediante el cual se aporta a las piezas una película de cromo de espesor variable con el fin de aumentar el rendimiento de dureza de las piezas tratadas en las cuales se puede usar (reparación de pistones hidráulicos, vástago de rodillos, repuestos para la industria minera y construcción), también el cromado es una técnica de depositar mediante la galvanoplastia una fina capa de cromo sobre el objeto de otro metal o plástico, donde esta técnica proporciona resistencia frente a la corrosión, facilita la limpieza del objeto o incrementar su dureza en la parte superficial del objeto. Los diversos compuestos de cromo hexavalente representan una gran amenaza al ambiente y al hombre debido a sus efectos nocivos. Las intoxicaciones se manifiestan en lesiones renales, gastrointestinales, hígado, riñón, la glándula tiroides y la médula ósea (Arauzo, et al., 2003). Asimismo, la exposición a concentraciones altas de cromo es perjudicial para la salud debido a que puede ocasionar cáncer al pulmón, úlceras, perforación al tabique nasal y daño cerebral.

El cromo y sus compuestos son altamente tóxicos son causantes de la contaminación de aguas subterráneas y superficiales, ya que es frecuente su aplicación en la industria, como en la fabricación de acero, automóviles y galvanoplastia, además es utilizado en la minería, fábricas de curtido de cuero, producción de pinturas, tintes y es muy utilizado en el cromado de metales. También el autor menciona que (Soto, et al., 2017) el revestimiento de metales mediante el cromado permite contrarrestar la corrosión de algunos metales expuestos a condiciones ambientales de temperatura y humedad, asimismo, resulta una alternativa económica debido a su baja complejidad por medio de tratamiento térmico y electrolítico. Ante la alteración de un recurso hídrico en este trabajo de investigación se presenta alternativas eficientes para el medio ambiente como (Millán, 2019). La biorremediación con bio-bacterias que se define como los procesos en los que se usan microorganismos o enzimas producidas por estos para transformar o degradar contaminantes tóxicos en los ecosistemas; esta estrategia biológica depende de las propiedades catabólicas que presentan los microorganismos, quienes utilizan los contaminantes para su desarrollo.

Environmental Protection Agency (EPA). La alteración de las fuentes de recursos hídricos aqueja a todo el mundo, pues causa impactos reversos en la salud humana, los ecosistemas, la flora, la fauna, la economía, entre otros. En el Perú, esta problemática no es una excepción y se busca alternativas que aporten con el cuidado del ambiente y la mejora de la calidad de las aguas residuales para atenuar los impactos significativos.

Es por ello, que la presente investigación propone una nueva alternativa de solución para la descontaminación de cuerpos de agua residuales contaminados con cromo hexavalente, mediante la aplicación de un sistema de biorremediación mediante *Pseudomonas sp (Entorobacter)*, que será aplicado en muestras de agua de una empresa de cromado en el distrito de Villa el Salvador; es por ello, que mediante el planteamiento de las hipótesis de investigación y la aplicación del proceso de experimentación, se lograron obtener los objetivos previstos.

La presente investigación, se encuentra constituida de tres capítulos, donde, se plantea el **problema de general**, se cuestionó lo siguiente: ¿Cuál es la eficiencia de la *Pseudomonas sp (Eutorobacter)*, en la reducción del cromo hexavalente en aguas contaminadas de la industria del cromado?, y como **problema específicos** se plantearon las siguientes interrogantes: ¿Cuáles serán las características físicas y químicas del agua contaminada con cromo hexavalente antes del tratamiento con las *Pseudomonas sp (Eutorobacter)*?, ¿Cuál será la dosis optima de *Pseudomonas sp (Eutorobacter)* en el tratamiento de las aguas con cromo hexavalente de la industria del cromado?, ¿Cuáles serán las características físicas y químicas del agua contaminada con cromo hexavalente en las etapas del tratamiento con *Pseudomonas sp (Eutorobacter)*?, ¿Cuál será la reducción del cromo hexavalente en todo el proceso con las con *Pseudomonas sp (Eutorobacter)*?

Como **justificación** de estudio, el desarrollo de investigación tuvo como aportes que beneficiarán a la población en los siguientes niveles:

Nivel social: En este nivel se utilizó la *Pseudomonas sp (Eutorobacter)*, que permitió proteger la salud, y la exposición del cromo hexavalente, las cuales originan cáncer en el pulmón, nariz y senos en las mujeres, en los ojos produce quemaduras graves.

Nivel económico: Las *Pseudomonas sp (Eutorobacter)*, se obtuvieron de la descomposición de los residuos de orgánicos, verduras las que se pueden generar a bajos costos. Las que redujeron las concentraciones de cromo hexavalente del agua.

Nivel ambiental: es importante la utilización de la *Pseudomonas sp (Enterobacter)* porque redujeron la contaminación del suelo, aire y principalmente del agua, al momento que esta es desechada después de los trabajos del cromado donde para mejor dureza se utiliza ácido sulfúrico lo que origina el cromo hexavalente en la reacción electrolítica.

Nivel tecnológico: En lo tecnológico fue viable ya que se puede realizar a bajos costos y su aplicación no necesita de equipos sofisticados en su aplicación siendo una metodología innovadora.

De acuerdo a la formulación del problema establecido en líneas anteriores, se planteó como **objetivo general** determinar la eficiencia de la *Pseudomonas sp (Enterobacter)* en la reducción del cromo hexavalente en el agua contaminada de la industria del cromado y como **objetivo específico** se estableció lo siguiente: analizar la concentración inicial del cromo hexavalente y parámetros físicos y químicos del agua contaminada de la industria del cromado, evaluar la dosis optima de *Pseudomonas sp (Enterobacter)* en el tratamiento de las aguas contaminadas con cromo hexavalente, determinar las características físicas y químicas del agua contaminada con cromo hexavalente en el tratamiento con *Pseudomonas sp (Enterobacter)* en sus tiempos de 7,14 y 21 días,

determinar la reducción del cromo hexavalente a través del tratamiento con *Pseudomonas sp (Enterobacter)*.

La presente investigación estableció como **hipótesis general** que las *Pseudomonas sp (Enterobacter)*, influirán en la reducción de la contaminación del agua contaminada con cromo hexavalente, y como **hipótesis específicas** la concentración del cromo hexavalente y parámetros fisicoquímicos del agua se encuentran sobre el nivel de los valores máximos admisibles ambientales para vertimientos de aguas residuales. (norma peruana), la dosis óptima de *Pseudomonas sp (Enterobacter)* para el tratamiento de agua contaminada con

cromo hexavalente será 60% del volumen de agua a tratar, las características físicas y químicas del agua contaminada con cromo hexavalente mejorarán luego del tratamiento con *Pseudomonas sp (Enterobacter)* en sus tiempos de 7,14 y 21 días, la reducción del cromo hexavalente en el agua contaminada será mayor al 50% después del tratamiento con *Pseudomonas sp (Enterobacter)*.

II. MARCO TEÓRICO

Las aguas residuales de aplicaciones industriales contienen metales potencialmente tóxicos y compuestos orgánicos. que provocan una alarmante contaminación ambiental en todo el mundo. A pesar de que el cromo hexavalente es un metal tóxico, la industria del cromado vierte sus efluentes sin eliminar o reducir este elemento. La descarga de cromo en aguas residuales contamina los cuerpos de agua, pone en peligro las vidas acuáticas y representa un grave peligro para la salud. Por lo tanto, es un problema de salud pública que debe abordarse reduciendo la toxicidad o la carga de cromo en los efluentes (Shanewaz, et al., 2020).

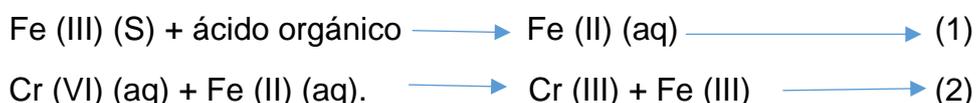
El Cromo hexavalente es un metal manipulado en metalurgia para garantizar resistencia a la corrosión y obtener un acabado brillante. El cromo metálico es usado para la fabricación de acero, en el caso del cromo trivalente y hexavalente son empleados para la fabricación de pigmentos y pinturas, cromados, curtidos de cuero, chapado galvanoplastia, en torres de refrigeración de purga, baños anodización, como catalizadores y para la conservación de madera (Mohan, Pittman y Steele, 2006).

Los microorganismos son una extensa gama de seres vivos que solo pueden observarse a través del microscopio óptico o electrónico, esto se puede mostrar en formas celulares aisladas, libres e independientes. De acuerdo con los analistas en microbiología, se reconocen principalmente tres dominios de organización para estos seres vivos, los cuales son bacterias (*Eubacterias*), Arqueas (*Arqueobacterias*) y *Eucariotes (Eucarya)*. Entre los cuales se encuentran los protozoarios, algas, levaduras y hongos, de tal forma también los priones, virus y viroides son considerados también como microorganismos (Sánchez et al., 2017).

De esa manera también se manifiesta que la diferencia elemental entre estos microorganismos está en su estructura, así mismo, se manifiesta como participantes dentro de un proceso biológico de tal forma que permiten el desarrollo de los ecosistemas y biotecnologías, fundamentales para la industria farmacéutica, médica y alimentaria (Beltran & Campos, 2016).

De tal manera se hará la aplicación de microorganismos en el ambiente para la depuración de aguas residuales, dentro de eso se encuentra los tratamientos secundarios, mediante un proceso biológico y químicos. La biotecnología ambiental manifiesta que las interacciones entre los microorganismos y los metales son factores primordiales dentro del ciclo biogeoquímico, su principal objetivo es implementar una metodología para remover, recuperar o detoxificar metales pesados. De acuerdo a ello. Los microorganismos tienen la función de desarrollar dos transformaciones en los metales según su estado de oxidación y su especie. Una de sus principales es la inmovilización del metal, la cual se conoce como lixiviación microbiana y la otra sería la inmovilización del metal, que viene a ser el cambio de fase de un estado sólido a un estado soluble o acuosa (Vullo, 2003).

Para ello se indica que, la reducción del cromo hexavalente se puede dar mediante condiciones aerobias o anaerobias, además puede estar relacionada a la fracción soluble o de la membrana celular. Las bacterias capaces de oxidar sulfuros son eficientes para Cr (VI) a Cr (III) gracias a una precipitación reductiva indirecta vía agente biogénicos: S^{2-} o Fe (II), generadas por bacterias Alan & Ahmad (2011).



En la figura 1 se muestra el proceso de transporte y toxicidad del cromo en las células bacteriana donde se lleva a cabo el siguiente procedimiento: A) Captación del Cr (VI) (CrO_4^{2-}) a través del sistema de transporte del sulfato (SO_4^{2-}). B) Las membranas biológicas son impermeables al Cr (III), por lo que este resulta inocuo extracelularmente. C) Reducción intracelular de Cr (VI) a Cr (III). D) Estrés oxidativo causado por la generación de especies reactiva de oxígeno como consecuencia de la reducción de Cr (VI). E) Daño ocasionado por la interacción del Cr (III) con proteínas o F) con el DNA (Huang, Chai, Chen & Logan, 2011). En la figura se muestra él transporte y la toxicidad del cromo por las bacterias.

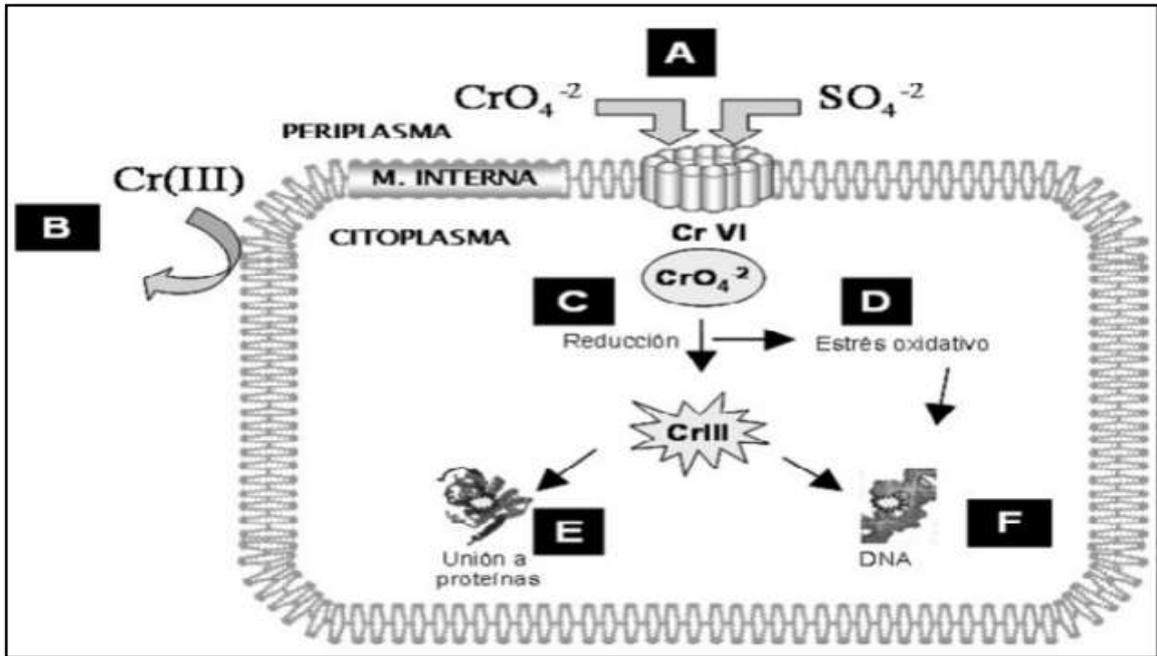


Figura 1. Transporte y toxicidad del cromo en la célula bacteriana

Fuente: Huang, Chai, Chen & Logan, 2011

Para ellos actualmente uno de los mayores problemas que se afronta a nivel mundial es el deterioro constante del ambiente a causa de contaminantes que son vertidos sobre la superficie terrestre y el agua. Muchos de estos de estos contaminantes son metales pesados que, en altas concentraciones, son tóxicos para el ser humano y otros organismos, trayendo como consecuencia una alteración en la vida de los ecosistemas.

Núñez (2007) quien escribió una relación del cromo que es uno de los metales tóxico en mayor cantidad de toda la tierra que causa la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas debido a su frecuente aplicación industrial, como la galvanoplastia, la fabricación del acero y automóviles, la minería, el curtido del cuero, el procesamiento de metales como el cromado, la producción de pigmentos para pinturas y las tintas.

El cromo generalmente se encuentra en dos estados de oxidación estable, el trivalente (Cr^{3+}) y hexavalente (Cr^{6+}) la forma hexavalente es bien conocida por ser muta génico, carcinogénico y tóxico, a diferencia del Cromo trivalente que es menos reactivo y tóxico, es casi insoluble y puede precipitarse fácilmente en solución. El

(Cr⁶⁺) es un contaminante peligroso, ya que se propaga fácilmente a través de los sistemas acuáticos superficiales y a las aguas subterráneas, debido a su alta solubilidad en aguas (Soto, et al., 2017).

Ante ello, el incremento del uso de metales y sustancias químicas en los procesos industriales ha resultado en la generación de grandes cantidades de efluentes que contienen altos niveles de contaminantes orgánicos e inorgánicos (Metcalf & Eddy, 2003).

La remoción de plomo y cadmio por células inmovilizadas de *Pseudomonas putida* ATCC 49128, se encuentra dado por someter a la bacteria a un periodo de adaptación a diferentes concentraciones de los metales, obteniendo una mejor adaptación a concentraciones de 0.01mg/ml de cadmio y plomo, esto previa aplicación con la finalidad de alcanzar una mejor capacidad de remoción. Se obtuvo como resultado final que el porcentaje de remoción se logró el 71.21% ±1,0369 % en plomo y de 96,88±0,5103 % en cromo, demostrando la biorremediación de aguas contaminadas mediante esta sepa (Takahash, 2019).

Para la determinación de la eficiencia de 3 bacterias (*B. amyloliquefaciens*, *thuringiensis* y *Paenibacillus sp.*), en la remoción de cromo, se utilizaron biorreactores, los cuales funcionaron por 156 horas a 20 grados Celsius y en un pH de 7. Los resultados que obtuvieron fue que la bacteria *B. thuringiensis* presente el mayor porcentaje de remoción con un porcentaje de 83.05%. Los autores concluyen que su eficiencia de la bacteria *B. thuringiensis* en la reducción de cromo hexavalente aumenta a 99.42% cuando es aplicado en un tratamiento a escala (Guerrero, et al., 2017).

La determinación de los tiempos más favorables y la concentración debe poseer el catalizador para poder remover el cromo hexavalente en aguas residuales, las cuales provienen de la industria del cromado. Las muestras fueron de 250 mL y fueron tratadas con dióxido de titanio por un tiempo de 30, 60, 90, 120 minutos. Los resultados obtenidos demostraron que el pH 3,3 ejerció un papel muy importante en la remoción reduciendo los tiempos así mismo la remoción total de cromo hexavalente con este método a los autores les tomo 1.5 días, aplicando 3 g/L de dióxido de titanio en un pH ácido (Castiblanco, 2019).

Para tratar las aguas residuales con cromo hexavalente de las curtiembres con la bacteria *Pseudomonas sp*, se tomó muestras de 169.9 mL de efluente y fue tratado con 3 diferentes concentraciones de la *Pseudomonas sp* las cuales fueron de: 3×10^8 bact/mL, 3×10^6 bact/mL y 3×10^4 bact./mL en un tiempo de aplicación de 40 horas. Los resultados mostraron una reducción de 0.2486mg/L, 0.2327mg/L y 0.2326mg/L respectivamente a las concentraciones antes mencionadas. La autora concluye que su metodología no le permitió remover en su totalidad el cromo hexavalente en el efluente, pero la primera concentración de la bacteria aplicada fue la más eficiente (Miranda, 2017).

La biorremediación de los efluentes de las curtiembres los cuales contienen altas concentraciones de cromo hexavalente, aplicó *Pseudomonas sp*, para ello, se inocularon a sus muestras 3×10^6 células/mL de la bacteria con un tiempo de aplicación de 6 días. La remoción obtenida por los autores fue de 13.51%. Por el bajo porcentaje de remoción de cromo hexavalente se concluye que su tratamiento no es el más eficiente para el tratamiento de aguas residuales provenientes de las curtiembres (García, et al., 2007).

La reducción de cromo hexavalente presente en las aguas residuales de las curtiembres aplicando la *Pseudomonas aeruginosa*. Para ello la autora fabrico 5 biorreactores con capacidad de 1.7 litros, y las bacterias fueron tratadas en 5 mL de caldo nutritivos a condiciones controladas por 18 horas. El mejor resultado que obtuvo fue en su biorreactor 3, ya que después de 9 días, la población de la *P. aeruginosa* creció a 5.21×10^{18} UFC/mL, lo que le permite concluir que dicha bacteria crece sin dificultad en el efluente y reduce las concentraciones del cromo hexavalente (Lujan, 2014).

La remoción del cromo hexavalente de los efluentes de la industria textil, aplicó la biorremediación mediante la inoculación de 6 cepas bacterianas a las aguas residuales. Para ello el autor analizó sus muestras teniendo parámetros iniciales de pH el cual fue de 2.37 y de DQO con un valor de 21056 mg/L. El resultado obtenido después del tratamiento fue que la *Pseudomonas sp*. removió el 94.5% del cromo presente en el efluente y el crecimiento de la cepa llegó a 3.0×10^7 cel./mL. Se concluye que la *Pseudomonas sp*. fue la más eficiente de las 6 cepas analizadas (Guevara, 2018).

Para el análisis de reducción del cromo hexavalente con las *Pseudomonas* sp, se recolectó las aguas residuales de las curtiembres las cuales poseen grandes concentraciones de este elemento. La metodología que aplicaron fue la de Luria Bertani, este caldo fue preparado con las aguas del efluente en un tiempo de 24 horas a una temperatura controlada de 30 grados Celsius. Los resultados se obtuvieron por medio del método colorímetro que arrojó un porcentaje de remoción de 51.9% con las *Pseudomonas fluorescens*. Este resultado le permite concluir a los autores que su método no le permitió alcanzar porcentajes muy altos de remoción (Castillo, et al., 2015).

La eficiencia de las cepas *Pseudomonas Aeruginosas* en la remoción de metales pesados de los efluentes, es evaluado mediante el análisis de muestras donde las concentraciones de cromo eran entre 0.5 – 2, de Zinc entre 2 – 20 y de Plomo entre 5 – 20 mg/L. El resultado obtenido fue que las cepas de *Pseudomonas Aeruginosas* poseen una gran capacidad de remover cromo con un porcentaje de 36.64% de remoción (Londo, 2016).

La eficiencia de los microorganismos en la remoción de metales pesados como Plomo, Cobre y Zinc, es evaluada mediante el uso de las cepas *Corynebacterium* sp, *Pseudomonas* sp y *Bacillus* sp. en aguas que provenían de la minería y poseían una alta concentración de estos metales pesados. El resultado que obtuvieron fue muy favorable con porcentajes de remoción de Plomo 88.8%, Cobre 79.7% y Zinc 49.2% (Mena, et al., 2016).

La capacidad de remoción de arsénico por medio de la inoculación de la *Pseudomonas Aeruginosa* a diferente tiempo y concentración, está dada por la metodología que aplicó el autor fue el recuento de placas. Donde obtuvo como resultado que la concentración bacteriológica fue de 3.15×10^{10} UFC, lo cual le permitió una remoción de 55.23% en un tiempo de aplicación de 24 horas, 57.73% en 48 horas y finalmente 61.14% a las 72 horas (Grados, 2018).

La degradación de cromo hexavalente por medio de la aplicación de microorganismos, puede ser reforzada con dicromato de potasio. En su desarrollo se utiliza bacterias nativas que extrajo de un humedal, las cuales por medio de

ensayos determino el tipo de cepas (JB1-1 y 2, EM2-2 y MT1 y 2), el porcentaje de remoción de cromo hexavalente que obtuvo cada cepa fue de 76%, 60% y 49% respectivamente, donde la concentración inicial de Cromo VI fue de 30 mg/L (Torrijo, 2018).

La determinación de la capacidad que tienen las bacterias y levaduras en la remoción de cromo hexavalente, proveniente de aguas residuales domesticas e industriales es realizado mediante cultivos añadiéndoles dicromato de potasio, los cuales fueron vertidos a las aguas residuales. El resultado que obtuvo fue que las bacterias *Raoultella sp*, *Serratia sp* y *Klebsiella sp*, removieron el 100% del cromo hexavalente en un tiempo de 30 horas. Se concluye destacando la capacidad de remoción de dichas bacterias (Landazuri, 2017).

La bacteria *Cellulosimicrobium* durante el experimento de reducción de Cr (VI) realizado a 50, 100, 200 y 300 mg/L de concentraciones de Cr (VI), la bacteria mostró una reducción del 99,33% y 96,98% a 50 y 100 mg/L en 24 y 96 h. respectivamente. Sin embargo, a una concentración de Cr (VI) de 200 y 300 mg / L, solo se logró una reducción del 84,62% y del 62,28% después de 96 h, respectivamente. Los autores concluyeron que esta bacteria es resistente a múltiples fármacos y metales, se puede utilizar como un agente potencial para la biorremediación eficaz de sitios contaminados con metales (Bharagava & Mishra, 2018).

El 74,2% de Cr (VI) se elimina de la solución haciendo crecer las células en 72 horas. Además, las células en reposo muertas por calentamiento tenían poca capacidad de eliminación de Cr (VI), que era significativamente menor que la de las células en reposo, que alcanzaron una tasa de eliminación de casi el 80%. Los autores concluyen que la fracción de la envoltura celular tuvo una tasa de eliminación del 82,9%, aparentemente más alta que la fracción citoplasma (11,1%), lo que indica que la envoltura celular fue la ubicación principal para la reducción de Cr⁺⁶ (Zeng, et al., 2019).

El rendimiento de la disolución de los minerales de sulfuro y la reducción de Cr (VI) depende en gran medida de la propiedad soluble en ácidos minerales. La capacidad de reducción de Cr (VI) de pirrotita, pirita, marcasita y esfalerita fue de 50, 104, 104

y 44 mg / g (Cr (VI) / mineral) respectivamente en el sistema biótico. *Acidithiobacillus ferrooxidans* mejoró significativamente la cinética y la capacidad de reducción de Cr (VI) basada en pirita y marcasita. Los autores determinaron que el consumo de protones, la coprecipitación de hierro y la deficiencia de actividad biológica en el sistema abiótico inhibieron significativamente la reducción de Cr (VI), así mismo azufre elemental y el mineral de hierro secundario, inhibieron la reducción sostenible de Cr (VI). Y las bacterias utilizadas facilitaron la disolución de minerales no solubles en ácido, y promovió la reducción de Cr⁺⁶ (Gan, et al., 2019).

Un sistema completamente anaeróbico o un sistema anaeróbico-aeróbico dosificado con fuentes de carbono orgánico externas simples o complejas puede conducir a una reducción prácticamente completa de Cr (VI) a Cr (III). La eliminación total de cromo en los sistemas de tratamiento biológico no fue completa porque una porción significativa de Cr (III) permaneció en solución. Los autores concluyen que un sistema anaeróbico seguido de un filtro de arena logra una eliminación total de cromo superior al 95%, lo que resultó en concentraciones promedio de cromo total y disuelto en el efluente de 7 µg/L (Mamais, et al., 2016).

La capacidad de la arena con revestimiento residual para eliminar el cromo hexavalente de las soluciones acuosas no solo tiene el potencial de resolver el problema de la disposición residual, sino también el problema de los efluentes industriales que contienen cromo hexavalente, que continúan planteando riesgos crecientes para la salud humana y el medio ambiente (Chi-Chuan, et al., 2017).

La inmovilización de cepas de *Pseudomonas sp* *Enterobacter* con capacidad de agrupar Hg, para remediar un efluente de proceso industrial que fue almacenado dicho efluente en la ciudad de la India, el cual se suplementó con 7,3 mg/L del metal, obteniéndose 90% de remoción después de 72 h de cultivo. Esto hace evidente que las bacterias remediadoras no solo son efectivos al Cr⁺⁶ sino también a metales más pesados como el mercurio (Sinha & Khare, 2012).

Los rendimientos de eliminación de 93,60 y 93,79% para 10 mg / L, 99,47 y 90,78% para 15 mg / L y 70,41 y 68,27% para 25 mg / L de cromo hexavalente inicial en 72 h, respectivamente. y podría reutilizarse durante al menos cinco ciclos. Las imágenes de microscopía electrónica de barrido de las bandas de biocompuestos

demuestran que las biopelículas de *Morganella morganii* se adhieren fuertemente a las superficies poliméricas fibrosas y se retienen después de ciclos repetidos de uso. En general, los resultados sugieren que las bandas de biocompuestos fibrosos inmovilizadas con bacterias reutilizables podrían ser aplicables para la remediación continua de cromo hexavalente en sistemas de agua (Sarioglu, et al., 2016).

Los grupos carboxílicos introducidos en los nanotubos durante la oxidación usan permanganato de potasio y se sometieron a acoplamiento así mismo la microscopía fue la técnica utilizada para caracterizar los biosorbentes desarrollados. Concluyendo que la técnica de caracterización confirmó la interacción de microbios y nanotubos de carbono oxidados con Cr^{+6} (Sathvika, et al., 2018).

Al utilizar biomasa activa, los estudios cinéticos mostraron que el 100% de la bioadsorción se alcanzó a partir de la solución de 25 mg/L de Cr (VI) en 360 horas. Por otro lado, la biomasa inactiva alcanzó el 100% de su capacidad de saturación en 22 minutos para una concentración de 50 mg/L de Cr (VI). El estudio demostró la eficiencia de la *P. ostreatus*, en la remoción de Cr (VI) para efluentes industriales (Da Rocha, Vendruscolo & Antoniosi, 2019).

La concentración de Cr en los tejidos vegetales y se investigó el papel de las bacterias *Endofíticas* en la tolerancia de las plantas a la toxicidad del Cr (VI). Los resultados apoyan que *J. acutus* es capaz de filtrar Cr (VI) del agua contaminada con hasta 140 $\mu\text{g} / \text{L}$. Así mismo se determinó que la cepa *Pseudomonas sp* era capaz de reducir completamente 100 mg/L de Cr (VI) después de 150 h de incubación (Dimitroula, et al., 2015).

El tratamiento de los efluentes de la curtiembre con cepa aislada de *B. Cereus*, la cual condujo a una reducción considerable de la carga contaminante. La reducción de la carga contaminante se estudió con células tanto inmovilizadas como libres y las células inmovilizadas fueron más efectivas para reducir la DQO (65%), la DBO (80%), los TDS (67%), la CE (65%) y el TC (92%) después 48 h. El análisis reveló una reducción de la carga orgánica después del tratamiento con células libres e inmovilizadas. Los resultados demuestran que ambos métodos de tratamiento bacteriano (libre e inmovilizado) fueron eficientes en la reducción de la carga contaminante del efluente de la curtiembre, así como en la reducción de los efectos

genotóxicos, sin embargo, el tratamiento con células inmovilizadas fue más efectivo (Vineeta, et al., 2016).

Se aislaron dos cepas de bacterias que pudieron reducir el Cr (VI) de manera eficaz en suelo contaminados con Cr (VI) y se identificaron como *Brevibacterium* sp. y *Stenotrophomonas* sp, estas pudieron crecer en caldo Luria que contenía dicromato de potasio a 1000 y 1600 mg/L, respectivamente, y redujeron completamente el Cr (VI) en medio Luria Bertani que contenía $K_2Cr_2O_7$ a 200 mg/L en 72 h. Los autores concluyen que las células permeabilizadas de ambas cepas podrían reducir completamente el Cr (VI) en las aguas residuales industriales dos veces antes de necesitar reposición (Shimei, et al., 2015).

Las aguas residuales que contienen Cr (VI) se redujeron en 57,8% y 67,0% (como mínimo). El *Ochrobactrum* sp. demostró ser bueno y adaptable al pH (7-9), y el biosistema exhibió una alta eficiencia de eliminación (> 98.2%) y a una amplia gama de temperaturas (25 °C – 40 °C). La concentración de Cr (VI) de salida del biosistema alcanzó el límite de descarga industrial de 0,5 mg/L cuando la concentración de Cromo hexavalente de entrada en las aguas residuales que contienen Cr (VI) reales eran <430 mg/L (Wang, et al., 2020).

La biodegradación de Cr (VI) por medio de la *Pseudomonas putida*, está dada por el uso de los parámetros que utilizaron los autores durante el proceso fueron: pH (7,0 ± 0,2), temperatura (35 ± 2 °C), y el tiempo (8 días). La máxima eliminación de Cr Se encontró que (VI) era 86,4% en la condición optimizada en el biorreactor. Los parámetros biocinéticos se evaluaron mediante el modelo de Monod y Andrew Haldane. Se concluye que este proceso remueve un alto porcentaje de cromo hexavalente en efluentes industriales a un bajo costo (Ravi, et al., 2019).

El análisis de la reducción del cromo hexavalente con *Penicillium* sp. Para ello los autores prepararon suspensiones de cultivo de *Penicillium* sp. durante 4 días en 100 ml de caldo de tioglicolato (pH 7,0) y se recogieron mediante centrifugación a 4°C; se añadieron suspensiones de células permeabilizadas (0,5 ml) con 2 a 10 mg / 100 ml de Cr (VI) como concentraciones finales y se incubaron durante 6 ha 30 ° C. Los experimentos con cada conjunto de tratamiento de permeabilización y concentraciones de Cr (VI) se realizaron por triplicado. Se concluye que logro una

alta actividad de Cr (VI) reductasa. El potencial de reducción de Cr (VI) de las células en reposo aumentó mediante la permeabilización celular. Se encontró que la temperatura y el pH óptimos de la actividad cromato reductasa de la bacteria eran 37°C y 7,0 respectivamente (Arévalo, et al., 2016).

La eficiencia en la reducción el cromo hexavalente de 5 extractos de plantas: *Camellia sinensis*, *Syzygium aromaticum*, *Mentha spicata*, zumo de *Punica granatum* y vino tinto, para la producción de suspensiones de nanohierro y su aplicación para la reducción de Cr (VI). Los polifenoles contenidos en los extractos actúan como agentes reductores de los iones de hierro en soluciones acuosas. La cantidad máxima de polifenoles extraídos oscilo entre 10 a 20 g/L. Los resultados obtenidos mostraron que los extractos de *Camellia sinensis*, son muy efectivas para la reducción de Cr (VI), alcanzando una capacidad de remoción tan alta como 500 mg de Cr (VI) por gramo de hierro en nanopartículas (Mystrioti, et al., 2016).

Los compuestos de cromo (VI) producidos por la industria química se utilizan en una amplia gama de aplicaciones, incluido el cromado, la fabricación de tintes y pigmentos, conservantes de madera, revestimientos superficiales e inhibidores de corrosión. El cromo es emitido al aire por fuentes antropogénicas y también de fuentes naturales, incluidos los bosques incendios. El cromo está presente en la atmósfera principalmente en forma de partículas. Efluentes domésticos e industriales que contienen el cromo (VI) se emite a las aguas superficiales, (Inorganic Chromium (VI) Compound, 2018).

Muchas de las industrias están ubicadas a lo largo de las orillas de los ríos, por su requerimiento de grandes cantidades de agua en los procesos de fabricación y, finalmente, sus desechos que contienen ácidos, álcalis, tintes y otros productos químicos se vierten y se vierten en los ríos como efluentes. Las sales de cromo se utilizan en procesos industriales para la producción de dicromato de sodio y otros compuestos que contienen cromo. Todas estas descargas llegan finalmente a los cuerpos de agua en forma de efluentes que afectan la salud humana y el organismo que vive allí (Gupta & Singh, 2016).

Según las teorías de enfoque de la siguiente investigación son:

El cromo hexavalente, también conocido como cromo IV (Cr 6), es la forma tóxica del metal cromo. Mientras que algunas formas menos tóxicas del cromo ocurren naturalmente en el ambiente (suelo, rocas, polvo, plantas y animales), el (Cr⁶) se produce principalmente por procesos industriales como, por ejemplo; Galvanoplastia, fabricación de soldaduras de acero inoxidable, pigmentos y colorantes, revestimiento de superficies y curtido de cuero. Como afecta el (Cr⁶) a la salud humana es mediante la inhalación de aerosoles o partículas, ingestión (comer y beber) y contacto con la piel. Esto lo menciona la (Oficina de Evaluación de Peligros de Salud Ambientales, 2016). La contaminación del agua es la acumulación de sustancias tóxicas y derrame de fluidos en un sistema hídrico como río, mar o lagunas, etc. En el cual se altera la calidad del agua y puede darse por la contaminación química como metales, los minerales y otras sustancias de origen orgánicas como inorgánicas Según el (Ministerio del Ambiente de Perú, 2016).

La turbidez es la medida de la claridad relativa de un líquido. Es una característica óptica del agua y es una medida de la cantidad de luz que se dispersa por el material en el agua cuando se hace brillar una luz a través de la muestra de agua (Gillett & Marchiori, 2019).

Según Hanna instruments (2019) define la dosis como una medida de la sustancia a aplicarse, en un tiempo determinado.

Una “dosis de exposición” es la cantidad de una sustancia que se encuentra en el medioambiente. Una “una dosis absorbida” es la cantidad de sustancias que ha entrado en el cuerpo a través de los ojos, la piel, el estómago, los intestinos o los pulmones (Green Facts Environment, 2020).

Pseudomonas sp (Enterobacter): Son bacilos gran negativos aerobios. Su forma es recta y curvada con flagelaciones polar.

El género de la *Pseudomonas sp*, son bacilos que poseen la capacidad de degradar muchos compuestos distintos. Las bacterias del género *Pseudomonas sp* son muy ubicuas y se encuentran en suelos, aguas y ambientes intrahospitalarios, son muy resistentes a antibióticos lo que origina que los pocos patógenos que se dan en este género sean muy peligrosos (Costa, 2014).

La Microbiología indica que los tratamientos biológicos (bacterias remediadoras), de la familia *Pseudomonadaceae* han sido reconocidos como métodos efectivos para el tratamiento de decoloración y degradación de metales pesados en aguas residuales industriales altamente contaminadas, este se considera un tratamiento efectivo ya que es considerado un tratamiento amigable con el medio ambiente, de baja producción de lodos y competitivo en cuanto a los costos requeridos (Kuhad, et al. 2005).

El Agar diferencial son medios de cultivo que nos permiten distinguir entre varios géneros y especies de microorganismos. El citrato de Simmons es un medio cuya única fuente de carbono es el citrato sódico, entonces en el solo crecerá la bacteria capaz de desarrollarse utilizando como única fuente de carbono ese componente. La separación en la diferencia de color de las colonias aislada, como el agar azul de metilo, la eosina que permite diferenciar *E. coli* (colonias oscuras y de brillo metálico) de *Enterobacter aerogenes* (colonias rosadas de centro azul sin brillo). Estos dos organismos en agar nutritivo producen colonias de color gris blancuzco.

En los medios de cultivo, el Potencial de hidrógeno, permite medir el nivel de acides o basicidad (alcalinidad) de una solución. Además, permite determinar el balance de iones de hidrógeno (H) y iones negativos (OH) en el agua (López & Torres, 2006). Los valores del pH, oscilan entre 0 a 14, donde se considera el valor 7 como neutral y las aguas más acidas a los valores menores a 7; y los básicos a los valores mayores a 7 (Sánchez, et al. 2007). A esto se integra la conductividad eléctrica, es la medida de la capacidad del agua para conducir una corriente de agua. Esta medida está relacionada con la concentración de iones en el agua, sus concentraciones, movilidad y valencia, así como la temperatura en la que se encuentra en el líquido.

Los iones provienen de las sales disueltas y materia inorgánica (alcalinos, carbonatos, cloruros y sulfuros), estos compuestos son disueltos en el agua y se transforman en iones a los que también se pueden referir como electrolitos. Mientras mayor sea la concentración de electrolitos en el agua mayor será la conductividad (Química del Agua, 2020) por ello, el potencial redox o potencial de oxidación-reducción (ORP) es una medida muy útil que se expresa la actividad de los electrones en una reacción química. En estas, se dan fenómenos de

transferencia de electrones lo que significa que hay unas sustancias químicas que actúan como donadores de electrones (agente reductora) y otras que los atrapan (agente oxidante).

La temperatura es un parámetro físico importante en el agua, ya que influye en los procesos de la actividad biológica, la precipitación de compuestos, la absorción de oxígeno entre otras variables fisicoquímicas (Beltran, 2019).

Según Barrenechea, (2004), citado por Poma, (2018) el oxígeno disuelto se encuentra relacionado con el contenido de materia orgánica biodegradable y el contenido de nutrientes que permiten el proceso de biodegradación dentro de una masa acuática. La cantidad de oxígeno disuelto se expresa mediante porcentajes y sus valores oscilan entre 0 y 25 mg/L (Capó, 2007).

La demanda química de oxígeno (DQO), es la cantidad de oxígeno necesario que permite la descomposición de la materia orgánica e inorgánica en un cuerpo de agua. Es utilizado ya que permite determinar la cantidad de contaminante orgánico presente en aguas residuales. Ante ello la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) permite indicar la cantidad de oxígeno expresado en miligramos disuelto por litro de agua. Este se encuentra relacionado con la cantidad de oxígeno que se consume por oxidación y por el contenido de materia orgánica por medio de los organismos presentes en el agua (Capó, 2007).

Los sólidos totales, es el residuo que permanece en una capsula después de evaporar y secar una muestra a una temperatura de $105^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. (NORMA MEXICANA NMX-AA-034-SCFI, 2015). Además, los sólidos disueltos totales por sigla en inglés (Total Dissolved Solids) son el número de miligramos de residuos que queda después de evaporar una muestra de agua previamente filtrada a través de un filtro de fibra de vidrio con abertura de 1.5 micras. El agua se evapora y el residuo se lleva hasta 180°C el resultado se reporta en mg/L. los STD incluyen las sales, minerales, los metales y cualquier otro compuesto orgánico o inorgánica menor a 1.5 micras o que se disuelven en el agua. Según (Química del Agua, 2020). Sólidos suspendidos totales, es el material constituido por los sólidos sedimentables, los sólidos suspendidos y coloidales que son retenidos por un filtro de fibra de vidrio con poro de $1.5 \mu\text{m}$ secado y llevado a masa constante a una

temperatura de 105°C +- 2°C según la (Norma Mexicana NMX-AA-034-SCFI, 2015). La toxicidad ambiental son las sustancias introducidas en el medio ambiente que causa un efecto los seres vivos y en el medio ambiente, o que si bien no causan efecto directo tienen la capacidad potencial de causarlo (Instituto para la Salud Geo-Ambiental, 2020).

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

La investigación fue de tipo aplicada, donde el problema está, establecido para dar respuesta a las preguntas específicas, teniendo como objetivo predecir un comportamiento específico en todo el proceso.

El trabajo de investigación realizado es un modelo de enfoque cuantitativo. El enfoque cuantitativo es secuencial y probatorio, también sostiene que cada etapa continua a la siguiente en el cual no se puede “brindar” o eludir un paso, esto se da de acuerdo a la problemática de la investigación en la cual se determina las hipótesis y variables, además se establece el tipo de diseño y las variables, en la cual se realizan las mediciones correspondientes según el método estadístico que se emplee, se desarrollara la hipótesis planteada (Hernández, 2014).

El diseño de la investigación fue experimental, donde se manipulan la variable independiente y la dependiente se observó sus cambios y los resultados en un ambiente controlado. Los que se repitieron para verificar las hipótesis planteadas. (Hernández, Fernández & Baptista 2010) sostiene que el diseño es experimental porque permite la manipulación de la variable independiente, debido a ello se producen cambios en la variable dependiente. La variable dependiente que se manipulo en la investigación se encuentra representada por las *Pseudomonas sp* (*Enterobacter*) y el cromo hexavalente, las cuales permitieron determinar los cambios de la variable dependiente, demostrando la eficiencia en la reducción de cromo hexavalente en el agua.

3.2 Variables y operacionalización

La investigación experimental fue bivariable, una independiente y otra dependiente

Variable independiente: La *Pseudomonas sp Enterobacter*

Variable dependiente: El agua contaminada con cromo hexavalente

La matriz de operacionalización se encuentra en el **Anexo N° 3**

3.3 Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

En la presente investigación la **población** es el volumen de agua industrial contaminado de cromo hexavalente que vierte una empresa de galvanoplastia, ubicada en el distrito de Villa el Salvador, los efluentes que generan son de 150 m³/día.

Según Hernández, Fernando & Baptista (2014), la población es el conjunto de todos los casos que se concuerdan con determinadas especificaciones. Para (Arias, 2012) lo define como, la población un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para las cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación.

La **muestra** considerada para la investigación fue en un volumen total de 40 litros tomadas de la industria del cromado, de las cuales se tomó 250 mL de muestra representativa inicial para el análisis en el laboratorio Servicios Analíticos Generales SAC acreditado por INACAL. El resto de la muestra fue seleccionada de un litro por recipiente para el ensayo del proyecto, de las cuales fueron comparados con la normativa del Ministerio de Vivienda D.S. N° 010-2019 norma peruana.

Según Tamayo y Tamayo (2006) define la muestra como: el conjunto de operaciones que se realizan para estudiar la distribución de determinados caracteres en totalidad de una población universo o colectivo partiendo de la observación de una fracción de la población considerada.

El **muestreo** del presente trabajo de investigación se tomó de un punto el cual estuvo ubicado al final de la caja de registro de su vertimiento a la red de alcantarillado. El muestro elegido fue el no probabilístico, ya que la muestra fue tomada de acuerdo a la posibilidad del investigador, para no tener complicaciones al desarrollar la investigación, el muestreo no probabilístico no se basa en el azar, sino en el juicio personal del investigador para seleccionar a los elementos de la muestra. El investigador puede decidir de manera arbitraria o consciente que elementos incluirá en la muestra (Mallhorta, 2008).

La **unidad de análisis** para el presente desarrollo de investigación se hará un análisis de 1 litro de muestra para realizar la caracterización y análisis de los parámetros físicos químicos y biológicos y la remoción de las bacterias en el agua.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

Las técnicas que se utilizaron fueron la observación y la medición directa que permitieron explorar directamente los cambios en el tratamiento del agua con cromo hexavalente de la industria del cromado.

La validez incorpora la noción experimental y establece si los resultados van acorde a los requisitos del método científico. De tal manera nos permite que el instrumento pueda medir una variable. Esta se realizó a través de la calificación de los expertos, quienes ejercieron una valoración respectiva en base a sus conocimientos.

Validar un instrumento manifiesta en qué manera dicho elemento de recojo de datos se concierta a las necesidades de la investigación (Hurtado, 2012). Por ende, que la validez de los instrumentos fue sometida a la sensatez de 3 especialistas del tema a investigar quienes valoraron las dimensiones e indicadores descritos en cada instrumento realizado observaciones y recomendaciones, los cuales fueron rectificadas (Tabla 1 y Tabla 2).

Tabla 1. *Valoración de instrumentos*

Nombre del experto	Especialidad	CIP	Valoración
Dr. Benites Alfaro, Elmer	Ingeniero	CIP: 71998	90%
Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto	Ingeniero	CIP: 130267	90%
Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio	Ingeniero	CIP: 08447308	90%
Promedio de valoración			90%

Tabla 2. Instrumentos de recolección de datos

N°	Instrumento
1	Ficha de ubicación de la industria del cromado
2	Ficha de caracterización inicial del agua con cromo hexavalente en la muestra
3	Ficha de caracterización de la <i>Pseudomonas sp (Enterobacter)</i>
4	Ficha del diseño del tratamiento
5	Ficha Evaluación de resultados

3.5 Procedimientos

En la investigación, se determinó y desarrollo una serie de procedimientos a fin de poder evaluar los objetivos propuestos en cuanto a medir la eficiencia de la *Pseudomona sp Enterobacter* en la reducción del cromo hexavalente en aguas contaminadas de la industria. Es así, que se consideraron el diagrama de flujo de desarrollo experimental, que se muestra en la figura 2

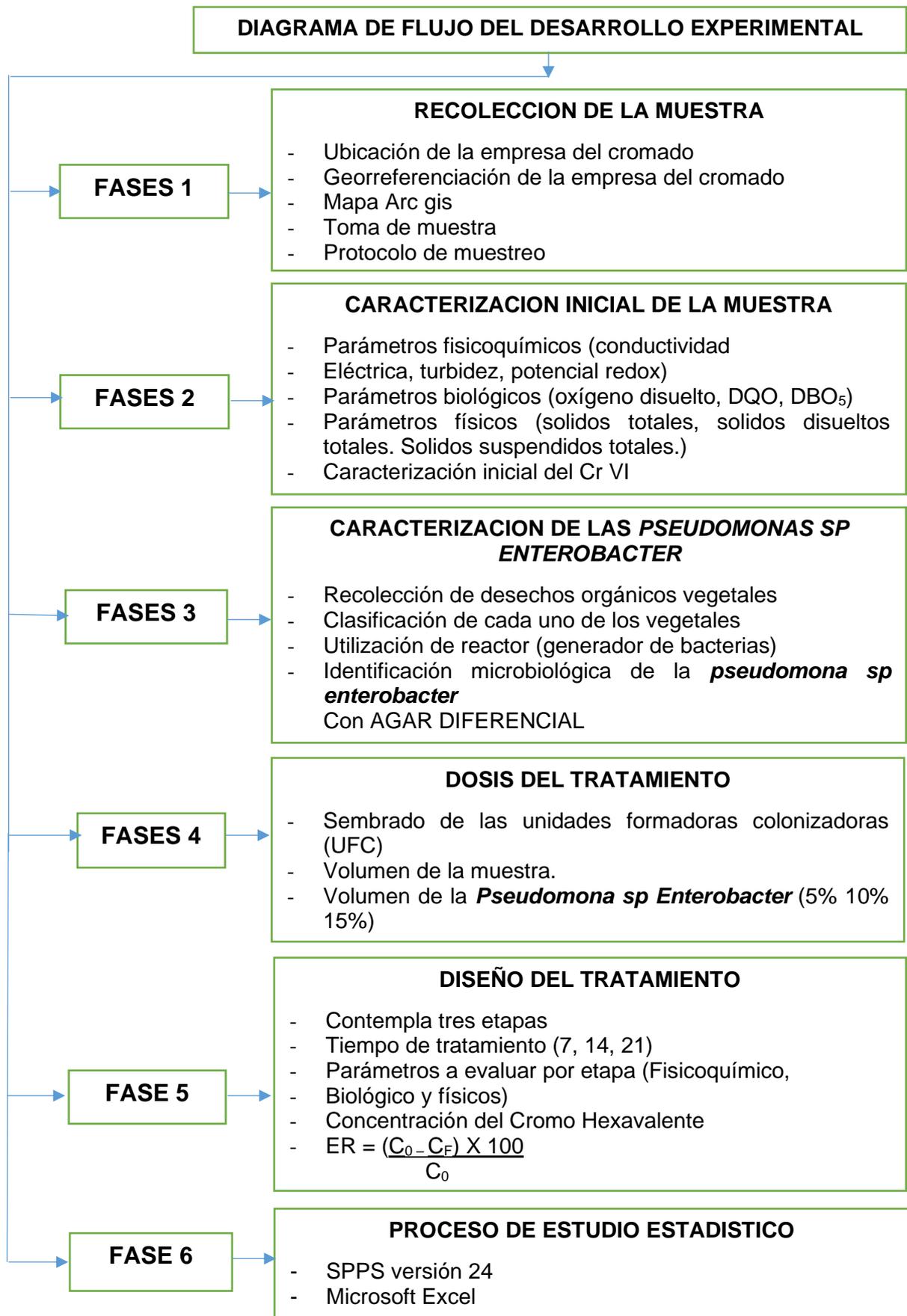


Figura 2. Diagrama de proceso del tratamiento

a) Técnica de muestreo de agua residual industrial

Se realizó la toma de muestra en campo

Materiales de campo

- Frasco de plástico 500 mL
- Piceta con agua destilada
- Papel toalla
- Guantes de látex
- Marcador indeleble
- Libreta de campo
- Coolers para muestra
- Epps Personales

Equipos de campo

- Multiparámetro (pH)
- Termómetro
- GPS
- Cámara digital
- Laptop

Toma de parámetros de campo

Protegidos con guantes de látex, se dio el procedimiento de la toma de los parámetros de campo in situ; como la temperatura, pH con el método de electrodo de membrana. Los resultados de la medición de estos parámetros son llenados en registro de campo de agua y cadena de custodia.

Toma de muestra agua residual

En el muestreo de agua residual se dio de acuerdo con el protocolo del laboratorio Servicios Analíticos Generales SAC acreditado por INACAL de la Norma Técnica Peruana se procedió a tomar la muestra de la siguiente manera; primero se recepcionó la muestra a la salida final del proceso de la empresa y se rotula el frasco. Segundo se sumergió un recipiente a la muestra para trasvasar al frasco del laboratorio, tercero se preserva la muestra con un buffer de sulfato de amonio para su mejor conservación, cuarto se traslada la muestra hacia el laboratorio en coolers

y quinto se hace la entrega de la muestra con la respectiva cadena de custodia en el laboratorio.

La toma de muestra se realizó de acuerdo con los procedimientos del laboratorio indicados para el siguiente parámetro que son los siguientes:

Cromo Hexavalente: se colecto las muestras de agua en frascos de plástico de primer uso de 250 mL de capacidad, se preservan con 40 gotas de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ hasta tener un pH mayor a 9 y luego fueron cerrados herméticamente.

Potencial de Hidrogeno: Para la medición de este parámetro se utilizó el multiparámetro WTW con sonde de membranas de cátodo y ánodo para poder identificar la acides del efluente.

Temperatura: Se utilizó el equipo termómetro para identificar la temperatura del efluente ya que con este método se identifica la disolución de los contaminantes de acuerdo con su dureza.

Tabla 3. *Método de análisis empleado en el laboratorio*

Parámetro	Método de referencia
Cromo Hexavalente	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3500-Cr B, 23rd Ed. 2017. / EPASW-846 Method 7196A, Rev. 1 (1992). Chromium. Colorimetric Method. / Chromium, Hexavalent (Colorimetric).
pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017. pH Value. Electrometric Method.
Temperatura	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 23rd Ed. 2017. Temperature. Laboratory and Field Methods.

Fuente: Servicios Analíticos Generales SAC

Gabinete

En la etapa de gabinete se procedió a la comparación y a la evaluación de los resultados emitidos por el laboratorio (Servicios Analíticos Generales S.A.C.) de acuerdo con la normativa de Ministerio de Vivienda y Saneamiento Decreto Supremo N° 010-2019-VIVIENDA norma peruana; para ello se elaboró gráficos correspondientes a cada parámetro evaluado. El punto de monitoreo en el cuerpo de agua ha sido establecido en el Proyecto de Investigación (estación de monitoreo AR-01).

En la FASE 1, se llevó a cabo la recolección de la muestra, donde se siguió los siguientes procedimientos:

- Ubicación de la empresa del cromado
- Georreferenciación de la empresa del cromado
- Mapa Arc gis
- Toma de muestra
- Protocolo de muestreo

Localización de la Unidad Experimental

La ubicación de la unidad experimental fue en el distrito de Villa el Salvador, en las siguientes coordenadas UTM, WGS84 y Zona: 18 L

El mapa de ubicación del proyecto de investigación fue elaborado mediante el programa de software ArcGis 10.3, con la finalidad de ubicar el punto de muestreo Ver anexo N° 6.

Tabla 4. *Ubicación de la unidad experimental*

Este (X)	Norte (Y)	Altura (mt)
288973	8651239	220

En la FASE 2, se llevó a cabo la caracterización inicial de la muestra, donde se siguió los siguientes procedimientos:

- Parámetros fisicoquímicos (conductividad
- Eléctrica, turbidez, potencial redox)
- Parámetros biológicos (oxígeno disuelto, DQO, DBO5)
- Parámetros físicos (sólidos totales, sólidos disueltos totales, sólidos suspendidos totales)
- Caracterización inicial del Cr VI

Parámetros fisicoquímicos iniciales de la muestra

Estos parámetros se realizaron en laboratorio. Se utilizó un multiparámetro que fue calibrado con buffer internacional HANNA, los que fueron pH 4,7,10, seguidamente se procedió a sus mediciones, también se midió la conductividad eléctrica importante porque sería un indicador de la existencia de sólidos disueltos en el agua contaminado con cromo hexavalente, luego se tomó la temperatura, y finalmente el potencial redox para determinar la oxidación y reducción del cromo que existe en el agua al momento de su análisis inicial, teniendo estos resultados en capítulo IV de los resultados en la tabla N° 9 y en el Anexo 6

Parámetros biológicos

Oxígeno disuelto (OD) (Método Winkler)

Este parámetro se mide con la finalidad de observar que tanto la muestra de agua ha sido alterada teniendo como fundamento la calidad de agua y como perjudicaría al ambiente acuático cuando estas sean vertidas a un alcantarillado. Se utilizó un frasco estandarizado winkler donde fue introducido en un recipiente con la boca hacia abajo para no obtener burbujas de aire y pueda hacer que el método sea confiable.

El resultado se encuentra en la tabla N° 8 del capítulo IV y en el en el Anexo 6

Fórmula: N° 3

$$\text{OD mgO}_2 / \text{L} = \frac{\text{Vol. Gasto en la muestra} * \text{N} * 8000 * \text{Vol. del Winkler}}{\text{Vol. de la muestra} * (\text{Vol. del Winkler} - 2)}$$

Demanda química de oxígeno (DQO) (Método del dicromato de potasio)

Conocida como DQO por todos, viene hacer la capacidad del oxígeno para oxidar la materia orgánica presente en el agua, la cual exige una rápida acción ya que el agua con cromo hexavalente es muy tóxico y perjudicial para los tratamientos en los PETARES, cuando esta es vertida al alcantarillado, generando costos altos, se utilizaron 3 mL de la muestra, a quien se agregó 3 mL de dicromato de potasio y 3 mL de ácido sulfúrico la cual termino en una digestión en un reactor térmico por 3 horas, para finalmente realizar una titulación con sulfato ferroso amoniacal y un indicador ferroina, los resultados se encuentra en la tabla N° 8 y en el Anexo 6

Fórmula: N° 4

$$D. Q. O. (mgO_2 /L) = \frac{(\text{Vol. gast. Blanco} - \text{Vol. gast. Muestra}) \times N \times 8000}{\text{Vol. m.}}$$

Demanda bioquímica del oxígeno (DBO₅) (Método winkler)

La oxidación microbiana de la materia orgánica constituye la demanda de oxígeno que ejercen los microorganismos heterotróficos y que se cuantifica en un período de cinco días los que son controlados a temperatura constante de 20 grados para finalmente realizar la diferencia del oxígeno inicial y final.

Fórmula: N° 5

$$DBO_5 (mgO_2/L) = \frac{OD. inicial - OD. final}{\% \text{ Dilución}}$$

Parámetros físicos

Sólidos totales (ST) (Método gravimétrico)

Los sólidos totales son aquellos que se realizaron agitando la muestra y se tomó un volumen de 100 mL en un vaso precipitado el cual se llevó a sequedad para luego enfriarlo y pesar el vaso con el precipitado y hacer los cálculos con el peso del vaso limpio vacío.

Fórmula: N° 6

$$S.T. (mg/L) = \frac{(W_{T+SS} - W_T) \times 1000}{V_{LITROS}}$$

Sólidos disueltos (SD) (Método gravimétrico)

Este método se realiza de manera diferente al de los sólidos totales porque en este caso se filtró la muestra con un papel filtro Whatman N° 40 por un volumen de 100 mL. llevándolo a sequedad enfriarlo y pesar el vaso con el residuo precipitado. Los resultados se encuentran en la tabla N°. 7 y en el Anexo 6

Fórmula: N° 7

$$S.D. (mg/L) = \frac{(W_{T+SS} - W_T) \times 1000}{V_{LITROS}}$$

Caracterización de la muestra inicial con cromo hexavalente

Primeramente, se homogeniza la muestra, para tomar una unidad muestral de 500 mL y realizar la identificación del cromo hexavalente existente en el agua industrial del cromado.

De esta muestra se realizó, las diluciones correspondientes para determinar la curva de calibración cuando se hizo la lectura de la muestra, lo cual consistió en determinar la constante K, el método de Lambert - Beer fue utilizado con un espectrofotómetro UV-V la que a una determinada longitud de onda determina por transmitancia y absorbancia la concentración del cromo hexavalente, la técnica utilizada fue para determinar cromo hexavalente. Resultados en la tabla N° 5 y en el Anexo 6

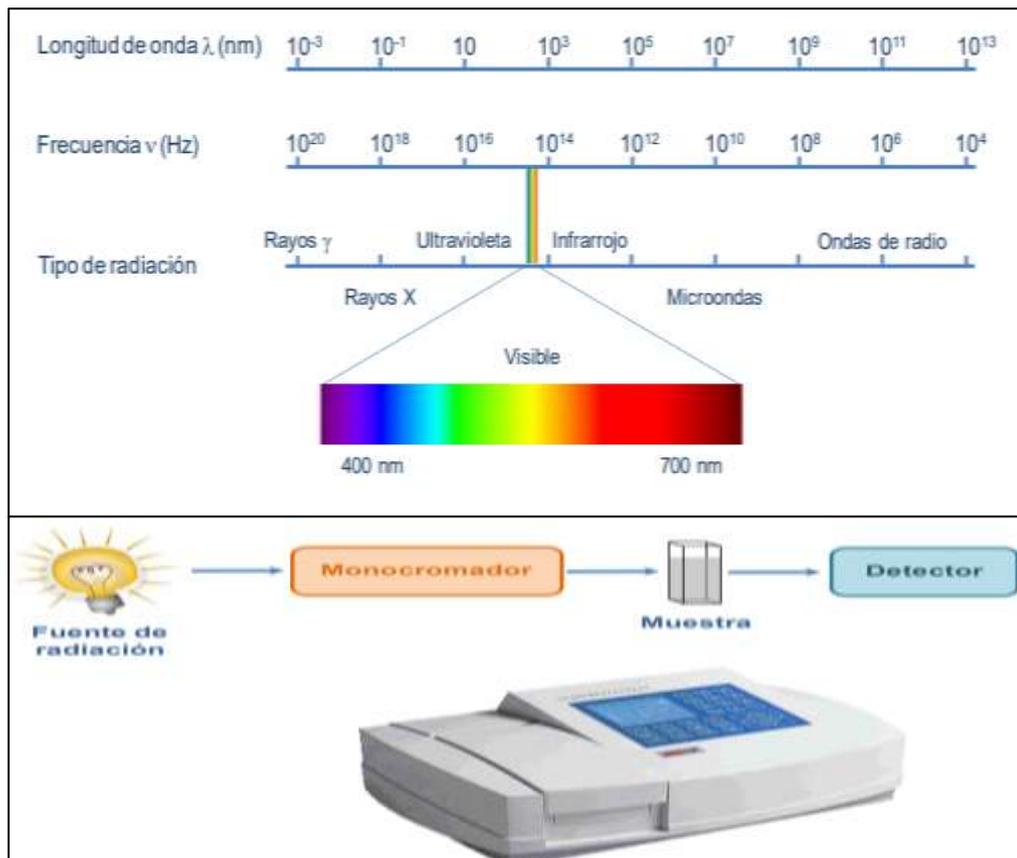


Figura 3. Método de Lambert - Beer

En la FASE 3, se llevó a cabo la caracterización de las *pseudomonas sp* enterobacter, donde se siguió los siguientes procedimientos:

- Recolección de desechos orgánicos vegetales
- Clasificación de cada uno de los vegetales
- Utilización de reactor (generador de bacterias)
- Identificación microbiológica de la *Pseudomonas sp* (Enterobacter)

Con AGAR DIFERENCIAL

Caracterización de los desechos orgánicos para la obtención de las *Pseudomonas sp (Enterobacter)*

Se realizó la recolección de desechos orgánicos del mercado las palmas de Villa María del Triunfo, posteriormente procedimos con la clasificación de los desechos orgánicos para ser dispuesto en el reactor con 3 litros de agua. El tiempo de incubación de los desechos orgánicos fue de 7 días calendarios posteriormente se llevó al laboratorio para su identificación de las bacterias en su agar diferencial. Ver foto en anexo N° 6

Materiales para la obtención de *Pseudomonas sp (Enterobacter)*

- Tubo de PVC (biorreactor)
- Grifo de caño
- Material orgánico (vegetales en estado de descomposición)
- Guantes Látex

Identificación microbiológica de la *Pseudomonas sp (Enterobacter)*

Para la identificación de la *Pseudomonas sp (Enterobacter)* se utilizó el método de tubos múltiples, con agar diferencial Simons Citrate

Materiales utilizados

- Placa Petri
- Agar diferencial
- Microscopio (identificación de las *Pseudomonas sp (Enterobacter)*)
- Asa de siembra
- Mechero bunsen
- Tubos de ensayo
- Incubadora
- Pipetas
- Matraz de 500 mL

En la FASE 4, se llevó a cabo la dosis del tratamiento, donde se siguió los siguientes procedimientos:

- Sembrado de las unidades formadoras colonizadoras (UFC)
- Volumen de la muestra.
- Volumen de la *Pseudomonas sp (Enterobacter)*

Sembrado de las unidades formadoras de colonia (UFC)

Lo que se realizó inicialmente es el lavado del material para luego llevarlo a esterilizar en autoclave hasta los 121 °C por 15 minutos, seguidamente se dejó enfriar para así poder preparar el Agar diferencial donde se tomó un peso de 7 gr para 300 mL de agua destilada la que se homogenizó en baño maría por 15 minutos, luego se colocó en la autoclave a 121 °C, por 10 minutos lo que se sacó para que enfrié hasta unos 60 °C, y se vertieron en las placas Petri hasta su enfriamiento a temperatura ambiente observándose que se cuaja, se prendió el mechero y se realizaron las disoluciones de la muestra en 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , sembrándolos en las placas y siendo colocados en la incubadora por 24 horas a 36 °C, para luego evaluarlos en el microscopio y verificar la presencia de la *Pseudomonas sp (Enterobacter)*. Que se encuentran en el anexo N° 6 y tabla N° 10 el volumen que se trabajó fue de 100 mL de *Pseudomonas sp (Enterobacter)*

Formula: N° 8

$$UFC = \frac{\text{Numero de colonias por placa} \times \text{factor de dilución}}{\text{Muestra en mL}}$$

En la FASE 5, se llevó a cabo el diseño del tratamiento, que contempla tres etapas:

- Tiempo de tratamiento (7, 14, 21)
- Parámetros a evaluar por etapa (físicoquímico, biológico y físico)
- Concentración del Cromo Hexavalente
- $ER = \frac{(C_0 - C_F) \times 100}{C_0}$

C_0

DISEÑO DEL TRATAMIENTO

El tratamiento tuvo un diseño con tres repeticiones cada uno con nueve muestras que se trabajó con tres dosis de porcentajes de las *Pseudomonas sp* (*Enterobacter*), los que tuvieron en estudio de 7 días, 14 días y 21 días donde sus resultados se encuentran en la tabla N° 13, 17 y 21 los parámetros evaluados fueron sus parámetros físico químicos, oxígeno disuelto, sólidos totales, sólidos disueltos, sólidos suspendidos totales, fundamentalmente el cromo hexavalente será observado en su reducción. En el anexo 6

En la FASE 6, se llevó a cabo el proceso de estudio estadístico, donde se siguió los siguientes procedimientos:

- SPSS versión 24
- Microsoft Excel

3.6 Método de análisis de datos

Se utilizó el software para el procedimiento de los datos y desarrollar un mejor análisis de los resultados. Los softwares utilizados fueron:

SPSS versión 24: software que permitió el procesamiento estadístico de los datos, además facilito la relación estadística de las variables establecidas en la tesis de investigación.

Microsoft Excel: software que permitió realizar distintos cuadros, tablas, fichas y formatos. Asimismo, facilito el procesamiento de los datos recolectados durante el muestreo con datos obtenidos en el laboratorio y durante el funcionamiento de la unidad experimental.

3.7 Aspectos éticos

La investigación se realizó con información documentada y respetando los derechos del autor y/o entidades. Además, el trabajo siguió los lineamientos establecidos en el Código de Ética, Reglamento de Investigación y Resolución Rectoral N°0089-2019-UCV de la Universidad César Vallejo, también se utilizó el software Turnitin para verificar el plagio, representándose originalidad de 20%. Así mismo en este desarrollo de investigación se utilizó la bacteria *Pseudomona sp* *Enterobacter*, motivo por el cual no se va afectar el medio ambiente.

IV. RESULTADOS

Caracterización inicial del agua residual con cromo hexavalente

Tabla 5. *Determinación del Cr⁺⁶ inicial en el agua residual del taller de cromado*

Factor de dilución (mL)	Tramitancia (%)	Absorbancia (λ)	Concentración de Cr⁺⁶ (mg/L)
1/500,10/100	56.0	0.2518	1789.19

En la tabla 5 se observa la determinación del agua residual con cromo hexavalente inicial obtenido en el laboratorio aplicando el método espectrometría, teniendo como resultados dos factores de dilución de 1/500 y 10/100, tramitancia 56%, absorbancia 0.2518 y la concentración de cromo hexavalente 1789.19 mg/L.

Tabla 6. *Parámetros fisicoquímicos del agua residual*

Muestra	Temperatura (°C)	Potencial de hidrógeno (1-14)	Conductividad eléctrica (μS/cm)	Potencial redox (mV)	Turbidez NTU
CI-ARTC	21.00	3.28	4665	389	553

En la tabla 6 se observa los resultados del análisis inicial de los parámetros físico químicos obtenidos en el laboratorio teniendo como dato inicial: temperatura 21°C, potencial de hidrogeno 3.28, conductividad eléctrica 4665 μ S/cm, potencial redox 389 mV y turbidez 553 NTU.

Tabla 7. Parámetros físicos del agua residual de cromado

Código	Peso del vaso (g)	Peso del vaso +sólidos secos a 105°C (g)	Volumen de la muestra (mL)	Concentración (mg/L)
Sólidos totales	100.528	101.2553	100	7273
Sólidos disueltos	98.2198	98.8972	100	6774
Sólidos suspendidos	7273	6774	100	499

En la tabla 7 se observa los resultados de los parámetros físicos obtenidos en el laboratorio utilizando el método gravimétrico obteniendo como concentración inicial: sólidos totales 7273 mg/L, sólidos disueltos 6774 mg/L sólidos suspendidos 499 mg/L.

Tabla 8. Parámetros químicos del agua residual de cromado

Código	Vol. gastado (mL)	Volumen de la muestra (mL)	normalidad	Volumen del winkler (mL)	Concentración (mg/L)
Oxígeno disuelto	0.3	100	0.02778	300	0.671
Demanda química de oxígeno	0.8	3	0.2232	-----	1368.96
Blanco	3.1				

En la tabla 8 se observa los resultados de los parámetros químicos obtenidos en el laboratorio utilizando el método gravimétrico obteniendo como concentración inicial: Oxígeno disuelto 0.671 mg/L, Demanda química de oxígeno 1368.96 mg/L

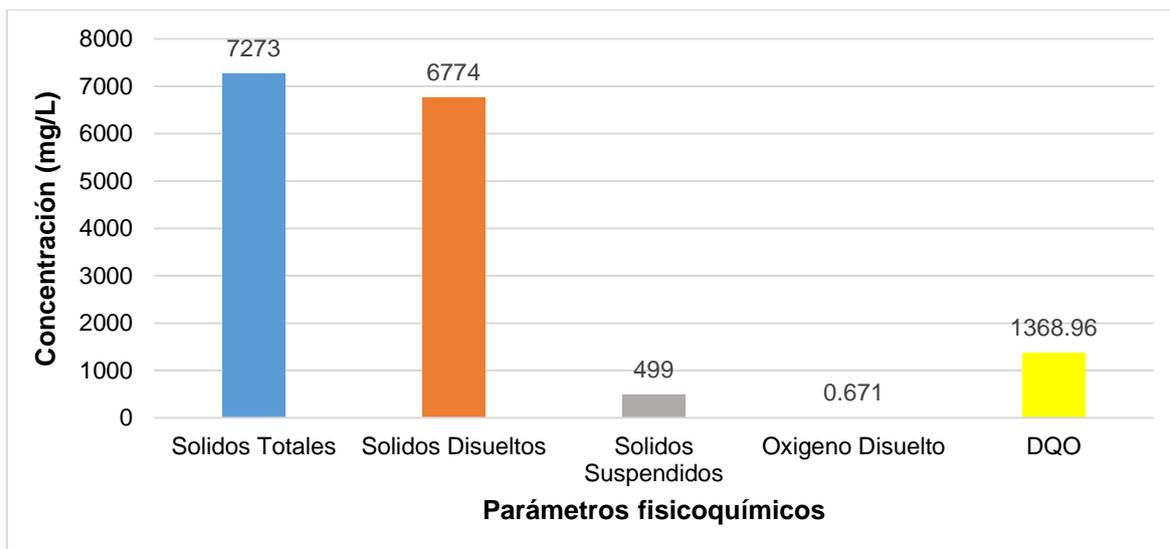


Figura 4. Gráfico de los parámetros fisicoquímicos del agua residual de cromado

En la *Figura 4*, se aprecia los resultados iniciales de los parámetros físicoquímicos del agua residual con cromo hexavalente inicial, teniendo como resultados de los análisis: Solidos totales 7273 mg/L, solidos disueltos 6774 mg/L, solidos suspendidos 499 mg/L, oxígeno disuelto 0.671 mg/L y demanda química de oxígeno 1368.96 mg/L, obtenidos por el laboratorio de la UNI.

Caracterización de la *Pseudomona sp (Enterobacter)*

Método microbiológico de tubos múltiples

Tabla 9. Parámetros físicoquímico de la *Pseudomona sp (Enterobacter)*

Muestra	Temperatura °C	Potencial de hidrógeno (1-14)	Conductividad eléctrica $\mu\text{S}/\text{cm}$	Potencial redox mV	Turbidez NTU
Cl- seb	21.00	4.17	4520	294	254

En la tabla 9 se observa los parámetros físicoquímicos de la cepa bacteriana *Pseudomona sp*. Los cuales se determinaron usando el multiparámetro.

Tabla 10. Unidades Formadoras de Colonias de *Pseudomonas sp* (*Enterobacter*)

Código	Alto Número	Medio Número	Bajo Número	Volumen mL	Cantidad de colonias	Sembrado mL
10 ⁻²	12	8	1	100	455	3640.00
10 ⁻³	10	6	4	100	433.34	3466.72
10 ⁻⁴	9	3	2	100	303.34	2426.72
10 ⁻⁵	6	5	2	100	281.68	2253.44
10 ⁻⁶	4	3	1	100	173.341	21.34
				Total	Sembrados en 800 mL	11,807.50
10%				800	250	1180.75
30%				800	430.00	3542.25
40%				800	485	4723

En la tabla 10 se observa las unidades formadoras de colonia de la *Pseudomona sp*. Los cuales se determinaron con el método de tubos múltiples obteniendo tres tipos de colonias alto número, medio número y bajo número y se usaron 100 mL. para cada uno obteniendo un total de 800 ml sembrados y 11,807.50 mL colonias sembrados, para los tratamientos se distribuyó las dosis correspondientes al 10% 1180.75 mL, 30% 3542.25 mL y 40% 4723 mL.

PRIMER PERÍODO: TRATAMIENTO: 7 DÍAS

Tabla 11. Parámetros físicos del agua residual a los 7 días de tratamiento

Código	Temperatura °C	Potencial de hidrógeno (1-14)	Conductivida d eléctrica $\mu\text{S/cm}$	Potencial redox mV	Turbidez NTU
1(P1:10%)	21.00	5.12	4948	228	215
2(P1:10%)	21.00	5.04	4886	235	214
3(P1:10%)	21.00	5.20	4887	224	216
1(P1:30%)	21.00	6.21	4869	144	221
2(P1:30%)	21.00	6.17	4841	140	220
3(P1:30%)	21.00	6.24	4893	138	222
1(P1:40%)	21.00	6.33	4864	102	233
2(P1:40%)	21.00	6.30	4875	100	235
3(P1:40%)	21.00	6.38	4870	105	234

En la tabla 11 se observa la variación de los parámetros fisicoquímicos durante los primeros 7 días de tratamiento con la *Pseudomona Enterobacter sp* se obtuvo una

temperatura de 21°C constante, un pH que varía desde 5.12 hasta 6.38, la conductividad eléctrica que varía desde 4870 $\mu\text{S}/\text{cm}$ hasta 4948 $\mu\text{S}/\text{cm}$, la potencia redox varía desde 100mV hasta 228 mV y la turbidez presenta una variación desde 214 NTU hasta 234 NTU.

Tabla 12. *Parámetros fisicoquímicos del agua residual de cromado en 7 días*

Período de Tratamiento	Sólidos Totales (mg/L)	Sólidos Disueltos (mg/L)	Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	Demanda Química de Oxígeno (mg/L)	Oxígeno Disuelto (mg/L)
(P1:10%)	7059	5987	1072	1249.9	1.119
(P1:10%)	6943	5488	1455	1244.0	1.231
(P1:10%)	6930	5434	1496	1226.1	1.342
Promedio	6977	5636	1341	1240.0	1.231
(P1:30%)	6502	4157	2345	1214.2	1.790
(P1:30%)	6741	4410	2331	1220.2	2.014
(P1:30%)	6944	4680	2264	1208.3	1.902
Promedio	6729	4416	2313	1214.2	1.902
(P1:40%)	6939	4677	2262	1202.3	2.125
(P1:40%)	6926	4630	2296	1196.4	2.237
(P1:40%)	6950	4682	2268	1190.4	2.327
Promedio	6938	4663	2275	1196.4	2.230

En la tabla 12 se observa la variación de los parámetros físicoquímicos durante los primeros 7 días de tratamiento con la *pseudomona enterobacter sp.* Para los que se obtuvieron lo siguiente para el tratamiento P1: 10%: sólidos totales un promedio de 6977 mg/L, sólidos disueltos un promedio de 5636 mg/L, sólidos suspendidos totales un promedio de 1341 mg/l, demanda química de oxígeno un promedio de 1240 mg/L y oxígeno disuelto un promedio de 1.231 mg/L. para el tratamiento P1:30%: sólidos totales un promedio de 6729 mg/L, sólidos disueltos un promedio de 4416 mg/L, sólidos suspendidos totales un promedio de 2313 mg/l, demanda química de oxígeno un promedio de 1214.2 mg/L y oxígeno disuelto un promedio de 1.902 mg/L. para el tratamiento P1:40%: sólidos totales un promedio de 6938 mg/L, sólidos disueltos un promedio de 4663 mg/L, sólidos suspendidos totales un promedio de 2275 mg/L, demanda química de oxígeno un promedio de 1196.4 mg/L y oxígeno disuelto un promedio de 2.230 mg/L.

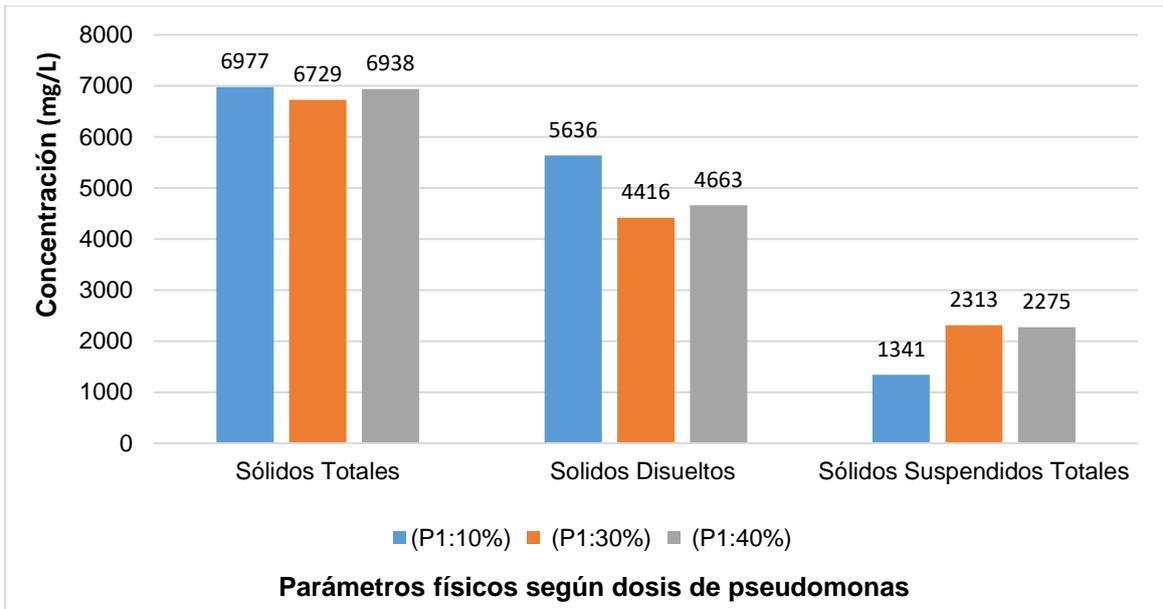


Figura 5. Gráfico de los parámetros físicos del agua residual a los 7 días de tratamiento

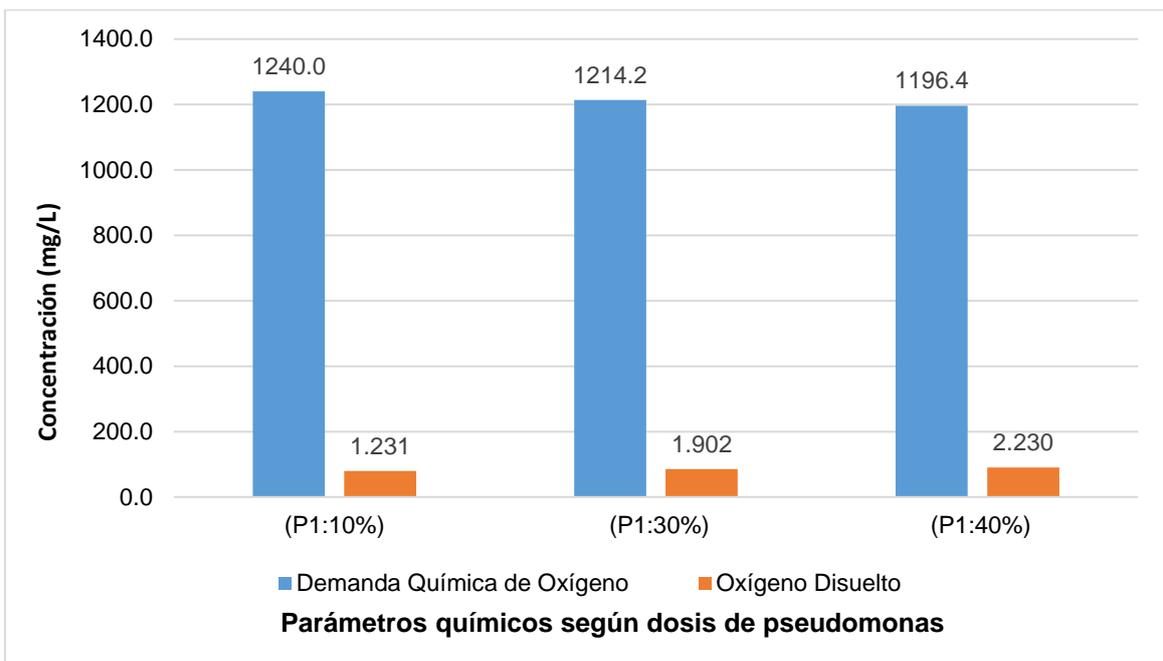


Figura 6. Gráfico de los parámetros químicos del agua residual a los 7 días de tratamiento

En la figura 5 y 6 se observa la representación de los parámetros físicos y químicos obtenidos después de 7 días de tratamiento con la cepa bacteriana para los tratamientos P1:10%, P1:30% y P1: 40%.

Tabla 13. Reducción del Cr+6 en 7 días con las dosis con *Pseudomona sp* (*Enterobacter*)

Dosis de pseudomona sp	Reducción de Cr ⁺⁶ (mg/L)
(P1:10%)	1680.92
(P1:10%)	1654.43
(P1:10%)	1628.17
Promedio	1654.51
(P1:30%)	937.45
(P1:30%)	900.1
(P1:30%)	859.05
Promedio	898.87
(P1:40%)	646.4
(P1:40%)	665.5
(P1:40%)	669.35
Promedio	660.42

En la tabla 13 se observa el porcentaje de reducción del cromo hexavalente durante los primeros 7 días de tratamiento con la *Pseudomona enterobacter sp*. Para los que se obtuvieron para P1:10% un promedio de 1654.51 mg/L, P2:30% un promedio de 898.87 mg/L y P1:40 un promedio de 660.42 mg/L.

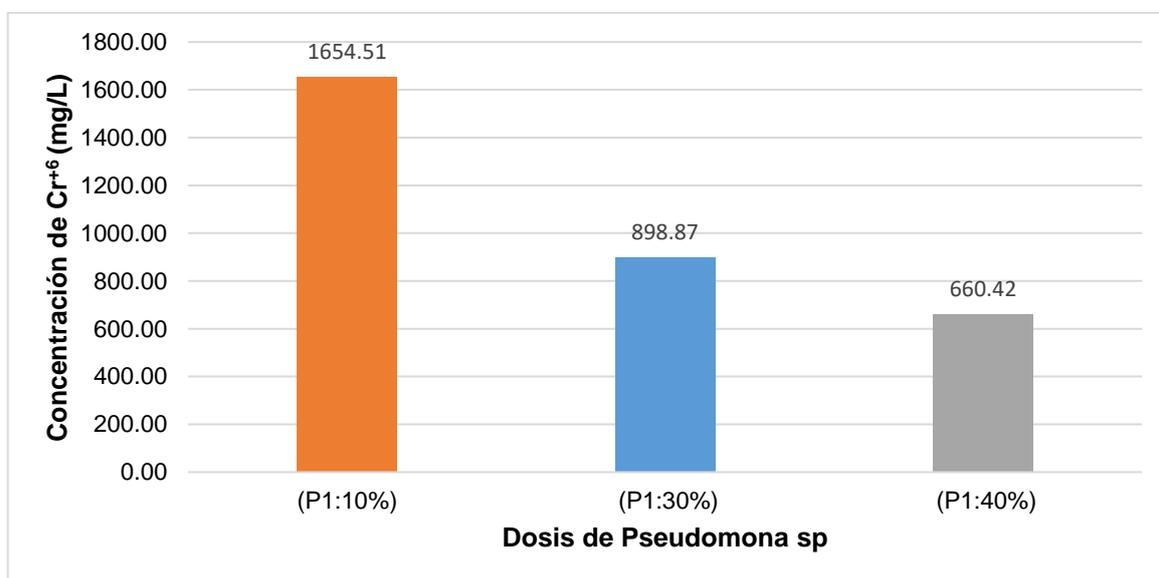


Figura 7. Gráfico de reducción del Cr⁺⁶ en 7 días con las dosis de *Pseudomona sp* (*Enterobacter*)

En el gráfico N° 3 se observa la representación de la reducción de cromo hexavalente durante los primeros 7 días de tratamiento con la cepa bacteriana.

Tabla 14. Eficiencia de remoción del Cr⁺⁶ en 7 días en porcentaje

Eficiencia de remoción Cr ⁺⁶ (%)	
(P1 = 10%)	7.5%
(P1 = 30%)	49.76%
(P1 = 40%)	63.08%

En la tabla 14 se observa el porcentaje de la eficiencia de remoción del cromo hexavalente aplicado la *Pseudomona enterobacter sp.* Obteniendo para P1:10% un porcentaje de 7.5% para P1:30% un porcentaje de 49.76% y para P1:40 un porcentaje de 63.08%.

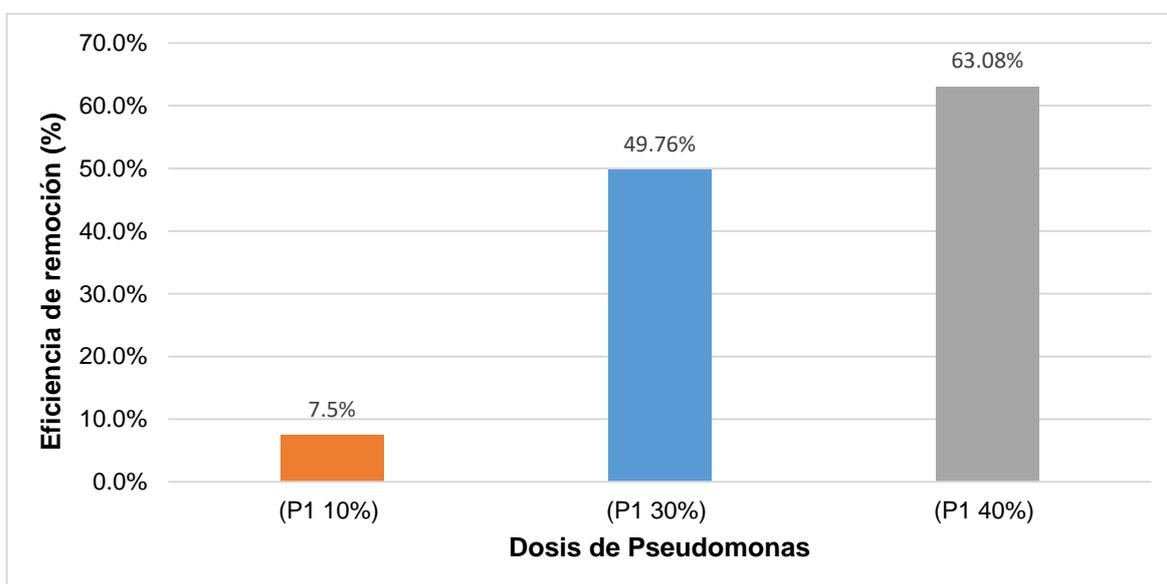


Figura 8. Gráfico de eficiencia de remoción del Cr⁺⁶ en 7 días

En la figura 8 se presenta el porcentaje de eficiencia de remoción de cromo hexavalente con las *Pseudomonas sp Enterobacter* en el primer periodo del día 7. Se observó que en el (P1 10%) no hubo remoción aceptable donde solo disminuyó el 7.5% debido a la cantidad de bacterias, sin embargo, en el (P1 30%) si hubo reducción aceptable ya que disminuyó un 49.76%, mientras en el (P1 40%) se observó que el 63.08% disminuyó la remoción de Cr⁺⁶ en este último periodo se cumplió una de nuestras hipótesis específicas al reducir mayor del 50% después del tratamiento con las bacterias remediadoras.

SEGUNDO PERÍODO: TRATAMIENTO: 14 DÍAS

Tabla 15. *Parámetros físicos del agua residual a los 14 días de tratamiento*

Código	Temperatura °C	Potencial de hidrógeno (1-14)	Conductividad eléctrica $\mu\text{S}/\text{cm}$	Potencial redox mV	Turbidez NTU
1(P2:10%)	21.00	5.18	6642	136	189
2(P2:10%)	21.00	5.06	6523	178	184
3(P2:10%)	21.00	5.19	6456	175	180
1(P2:30%)	21.00	6.32	5987	148	142
2(P2:30%)	21.00	6.40	5990	146	146
3(P2:30%)	21.00	6.45	5988	149	140
1(P2:40%)	21.00	6.47	5963	130	135
2(P2:40%)	21.00	6.50	5978	125	130
3(P2:40%)	21.00	6.54	5999	130	129

En la tabla 15 se observa la variación de los parámetros físicos durante los 14 días de tratamiento con la *Pseudomona enterobacter sp.* se obtuvo una T° de 21°C constante, un pH que varía desde 5.06 hasta 6.54, la conductividad eléctrica que varía desde $5963 \mu\text{S}/\text{cm}$ hasta $6456 \mu\text{S}/\text{cm}$, la potencia redox varía desde 125 mV hasta 189 mV y la turbidez presenta una variación desde 129 NTU hasta 189 NTU.

Tabla 16. *Parámetros fisicoquímicos del agua residual de cromado en 14 días*

Periodo de Tratamiento	Sólidos Totales (mg/L)	Sólidos Disueltos (mg/L)	Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	Demanda Química de Oxígeno (mg/L)	Oxígeno Disuelto (mg/L)
(P2:10%)	5063	4032	1031	1220.16	1.566
(P2:10%)	5053	4021	1032	1214.21	1.454
(P2:10%)	5029	4002	1027	1208.26	1.678
Promedio	5048	4018	1030	1214.21	1.566
(P2:30%)	5397	4258	1139	1190.4	2.014
(P2:30%)	5244	4070	1174	1130.88	2.125
(P2:30%)	5243	4230	1013	1071.36	2.237
Promedio	5295	4186	1109	1131	2.125
(P2:40%)	5666	4477	1189	952.32	2.349
(P2:40%)	5509	4303	1206	892.8	2.372
(P2:40%)	5668	4454	1214	922.56	2.416
Promedio	5614	4411	1203	923	2.379

En la tabla 16 se observa el porcentaje de la variación de los parámetros fisicoquímicos durante los 14 días de tratamiento con la *Pseudomonas enterobacter* sp. Para los que se obtuvieron lo siguiente para el tratamiento P1: 10%: sólidos totales un promedio de 5048 mg/L, sólidos disueltos un promedio de 4018 mg/L, sólidos suspendidos totales un promedio de 1030 mg/L, demanda química de oxígeno un promedio de 1214.21 mg/L y oxígeno disuelto un promedio de 1.566 mg/L. para el tratamiento P1:30%: sólidos totales un promedio de 5295 mg/L, sólidos disueltos un promedio de 4186 mg/L, sólidos suspendidos totales un promedio de 1109 mg/L, demanda química de oxígeno un promedio de 1131 mg/L y oxígeno disuelto un promedio de 2.125 mg/L. para el tratamiento P1:40%: sólidos totales un promedio de 5614 mg/L, sólidos disueltos un promedio de 4411 mg/L, sólidos suspendidos totales un promedio de 1203 mg/L, demanda química de oxígeno un promedio de 923 mg/L y oxígeno disuelto un promedio de 2.379 mg/L.

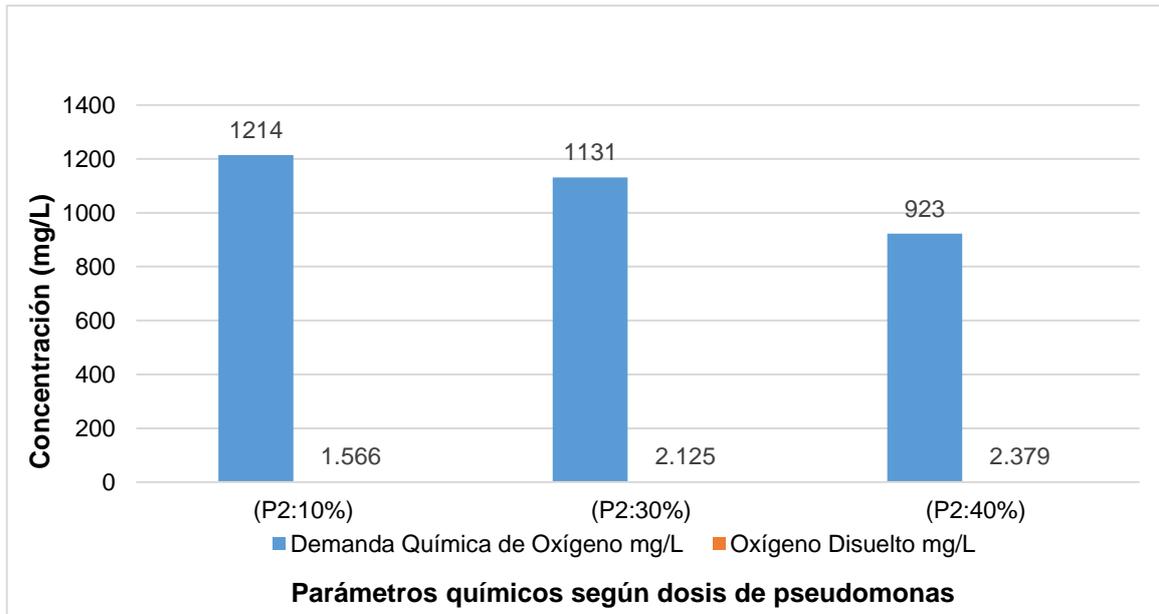


Figura 9. Gráfico de los parámetros químicos del agua residual de cromado en 14 días

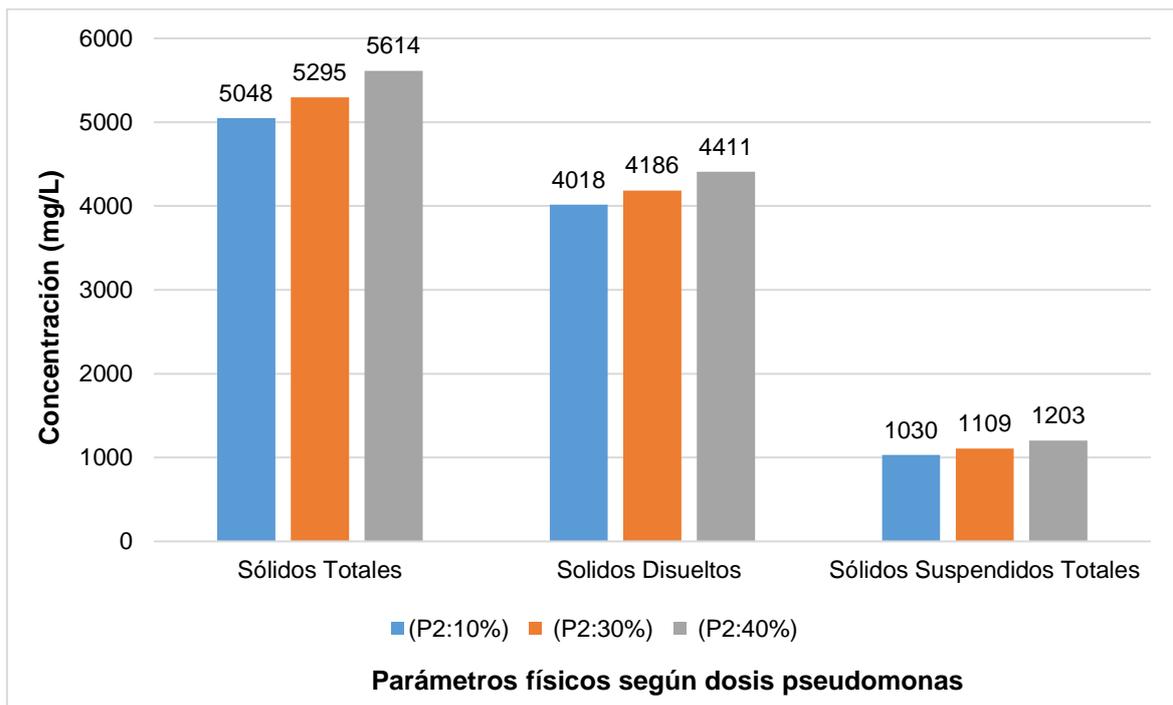


Figura 10. Gráfico de los parámetros físicos del agua residual de cromado en 14 días

En la Figura 9 y 10, se observa la representación de los parámetros físicos obtenido después de 14 días de tratamiento con la cepa bacteriana para los tratamientos P1:10%, P1:30% y P1: 40%.

Tabla 17. Reducción de Cr⁶ en 14 días con las dosis con *Pseudomona sp* (*Enterobacter*)

Dosis de pseudomona sp	Reducción en mg Cr ⁶ (mg/L)
(P2:10%)	1530.36
(P2:10%)	1535.43
(P2:10%)	1540.51
Promedio	1535.43
(P2:30%)	900.1
(P2:30%)	891.84
(P2:30%)	887.73
Promedio	893.22
(P2:40%)	325.12
(P2:40%)	323.06
(P2:40%)	322.38
Promedio	323.52

En la tabla 17 se observa el porcentaje de reducción del cromo hexavalente durante los 14 días de tratamiento con la *Pseudomona enterobacter sp*. Para los que se obtuvieron para P1:10% un promedio de 1535.43 mg/L, P2:30% un promedio de 893.22 y P1:40 un promedio de 323,52 mg/L.

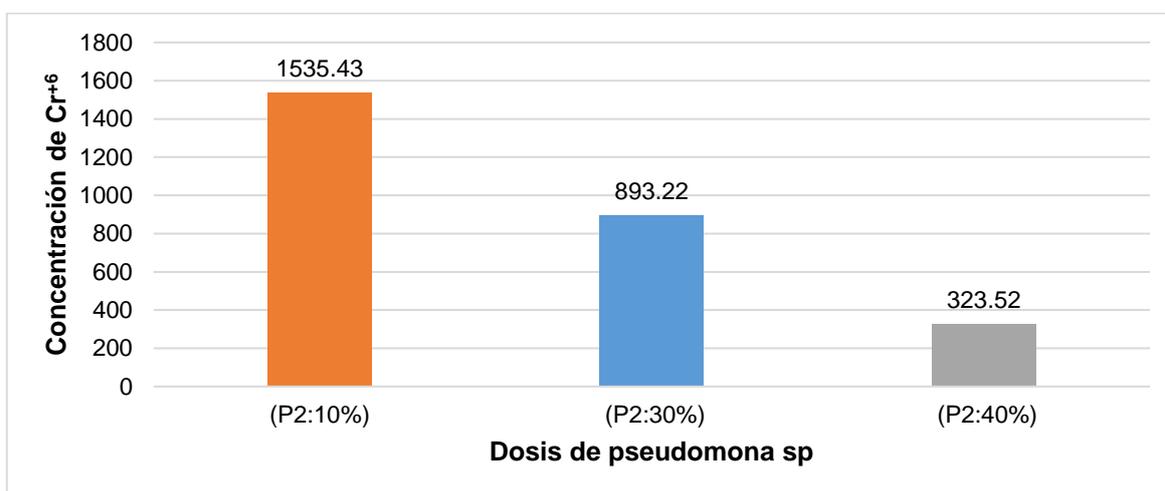


Figura 11. Gráfico de reducción de Cr⁶ en 14 días con las dosis con *Pseudomona sp* (*Enterobacter*)

En la *Figura 11* se observa la representación de la reducción de cromo hexavalente durante los 14 días de tratamiento con la cepa bacteriana.

Tabla 18. Eficiencia de remoción del Cr⁺⁶ en 14 días en porcentaje

Eficiencia de remoción Cr ⁺⁶ (%)	
(P2 10%)	14.2%
(P2 30%)	50.07%
(P2 40%)	81.91%

En la tabla 18 se observa el porcentaje de la eficiencia de remoción del cromo hexavalente aplicado la *Pseudomona enterobacter* sp. Obteniendo para P1:10% un porcentaje de 14.2% para P1:30% un porcentaje de 50.06% y para P1:40 un porcentaje de 81.91%.

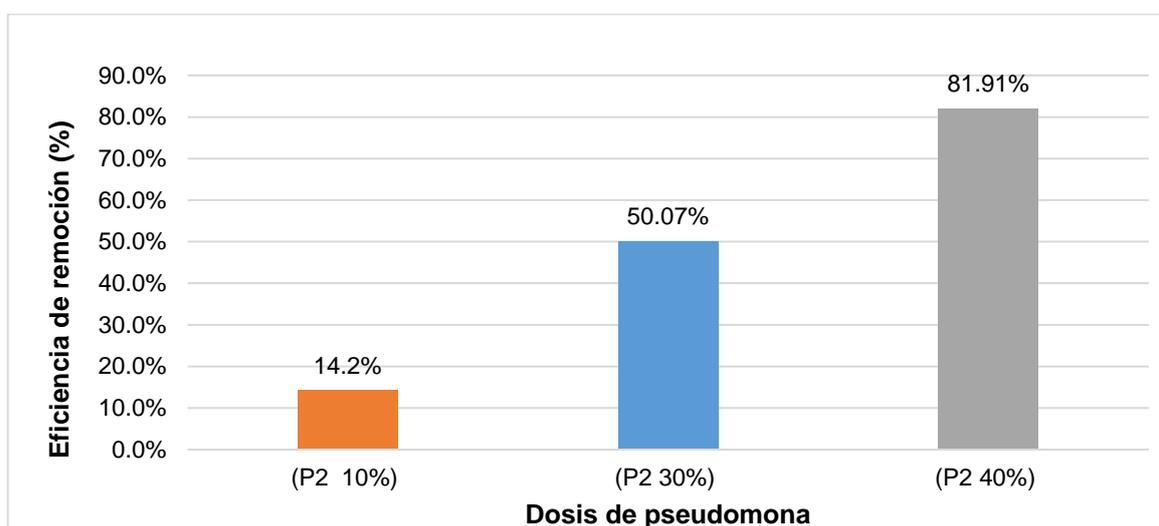


Figura 12. Gráfico de eficiencia de remoción del Cr⁺⁶ en 14 días en porcentaje

En la *Figura 12* se verifica las barras en periodos diferentes en el tratamiento de día 14 para, con 30%de bacteria (P2 30%) la remoción de Cr⁺⁶ disminuyó hasta el 50.07% y con 40% de bacteria (P2 40%) la concentración disminuyó considerablemente en 81.91% de Cr⁺⁶ esto significa también que una de nuestras hipótesis específicas si cumple, ya que, también las concentraciones optimas de *Pseudomona* sp (*Enterobacter*) mejoran la remoción de cromo hexavalente y la vez se evidencio una mejora de calidad de agua residual industrial.

TERCER PERÍODO: TRATAMIENTO: 21 DÍAS

Tabla 19. *Parámetros físicos del agua residual de cromado en 21 días*

Código	Temperatura °C	Potencial de hidrógeno (1-14)	Conductividad eléctrica $\mu\text{S}/\text{cm}$	Potencial redox mV	Turbidez NTU
1(P3:10%)	22.40	5.20	7845	146	145
2(P3:10%)	22.60	5.05	7956	180	144
3(P3:10%)	22.60	5.19	7798	158	146
1(P3:30%)	22.50	6.44	8420	105	132
2(P3:30%)	22.60	6.57	8580	99	131
3(P3:30%)	22.50	6.50	8690	101	133
1(P3:40%)	22.60	6.58	9580	103	120
2(P3:40%)	22.60	6.60	9300	106	119
3(P3:40%)	22.60	6.63	9450	110	115

En la tabla 19 se observa la variación de los parámetros fisicoquímicos durante los 21 días de tratamiento con la *Pseudomonas enterobacter sp.* se obtuvo una T° de 22.60°C constante, un pH que varía desde 5.05 hasta 6.63, la conductividad eléctrica que varía desde 7798 $\mu\text{S}/\text{cm}$ hasta 9580 $\mu\text{S}/\text{cm}$, la potencia redox varía desde 99 mV hasta 180 mV y la turbidez presenta una variación desde 119 NTU hasta 146 NTU.

Tabla 20. *Parámetros fisicoquímicos del agua residual de cromado en 21 días*

Período de Tratamiento	Sólidos Totales (mg/L)	Sólidos Disueltos (mg/L)	Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	Demanda Química de Oxígeno (mg/L)	Oxígeno Disuelto (mg/L)
(P3:10%)	4238	2190	2047.5	1071.36	2.014
(P3:10%)	4256	2175	2081	1130.88	2.125
(P3:10%)	4199	2163	2036	1011.84	2.237
Promedio	4231	2176	2055	1071	2.125
(P3:30%)	4353	2415	1938.2	833.28	2.304
(P3:30%)	4418	2669	1749	773.76	2.372
(P3:30%)	4379	2518	1861	803.52	2.416
Promedio	4383	2534	1849	804	2.364
(P3:40%)	4442	2553	1889	744	2.439
(P3:40%)	4539	2566	1973	714.24	2.461
(P3:40%)	4501	2587	1914	684.48	2.685
Promedio	4494	2569	1925	714	2.528

En la tabla 20 se observa el porcentaje de la variación de los parámetros físico durante los 21 días de tratamiento con la *Pseudomona Enterobacter sp.* Para los que se obtuvieron lo siguiente para el tratamiento P1: 10%: sólidos totales un promedio de 4231 mg/L, sólidos disueltos un promedio de 2176 mg/L, sólidos suspendidos totales un promedio de 2055 mg/L, demanda química de oxígeno un promedio de 1071 mg/L y oxígeno disuelto un promedio de 2.125 mg/L. para el tratamiento P1:30%: sólidos totales un promedio de 4383 mg/L, sólidos disueltos un promedio de 2534 mg/L, sólidos suspendidos totales un promedio de 1849 mg/L, demanda química de oxígeno un promedio de 804 mg/L y oxígeno disuelto un promedio de 2.364 mg/L. para el tratamiento P1:40%: sólidos totales un promedio de 4494 mg/L, sólidos disueltos un promedio de 2569 mg/L, sólidos suspendidos totales un promedio de 1925 mg/L, demanda química de oxígeno un promedio de 714 mg/L y oxígeno disuelto un promedio de 2.528 mg/L.

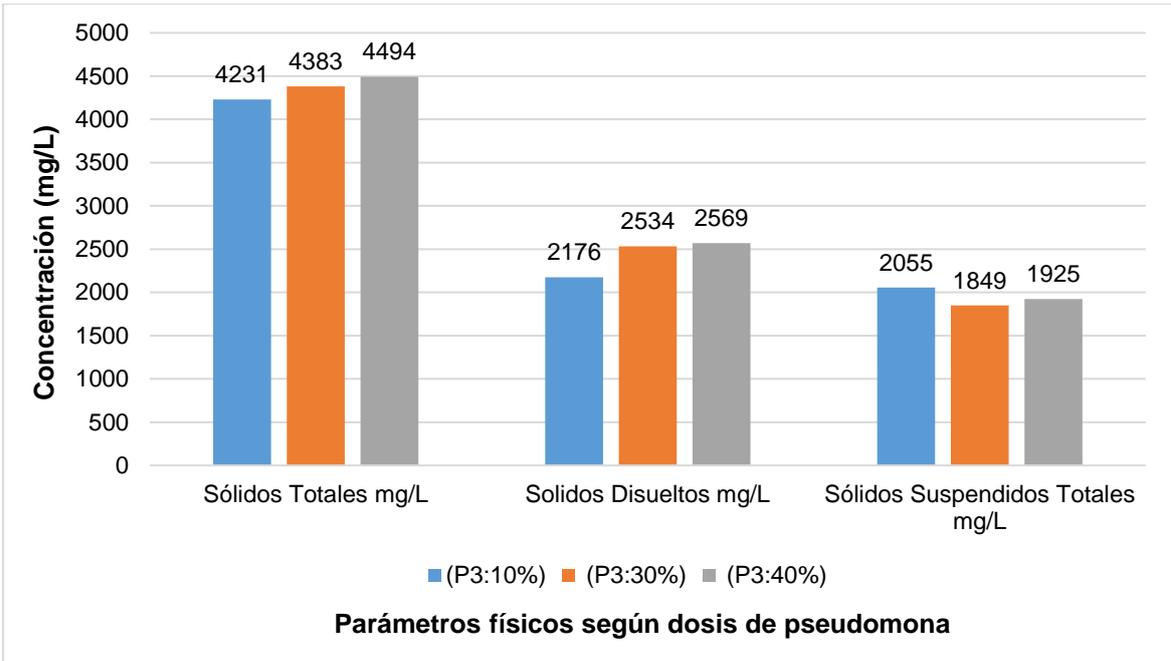


Figura 13. Gráfico de parámetros físicos del agua residual de cromado en 21 días

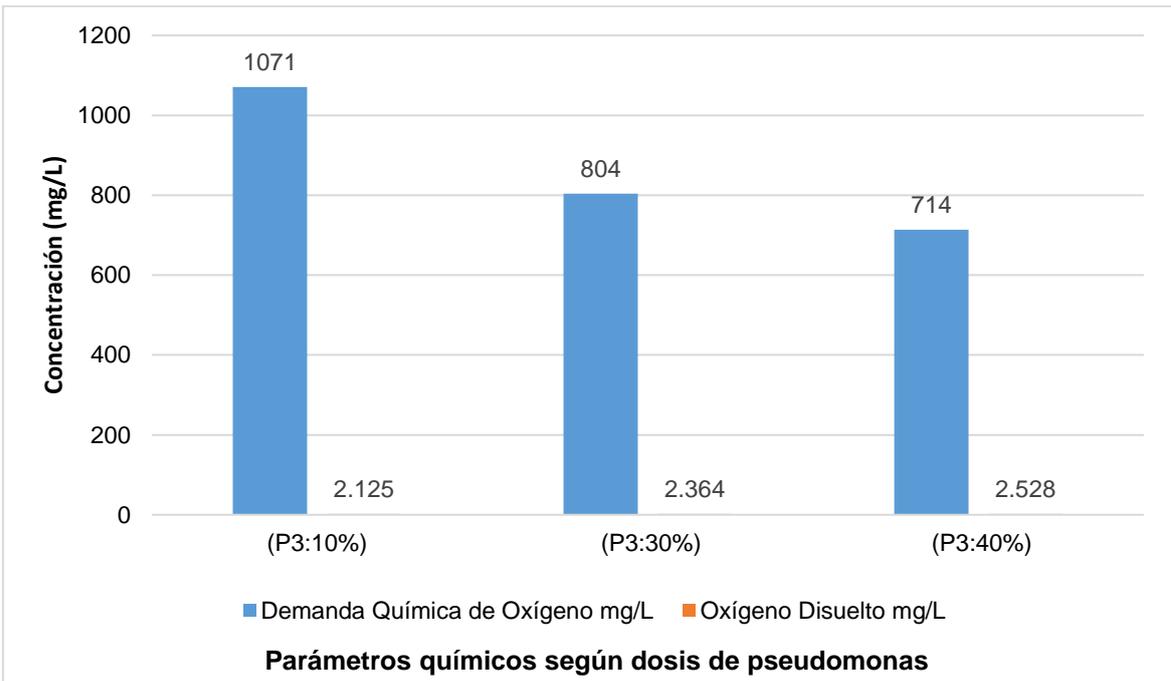


Figura 14. Gráfico de parámetros químicos del agua residual de cromado en 21 días

En la *Figura 14* y *15*, se observa la representación de los parámetros físicos y químicos obtenido después de 21 días de tratamiento con la cepa bacteriana para los tratamientos P1:10%, P1:30% y P1: 40%.

Tabla 21. Reducción del Cr⁶⁺ en 21 días con las dosis con *Pseudomona sp* (*Enterobacter*)

Dosis de <i>Pseudomona sp</i>	Reducción de Cr ⁶⁺ (mg/L)
(P3:10%)	1326.93
(P3:10%)	1325.04
(P3:10%)	1324.56
Promedio	1325.51
(P3:30%)	826.62
(P3:30%)	822.59
(P3:30%)	810.53
Promedio	819.91
(P3:40%)	297.81
(P3:40%)	297.81
(P3:40%)	301.21
Promedio	298.94

En la tabla 21 se observa el porcentaje de reducción del cromo hexavalente durante los 21 días de tratamiento con la *Pseudomona enterobacter sp*. Para los que se obtuvieron para P1:10% un promedio de 1325.51 mg/L, P2:30% un promedio de 819.91 y P1:40 un promedio de 298.94 mg/L.

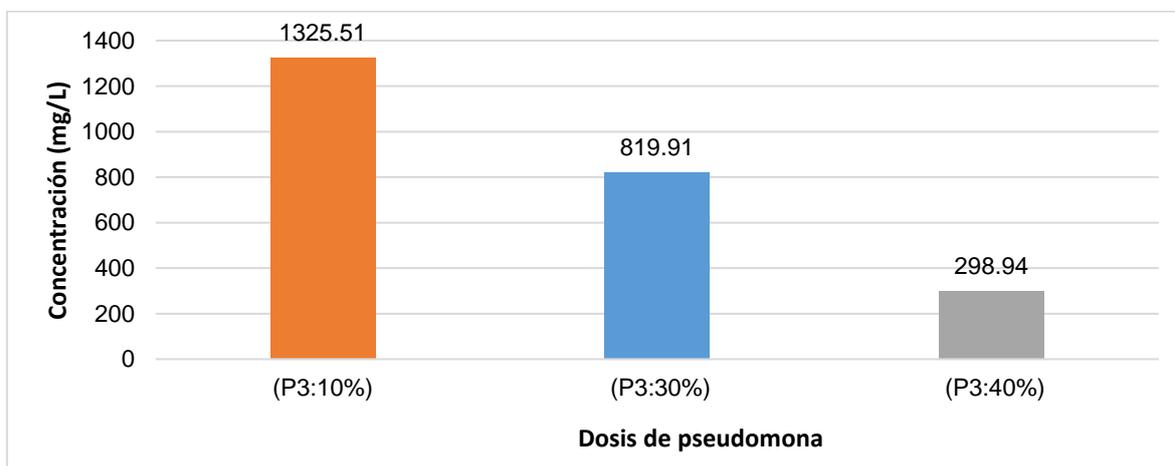


Figura 15. Gráfico de reducción del Cr⁶⁺ en 21 días con las dosis con *Pseudomona sp* (*Enterobacter*)

En la *Figura 15* se observa la representación de la reducción de cromo hexavalente durante los 21 días de tratamiento con la cepa bacteriana.

Tabla 22. Eficiencia de remoción del Cr^{+6} en 21 días en porcentaje

Eficiencia de remoción Cr^{+6} (%)	
(P3 10%)	25.0%
(P3 30%)	54.17%
(P3 40%)	83.29%

En la tabla 22 se observa el porcentaje de la eficiencia de remoción del cromo hexavalente aplicado la *Pseudomona enterobacter sp.* Obteniendo para P1:10% un porcentaje de 25% para P1:30% un porcentaje de 54.17% y para P1:40 un porcentaje de 83.29%.

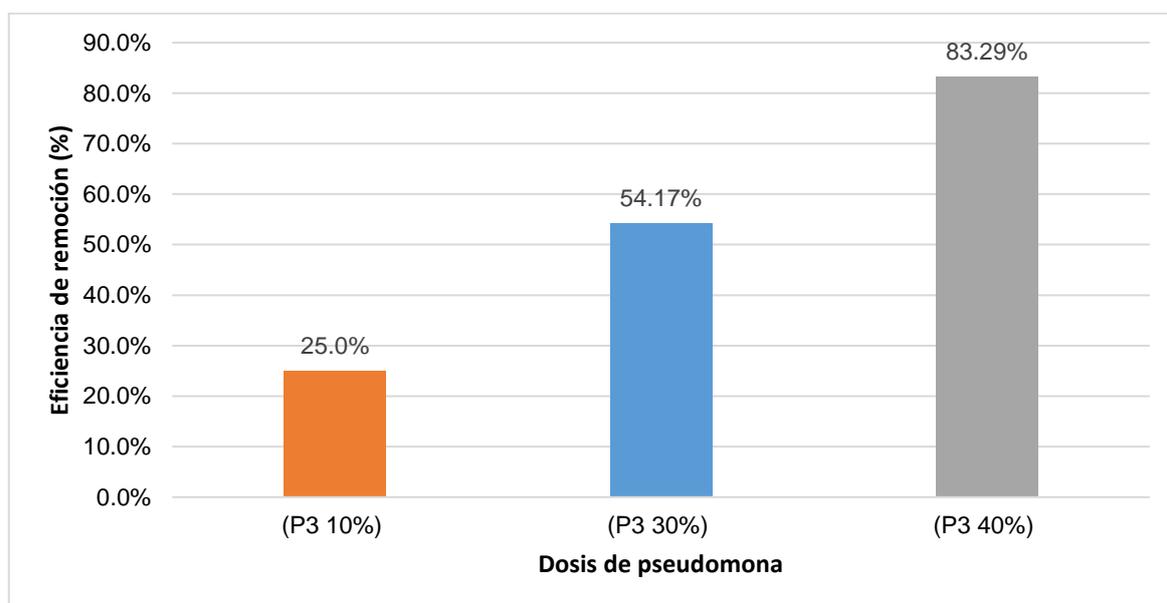


Figura 16. Gráfico de eficiencia de remoción del Cr^{+6} en 21 días

En la *Figura 16* se observa la eficiencia de remoción del Cr^{+6} en 21 días en el periodo (P3 30%) con 30% de bacteria se observó la reducción en 54.17% de Cr^{+6} mg/L mientras en el (P3 40%) con 40% de bacteria, disminuyó progresivamente en 83.29% lo que significa que cumplimos con nuestro objetivo general donde se llega a determinar la eficiencia de la *Pseudomonas sp (Enterobacter)* en la reducción del Cr^{+6} en el agua contaminada de la industria del cromado en Villa el Salvador.

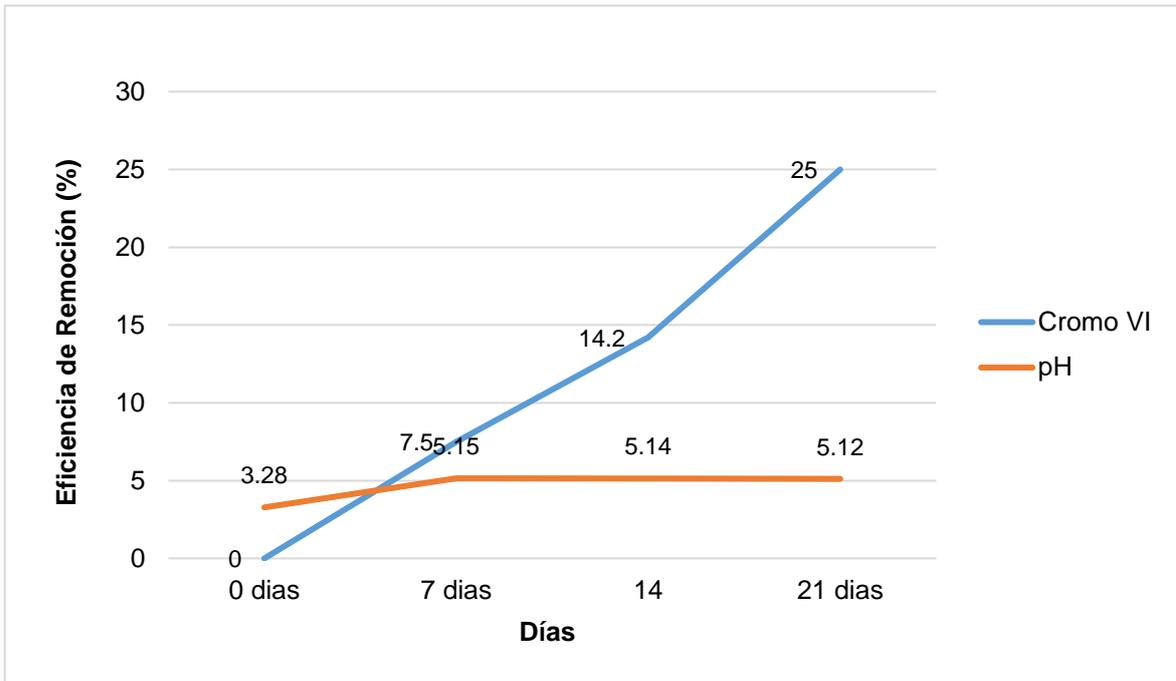


Figura 17. Gráfico de correlación entre cromo hexavalente y potencial de hidrógeno (pH) al 10%

En la *Figura 17* se observa la relación entre las variables de Cromo VI y el pH bajo una solución bacteriana al 10%. Se observaron los siguientes resultados en el día 7: el pH incremento de 3.28 a 5.15 y el cromo VI una eficiencia de reducción del 7.5 %, para el día 14 el pH de 3.28 incremento a 5.14 y la eficiencia de reducción del cromo VI a un 14.2%, para el día 21 el pH de 3.28 incremento a 5.12 y la eficiencia de reducción del cromo VI a un 25% para lo cual se interpreta la relación de estas dos variables que a medida que se va incrementando la eficiencia de remoción del cromo VI el pH incrementa y se mantiene casi constante para el tratamiento de la solución de 10%.

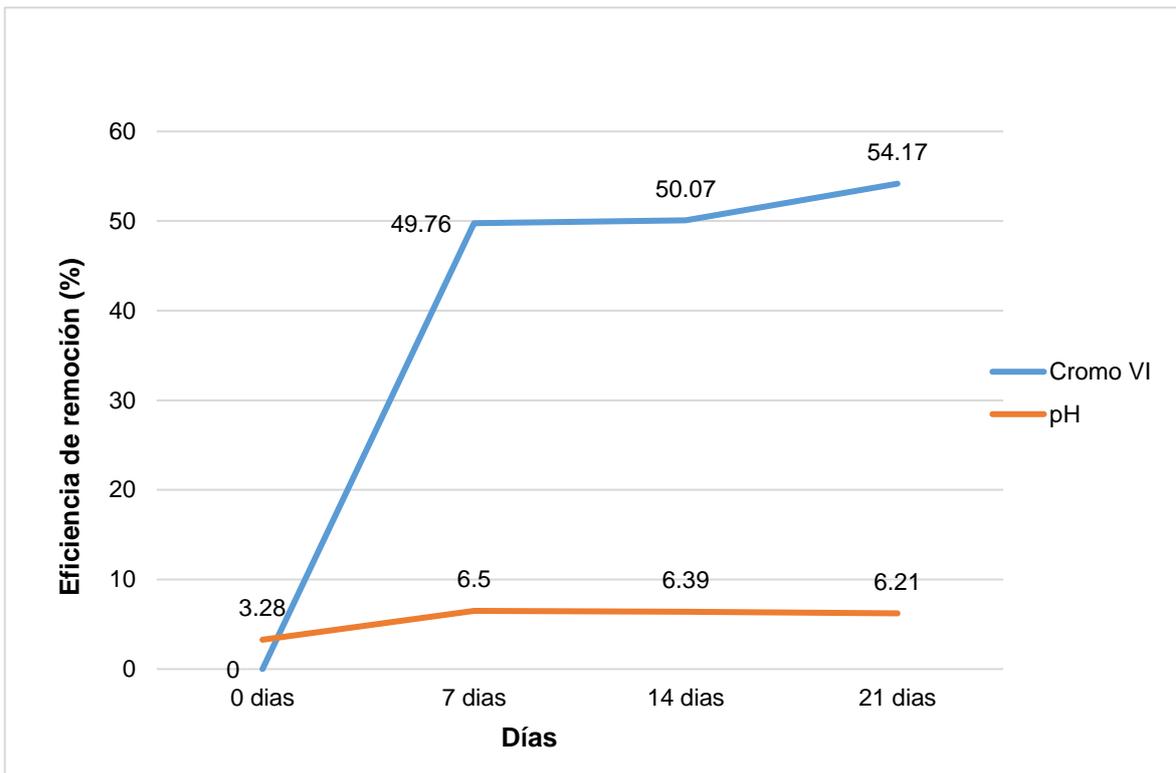


Figura 18. Gráfico de correlación entre cromo hexavalente y potencial de hidrógeno (pH) al 30%

En la *Figura 18* se observa la relación entre las variables de Cromo VI y el pH bajo una solución bacteriana al 10%. Se observaron los siguientes resultados en el día 7, el pH incremento de 3.28 a 6.5 y el cromo VI una eficiencia de reducción del 49.76 %, para el día 14 el pH de 3.28 incremento a 6.39 y la eficiencia de reducción del cromo VI a un 50.07%, para el día 21 el pH de 3.28 incremento a 6.21 y la eficiencia de reducción del cromo VI a un 54.17% para lo cual se interpreta la relación de estas dos variables que a medida que se va incrementando la eficiencia de remoción del cromo VI el pH incrementa y se mantiene casi constante para el tratamiento de la solución de 30%.

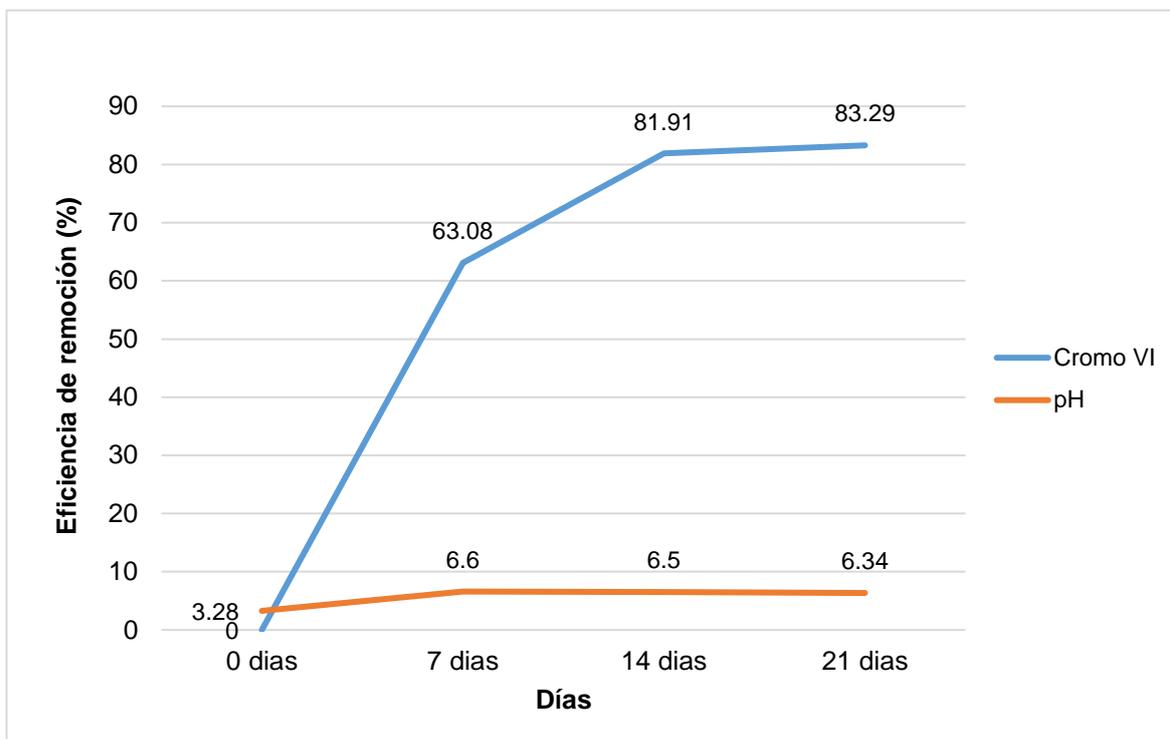


Figura 19. Gráfico de correlación entre cromo hexavalente y potencial de hidrógeno (pH) al 40%

En la *Figura 19* se observa la relación entre las variables de Cromo VI y el pH bajo una solución bacteriana al 10%. Se observaron los siguientes resultados en el día 7, el pH incremento de 3.28 a 6.6 y el cromo VI una eficiencia de reducción del 63.08 %, para el día 14 el pH de 3.28 incremento a 6.5 y la eficiencia de reducción del cromo VI a un 81.91%, para el día 21 el pH de 3.28 incremento a 6.34 y la eficiencia de reducción del cromo VI a un 83.29% para lo cual se interpreta la relación de estas dos variables que a medida que se va incrementando la eficiencia de remoción del cromo VI el pH incrementa y se mantiene casi constante para el tratamiento de la solución de 40%.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Correlación de Cr⁶ y pH

Estadísticos descriptivos			
	Media	Desviación estándar	N
tratamiento_1	1071,2633	450,11583	9
Tratamiento 2	917,3922	525,10290	9
tratamiento_3	756,6178	476,51056	9
Tratamiento pH 1	5,8878	,58058	9
Tratamiento pH 2	6,0122	,65557	9
Tratamiento pH 3	6,0844	,70677	9

Correlaciones							
		tratamiento _1	tratamiento _2	tratamiento _3	tratamiento _4 pH	tratamiento _5 pH	tratamiento _6 pH
tratamiento _1	Correlación de Pearson	1	,966**	,955**	-,988**	-,985**	-,982**
	Sig. (unilateral)		,000	,000	,000	,000	,000
	N	9	9	9	9	9	9
tratamiento _2	Correlación de Pearson	,966**	1	,939**	-,921**	-,913**	-,907**
	Sig. (unilateral)	,000		,000	,000	,000	,000
	N	9	9	9	9	9	9
tratamiento _3	Correlación de Pearson	,955**	,939**	1	-,926**	-,926**	-,910**
	Sig. (unilateral)	,000	,000		,000	,000	,000
	N	9	9	9	9	9	9
tratamiento _4 pH	Correlación de Pearson	-,988**	-,921**	-,926**	1	,998**	,996**
	Sig. (unilateral)	,000	,000	,000		,000	,000
	N	9	9	9	9	9	9
tratamiento _5 pH	Correlación de Pearson	-,985**	-,913**	-,926**	,998**	1	,999**
	Sig. (unilateral)	,000	,000	,000	,000		,000
	N	9	9	9	9	9	9
tratamiento _6 pH	Correlación de Pearson	-,982**	-,907**	-,910**	,996**	,999**	1
	Sig. (unilateral)	,000	,000	,000	,000	,000	
	N	9	9	9	9	9	9

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (unilateral).

Interpretación N° 1

La correlación del tratamiento (períodos) 7, 14 y 21 días se pudo observar que la correlación que guardan entre los tratamientos pH (7, 14 y 21 días) menor a (p) 0.05 por lo tanto el estadístico paramétrico Pearson acepta a la hipótesis alterna de las características físicas, químicas y biológicas del agua contaminada con cromo

hexavalente mejorarán luego del tratamiento con *Pseudomonas sp* (*Enterobacter*) en sus tiempos de 7,14 y 21 días y se rechaza la hipótesis nula.

Correlaciones			
		Concentración del Cromo	PH
Concentración del Cromo	Correlación de Pearson	1	-,901**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	27	27
PH	Correlación de Pearson	-,901**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	27	27

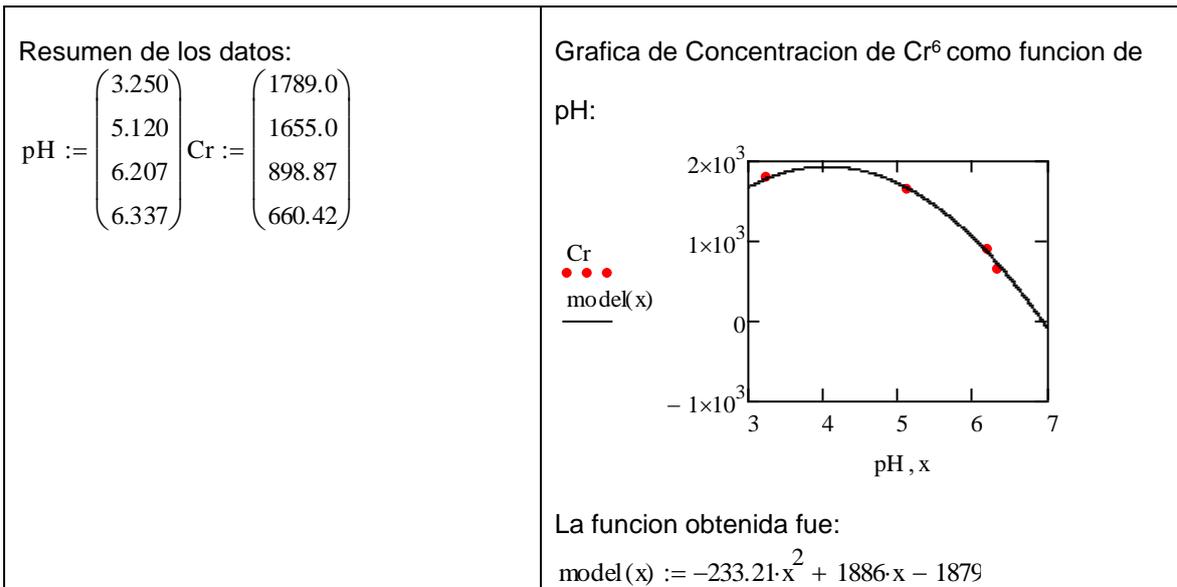
** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Interpretación: N° 2

Es decir, que el Potencial de Hidrógeno tiene relación con la concentración del Cromo hexavalente ya que tiene como resultado 0.000 en el Sig. Si fuera mayor a 0.05 no tendría correlación, lo cual acepta a la hipótesis alterna.

Gráfico 1 Análisis de correlación entre la cantidad de la concentración Cr⁶ en solución con el pH (1-14).

Valores de pH y sus promedios para 10%, 30, 40% de enzimas	Concentraciones de Cr resultantes luego de tratarse con 10%, 30, 40% de enzimas
$\text{pH}_{10} := \begin{pmatrix} 5.12 \\ 5.04 \\ 5.2 \end{pmatrix}$ $\text{mean}(\text{pH}_{10}) = 5.12$	$\text{Cr}_{10} := \begin{pmatrix} 1680.92 \\ 1654.43 \\ 1628.17 \end{pmatrix}$ $\text{mean}(\text{Cr}_{10}) = 1.655 \times 10^3$
$\text{pH}_{30} := \begin{pmatrix} 6.21 \\ 6.17 \\ 6.24 \end{pmatrix}$ $\text{mean}(\text{pH}_{30}) = 6.207$	$\text{Cr}_{30} := \begin{pmatrix} 900.1 \\ 859.05 \\ 937.45 \end{pmatrix}$ $\text{mean}(\text{Cr}_{30}) = 898.867$
$\text{pH}_{40} := \begin{pmatrix} 6.33 \\ 6.30 \\ 6.38 \end{pmatrix}$ $\text{mean}(\text{pH}_{40}) = 6.337$	$\text{Cr}_{40} := \begin{pmatrix} 646.4 \\ 665.5 \\ 669.35 \end{pmatrix}$ $\text{mean}(\text{Cr}_{40}) = 660.417$



Desarrollo del Modelo 8 usando el operador genfit(x,y, valores sugeridos, d):

$$y(x, k1, k2, k3) := k1 \cdot x^2 + k2 \cdot x + k3 \quad \text{model} := \text{genfit}(\text{pH}, \text{Cr}, \text{guess}, y1)$$

$$y1(x, k1, k2, k3) := \begin{pmatrix} y(x, k1, k2, k3) \\ \frac{d}{dk1} y(x, k1, k2, k3) \\ \frac{d}{dk2} y(x, k1, k2, k3) \\ \frac{d}{dk3} y(x, k1, k2, k3) \end{pmatrix} \quad \text{guess} := \begin{pmatrix} -1 \\ 2 \\ -3 \end{pmatrix} \quad \text{model} = \begin{pmatrix} -233.21 \\ 1.886 \times 10^3 \\ -1.879 \times 10^3 \end{pmatrix}$$

Cálculos para el ANOVA	
<p>E. total</p> $\text{SST} := \sum_{i=0}^3 (\text{Cr}_i - \text{mean}(\text{Cr}))^2$	$\text{SST} = 9.254 \times 10^5$
<p>E. Modelo</p> $\text{SSreg} := \sum_{i=0}^3 (\text{modell}_i - \text{mean}(\text{Cr}))^2$	$\text{SSreg} = 9.202 \times 10^5$
<p>E. Exp</p> $\text{SSe} := \text{SST} - \text{SSreg}$	$\text{SSe} = 5.287 \times 10^3$
Coeficiente de Correlación (CR)	
$\text{CR} := \frac{\text{SSreg}}{\text{SST}}$	$\text{CR} = 0.994$
Numero de parámetros (m) obtenidos:	$m := 3$

Tabla de ANOVA				
Fuente de Error	Magnitud	Grados de libertad	Media de Errores	Factor F0
SSreg	9.202×10^5	$m - 1 = 2$	$\frac{SS_{reg}}{m - 1} = 4.601 \times 10^5$	$\frac{4.601 \times 10^5}{5.287 \times 10^3} = 87.025$
SSe	5.287×10^3	$3 - 2 = 1$	$\frac{SS_e}{1} = 5.287 \times 10^3$	
SST	9.254×10^5	$4 - 1 = 3$		

VALOR CRITICO

qF

F0

$qF < F0$

$qF(0.05, 2, 1) = 0.054$

87

el pH afecta en la reducción del Cr

Interpretación N° 3

Dado F0 (87.025) es mayor al valor crítico qF (0.054), entonces rechazamos la hipótesis nula H0

Se acepta la hipótesis alternativa H1, el pH afecta en la reducción del Cr con 95% de confianza

Análisis estadístico

Periodos

Resumen de procesamiento de casos

Periodos	Periodos	Válido		Casos Perdidos		Total	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Periodo_1	Periodo	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%
	Periodo	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%
	Periodo	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%

Pruebas de normalidad

Periodos	Periodos	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Periodo_1	Periodo	,175	3	.	1,000	3	,995
	Periodo	,179	3	.	,999	3	,948
	Periodo	,327	3	.	,872	3	,300

a. Corrección de significación de Lilliefors

→ La prueba del periodo 1 tiene como aprobación del supuesto de la hipótesis alterna debido a que la significancia es $p > 0.05$ y se interpreta de acuerdo a shapiro-wilk

Interpretación: N° 4

Según el gráfico 12, se observa la normalidad de los datos aplicados en el software SPSS, donde se interpreta que los datos son normales ya que los valores del sig 0.995, 0.948 y 0.300 son mayores al 0.05. Por ello, se contrasta que los datos forman parte de una distribución de probabilidad normal.

Prueba de homogeneidad de varianzas

Periodo_1			
Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
,910	2	6	,452

→ La homogeneidad de varianzas tiene una significancia mayor a $p > 0.05$ por lo tanto tiene una aprobación el tratamiento de acuerdo al estadístico de Levene

Periodo_1

		N	Subconjunto para alfa = 0.05		
Periodos	1		2	3	
HSD Tukey ^a	Periodo	3	660,4167		
	Periodo	3		898,8667	
	Periodo	3			1654,5067
	Sig.		1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

→ **En la prueba de Tukey se observa claramente que el valor 1 es el mas a tenido variabilidad del tratamiento y tiene una significancia de 1.00 mayor al 95%**

Periodo_2

		N	Subconjunto para alfa = 0.05		
Periodos	1		2	3	
HSD Tukey ^a	Periodo	3	323,5200		
	Periodo	3		893,2233	
	Periodo	3			1535,4333
	Sig.		1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Periodo_3

		N	Subconjunto para alfa = 0.05		
Periodos	1		2	3	
HSD Tukey ^a	Periodo	3	298,9433		
	Periodo	3		819,9133	
	Periodo	3			1325,5100
	Sig.		1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Interpretación: N° 5

Se observa que la diferencia y la mejor reducción estuvo en la dosis del 40% Tukey en el tercer período nos dice que tuvo una reducción de 298,9433 con una significancia de 1.000 por el estadístico de homogeneidad.

V. DISCUSIÓN

En el desarrollo de la investigación, el cultivo de la *Pseudomona sp enterobacter*, en su tiempo de reproducción fue aceptable cuando se realizaron las dosis en la solución por el método de hidrólisis, llegándolas a evaluar en un agar diferencial que determino su presencia de acuerdo a los resultados y objetivos planteados, llevándose una reducción con aceptación en un tiempo de periodos de 7 días cada uno siendo un total de 21 días en la reducción del cromo hexavalente utilizado para dar mayor resistencia a la corrosión en los materiales ferrosos.

De acuerdo a la investigación realizada por Londo J. (2016), utiliza la en su tratamiento la *Pseudomonas aeruginosas*, las que obtiene de cepas que fueron acondicionadas para la que realicen reducción de metales totales de Pb, Zn y cromo, trabajando con una concentración de cromo de 0.5 a 2 mg/l las que dieron resultados en su reducción en un promedio de 36.64% de reducción, las que permitió realizar la investigación con una concentración de 1789.19 mgCr+6 /L las que nos dio resultados excelentes en el primer periodo de 7 días las que llegaron a una reducción de un 63.08 % con una dosis del 40% de *Pseudomona sp Enterobacter* siendo esta la mejor dosis del tratamiento encada periodo, donde en su evaluación utilizamos el método de espectrometría UV/V con una longitud de onda de 540 nm.

También Torrijos, D. (2018), realizó investigación con agua sintética suministrando dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$); para obtener el cromo hexavalente y poder evaluarlo con microorganismos de detoxificación del cromo que fueron extraídas de humedales las que aisló y poniéndolas para la reducción en diferentes etapas que denomino JB1-1 y 2, EM2-2 y MT1 las que presentaron una eficiencia de remoción de 76%, 60% y 49% las que estuvieron con una concentración de 30 mg/L de cromo hexavalente, las *Pseudomonas* utilizadas en el tratamiento son obtenidas de residuos orgánicos de mercado como los vegetales que ya no son consumibles por el público las que puestas en un reactor anaeróbico y agregando agua destilada se obtuvieron y fueron luego vertidas en el agua de cromo hexavalentes con una diferencia que la concentración que estas llegaron a reducir fue mayor que 30 mg/L utilizado por Torrijos ya que nuestra concentración inicial está en 1789.19 mg/L de cromo hexavalente y nuestra tratamiento estuvo realizado por tres periodos las que

dieron como resultados 63.08%, 81.91% y 83.29% de reducción de cromo hexavalente.

Es importante señalar que el tratamiento al 10%, no presento ser un medio de reducción de cromo hexavalente. Los datos experimentales fueron evaluados aplicando tablas estadísticas y gráficos en Excel además se analizó usando la fórmula de Eficiencia de Remoción, por lo cual, se pretende analizar un comportamiento general de acuerdo a la información experimental.

Analizando en 9 periodos y 3 etapas en la reducción de la concentración de cromo hexavalente, donde se determinó las características físicas, químicas y biológicas del agua en el tratamiento con *Pseudomonas sp* (*Enterobacter*), en el primer periodo día 7 se observa en el gráfico 5 donde presenta el porcentaje de eficiencia de remoción de cromo hexavalente con las bacterias remediadoras. Donde se observó el 10% de bacteria (P1 10%) no hubo remoción aceptable solo disminuyó el 7.5%, sin embargo, en el periodo con 30% de bacteria (P1 30%) si hubo reducción aceptable donde disminuyó 49.76%.

Además, se coincide en esta primera etapa de ensayo Además, es importante mencionar que existe estudios en los cuales se observa un efecto similar al tema de investigación, según el autor Sinha y Khare (2012), inmovilizaron cepas de *Pseudomonas sp* *Enterobacter* con capacidad de agrupar Hg, para remediar un efluente de proceso industrial que fue almacenado dicho efluente en la ciudad de la India, el cual se suplementó con 7,3 mg/L del metal, obteniéndose 90% de remoción después de 72 h de cultivo. Esto hace evidente que las bacterias remediadoras no solo son efectivos al Cr⁺⁶ sino también a metales más pesados como el mercurio.

También se utilizó otro tipo de bacteria como silvestre *Paenibacillus sp* utilizados en tres biorreactores, para reducir el cromo hexavalente por Guerrero, et al. (2017). Donde presenta la capacidad de tolerar concentraciones de 59 mg/L de Cromo hexavalente y alcanzan porcentajes de reducción entre el 79% y 83% de agua residual municipal utilizando biorreactores en tiempos diferentes. Sin embargo, en nuestro proyecto de investigación se verifico que tuvo 1789 mg/L de concentración de Cr⁺⁶ que equivale al 100% de la fase inicial. En el segundo período día 14, la

cantidad de dosis vs el tiempo demuestra mayor eficiencia en remover el cromo hexavalente como se observa en el grafico N° 8 donde las barras en períodos diferentes en el 59 tratamiento, con 10% de bacteria (P2 10%) muestra 14.18% de remoción día 14, esto hace referencia la relación de dosis usado con bacterias remediadora para disminuir el cromo total y cual hace referencia el autor García, et, al (2007), en su artículo de investigación utiliza las *Pseudomonas sp* y su efecto en el ciclo celular de *Allium cepa*, donde se usó un biorreactor tipo agitador donde se usó *Pseudomonas sp* con una concentración equivalente 3×10^6 células/mL para reducir el Cr+6 en 6 días donde reduce solo el 13.51% una velocidad de reducción de 4.16×10^4 ppm/h donde se identificó daños significativos en las células de las bacterias. En el periodo (P2 30%) del día 14 con 30% de bacteria la remoción de Cr+6 disminuyó hasta 50.07% y en el periodo (P2 40%) con 40% de bacteria la concentración disminuyó considerablemente hasta 81.91% de Cr+6 esto significa, a concentraciones óptimas de *Pseudomonas sp* (*Enterobacter*) mejoran la remoción de cromo hexavalente y esto evidencia una mejora de calidad de agua residual industrial. Según nuestras investigaciones para reducir cromo hexavalente en aguas residuales de curtiembre donde, Miranda, P. (2017), utilizaron 500 mL de capacidad de agua en tres ensayos, se colocó 169.9 mL de agua de curtiembre y se utilizó un agitador shaker durante 40 horas a una velocidad de 120 rpm donde se realizó tres repeticiones 3×10^8 bact/ mL obtuvo una reducción 0.2486mg/L la más óptima en reducción de cromo.

Sin embargo, en otras investigaciones relacionadas a la familia bacteriana *Pseudomonas sp* (*Enterobacter*) que utilizamos fueron las cepas de *Corynebacterium sp*, *Pseudomonas sp* y *Bacillus sp*. fueron aplicados en pasivos ambientales mineros y aguas de río obteniendo un alto grado de remoción con una eficiencia en la remoción de Plomo del 88.8%, Cobre 79.7% y Zinc del 49.2%. cuya investigación tuvo como finalidad demostrar la capacidad de remoción de los microorganismos tolerantes a altas concentraciones de Pb, Cu y Zn en ambientes contaminados, esto concluye que la familia *Pseudomonas sp* no solo son eficientes en remover cromo hexavalente también son excelentes bio-remediadores de metales más pesados como el Cobre, Zinc y Plomo según lo menciona el autor. Mena, M. y Rafael, H. (2016).

En el tercer periodo del día 21 el gráfico N° 11 se observa la eficiencia de remoción del Cr+6 en el período (P3 10%) al 10% de bacteria y solo disminuyó el 25% de la 60 remoción y en el periodo (P3 30%) con 30% de bacteria se evidenció la reducción 54.17% de Cr+6 en esta etapa se coincide con el autor Castillo S. et. al (2015). Tuvo como finalidad aislar las *Pseudomonas* sp reductoras al cual se nutrió con Luria Bertani y se utilizó 150 mL de agua residual de curtiembre con Cromo VI además se realizó 9 cultivo el cual uso el cultivo de la última parte 3C donde se identificó fenotípicamente *Pseudomonas fluorescens* en caldo Glutamato, por lo tanto, tiene la capacidad de reducir Cr VI en un 51.9 %, en agua residual de 69,75 mg/L.

En el periodo (P3 40%) con 40% de bacteria disminuyó progresivamente en 83.29% lo que significa que cumplimos con nuestro objetivo general donde se llega a determinar la eficiencia de la *Pseudomonas* sp (*Enterobacter*) en la reducción del Cr+6 en el agua contaminada de la industria del cromado en Villa el Salvador. Esto concuerda con Guevara G. (2018). Menciona que en su estudio de investigación que las *Pseudomonas* sp, mostro como resultado a la remoción y crecimiento con valores de 94.5% de remoción del cromo y un crecimiento de 3.0×10^7 cel./mL en un tiempo de 12 horas.

Podemos decir que la hipótesis estadística de normalidad tiene un nivel de significancia mayor al $p > 0.05$ por lo tanto se utilizó el Anova de un factor donde tukey determino que la mejor dosis fue del 40% con una reducción de 1789.19 a 298 mg/l de cromo hexavalente, obteniendo una correlación significativa en el proceso de concentración de cromo hexavalente y potencial de hidrogeno la cual nos dio a conocer el estadístico Pearson del comportamiento.

VI. CONCLUSIONES

Se determinó que el efluente de la industria del cromado tenía una concentración inicial de 1789.19 mg/L de Cr+6 y los parámetros fisicoquímicos se encontraban en niveles superiores establecido por los valores máximos admisibles del Decreto Supremo N° 010-2019 VIVIENDA norma peruana.

Se determinó que la dosis óptima para el tratamiento de aguas contaminadas con cromo hexavalente fue la *pseudomona sp* (*Enterobacter*) al 40% de bacterias, logrando reducciones de 63.08% a los 7 días, 81.91% a los 14 días y 83.29% a los 21 días de tratamiento.

Se determinó la caracterización física y química del agua contaminada con cromo hexavalente en el tratamiento con *Pseudomona sp Enterobacter* en sus tiempos de 7,14 y 21 días, siendo el coeficiente de potencial de hidrógeno con el cromo hexavalente de la correlación de Pearson de 1 y una significancia de 0.000.

Se determinó la reducción del cromo hexavalente a través del tratamiento con *Pseudomonas sp (Enterobacter)*. Podemos decir que la hipótesis estadística de normalidad tiene un nivel de significancia mayor al $p > 0.05$ por lo tanto se utilizó el Anova de un factor donde tukey determino que la mejor dosis fue del 40% con una reducción de 1789.19 mg/L a 298 mg/L de cromo hexavalente, obteniendo una correlación significativa en el proceso de concentración de cromo hexavalente y potencial de hidrógeno la cual nos dio a conocer el estadístico Pearson del comportamiento.

VII. RECOMENDACIONES

Evaluar las concentraciones de cromo hexavalente con mayor volumen de agua residual de industria del cromado.

Realizar el recuento de las bacterias remediadoras para verificar la tasa de crecimiento exponencial, estacionaria y muerte de las *Pseudomonas sp* (*Enterobacter*) en el período de tratamiento.

Se debe utilizar un mayor % de *Pseudomonas Enterobacter* para poder determinar un tiempo más óptimo de obtener una buena reducción del cromo hexavalente.

Se debe tener en cuenta el oxígeno disuelto del agua después del tratamiento para así poder categorizar su calidad y poder reaprovecharla.

Realizar un estudio de los residuos biológicos que se van generando y que serían lodos después del tratamiento como controlarlos o como realizar su reutilización.

Reducir el color del agua utilizando medios de floculación y coagulación para obtener una mejor estética del agua a utilizar en cualquiera que sea la categoría.

Investigar más a fondo a las *Pseudomonas sp* (*Enterobacter*) para evaluar su máxima capacidad de remediación ambiental y a mayor concentración de cromo hexavalente.

Es importante desarrollar esta investigación con la *Pseudomonas sp* (*Enterobacter*) con otros metales pesados y ver su capacidad de remediación que se pudiera obtener.

REFERENCIAS

- ARÉVALO, Damaris; CÁRDENAS, Juan; MARTÍNEZ, Víctor; ACOSTA, Ismael. Actividad de la cromato reductasa hexavalente en extractos libres de células de *Penicillium sp.* Química bioinorgánica y aplicaciones [en línea], Agosto 2013. [Fecha de consulta: 20 de agosto de 2020]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24027493/>
- BARRENECHEA, Ada. Aspectos físico-químicos de la calidad del agua [en línea]. 2004. [Fecha de consulta: 18 de agosto de 2020]. Disponible en: <http://www.ingenieroambiental.com/4014/uno.pdf>
- BERTRAN, Pol. Potencial redox: Definición, características y aplicaciones. Medico plus. [en línea], 2019. [Fecha de consulta: 17 de agosto de 2020]. Disponible en: <https://medicoplus.com/ciencia/potencial-redox>
- BELTRÁN, Tony y CAMPOS, Cynthia. Influencia de microorganismos eficaces sobre la calidad de agua y lodo residual, planta de tratamiento de Jauja. Tesis (Ingeniero Forestal y Ambiental). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2016. Disponible en: <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/3461>
- BHARAGAVA, Ram & MISHRA, Sandhya. Potencial de reducción del cromo hexavalente de *Cellulosimicrobium sp.* aislado de la planta de tratamiento de efluentes común de las industrias de curtiduría. Ecotoxicología y Seguridad Ambiental [en línea]. Enero 2018, Vol 147 n°1. [Fecha de consulta: 15 de agosto de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0147651317305365?via%3Dihub>
- CARBAJAL, Ángeles y GONZALES, María. Propiedades y funciones biológicas del agua. España: Universidad Complutense de Madrid [en línea]. 2012. [Fecha de consulta: 16 de agosto de 2020]. Disponible en: <https://www.ucm.es/data/cont/docs/458-2013-07-24-Carbajal-Gonzalez-2012-ISBN-978-84-00-09572-7.pdf>
- CASTIBLANCO, Yuly y PERILLA, Andryth. Remoción de Cromo Hexavalente en aguas residuales provenientes de procesos de cromado de plástico en

empresas de Bogotá. Tesis (Ingeniero Industrial). Bogotá: Universidad Cooperativa de Colombia, 2019. Disponible en: <https://repository.ucc.edu.co/items/2580d52c-f71a-4d22-977e-74fe66d8f3ca>

CASTILLO, Silvia; DÍAZ, Tony; HOLGUÍN, Andrés; PELÁEZ, Cristian; RAMÍREZ, Miguel; RODRÍGUEZ, Heydi; ROBLES, Heber. *Pseudomonas fluorescens* reductora de Cromo VI a partir de agua residual de una curtiembre. Revista Rebiolest [en línea]. 2015, vol. 3 n°2. [Fecha de consulta: 23 de agosto de 2020]. Disponible en: <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/ECCBB/article/view/1708>

COSTAS, G. Familia *Pseudomonadaceae*. Ciencia y biología.com [en línea]. enero 2014. [Fecha de consulta: 14 de agosto de 2020]. Disponible en: <https://cienciaybiologia.com/familia-pseudomonadaceae/>

DA ROCHA Glaber, VENDRUSCOLO Francielo & ANTONIOSI Nelson. Biosorción de cromo hexavalente por *Pleurotus ostreatus*. Heliyon [en línea], 2019, vol 5 n°3. [Fecha de consulta: 18 de agosto de 2020]. Disponible en: [https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440\(18\)34857-6?_returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS2405844018348576%3Fshowall%3Dtrue](https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440(18)34857-6?_returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS2405844018348576%3Fshowall%3Dtrue)

DIMITROULA, Helen; SYRANIDOU, Evdokia; MANOUSAKI, Eleni; NIKOLAIDIS, Nikolaos, KARATZAS, George; KALOGERAKIS, Nicolas. Medidas de mitigación para aguas subterráneas contaminadas con cromo-VI: el papel de las bacterias endofíticas en la rizofiltración. Diario de materiales peligrosos [en línea], 2015, vol. 281 n°1. [Fecha de consulta: 16 de agosto de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304389414006608?via%3Dihub>

GAN, Min; GU, Chunyao; DING, Jijuan; ZHU, Jianyu; LIU, Xinxing; QIU, Guanzhou. Remediación con cromo hexavalente basada en el efecto sinérgico entre bacterias quimioautótrofas y minerales sulfurados. Ecotoxicología y Seguridad Ambiental [en línea], 2019, vol. 173 n°1. [Fecha de consulta: 22 de agosto de 2020]. Disponible en:

[https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0147651319300867?
via%3Dihub](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0147651319300867?via%3Dihub)

GILLET, David & MARCHIORI, Alan. Un monitor continuo de turbidez de bajo costo. *Sensors* [en línea], 2019, vol 19 n°14. [Fecha de consulta: 20 de agosto de 2020]. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1424-8220/19/14/3039>

GUPTA, Asha & SINGH, Romeo. Contaminación del agua-fuentes, efectos y control. Universidad de Nagalandia [en línea], 2016, vol 1 n°1. [Fecha de consulta: 18 de Agosto de 2020]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Asha-Gupta-6/publication/321289637_WATER_POLLUTION-SOURCESEFFECTS_AND_CONTROL/links/5a194005aca272df080a9dd3/WATER-POLLUTION-SOURCES-EFFECTS-AND-CONTROL.pdf

GUEVARA, Diana. Biorremoción de Cromo (cromo total y cromo VI) en aguas sintética por dos inóculos bacterianos nativos compuestos, a escala laboratorio. Tesis (Ingeniera en biotecnología). Ecuador: Escuela Politécnica del Ejército, 2010. Disponible en: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2611/1/T-ESPE-030039.pdf>

GRADOS, Jack. (2018). Capacidad de remoción de arsénico por pseudomonas aeruginosa a diferente tiempo y concentración, en aguas contaminadas del Río Grande – Huamachuco. Tesis (Ingeniero Ambiental). Trujillo: Universidad César Vallejo, 2018. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/36040>

HERNÁNDEZ, Roberto; FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la investigación. 2014, 6ta ed. [Fecha de consulta: 17 de agosto de 2020]. Disponible en: <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>

¿Qué es la turbidez? [Mensaje en un blog] México: Hanna instruments, (29 de marzo, 2019). [Fecha de consulta: 22 de agosto de 2020]. Recuperado de <https://hannainst.com.mx/blog/que-es-la-turbidez/>

Instituto para la Salud Geoambiental. (Mayo, 2020) tóxicos ambientales. Disponible en: <https://www.saludgeoambiental.org/>

Compuestos inorgánicos de cromo (VI). Programa Internacional sobre Seguridad Química y Programa Interinstitucional para la Gestión Racional de los Productos Químicos. [en línea], 2013, vol. 78 n°1. [Fecha de consulta: 20 de agosto de 2020]. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/90560>

LUJAN, Obed. Reducción de Cromo (VI) en efluentes de curtiembre por *Pseudomonas sp eruginosa* MBL- 03 en condiciones de laboratorio Tesis (biólogo–microbiólogo). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2014. Disponible en <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/4568/Lujan%20Meza%2C%20Obed%20Ricardo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

GUATIBONZA, Brusby & TORRIJOS, Diana. (2018). Aislamiento y selección de microorganismos con capacidad de detoxificación de Cromo a partir de muestras de agua contaminadas con metales pesados. Tesis (Ingeniero Ambiental). Bogotá: Universidad Nacional Abierta y a Distancia, 2018. Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/17781>

GUERRERO, Deisy; PINTA, Jhonatan; FERNÁNDEZ, Pablo; IBARGUEN, Eduardo; HIDALGO, Sandra & BURBANO, Edith. Eficiencia en la reducción de Cromo por una bacteria silvestre en un tratamiento tipo Batch utilizando como sustrato agua residual del municipio de Pasto, Colombia. Universidad y Salud [en línea], marzo 2017, vol 19 n°1. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/reus/v19n1/0124-7107-reus-19-01-00102.pdf>

JANETA, Rosa. Evaluación de la *Pseudomonas sp.* en procesos de biorremediación en una celda de combustible microbiana con metales pesados sintéticos a efectuarse en el Centro de investigación de energías alternativas y ambiente de la ESPOCH, 2016. Tesis (Ingeniera en Biotecnología Ambiental). Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2018. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/10557>

- KAN, Chi; IBE, Aldwin; RIVERA, Kim; ARAZO, Renato; DE LUNA, Mark. Eliminación de cromo hexavalente de una solución acuosa mediante adsorbentes sintetizados a partir de residuos del tratamiento de aguas subterráneas. *Investigación sobre Medio Ambiente Sostenible* [en línea]. 2017, vol. 27 n°4. [Fecha de consulta: 19 de agosto de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S246820391630231X?via%3Dihub>
- LÓPEZ, Leonor y TORRES, Carola. Medios de cultivo. Universidad Nacional de Noreste [en línea], 2006. Disponible en: <http://www.biologia.edu.ar/microgeneral/tp4.pdf>
- MAMAIS, Daniel; NOUTSOPOULOS, Constantinos; KAVALLARI, Ioanna; NYKTARI, Eleni; KALDIS, Apostolos; PANOUSI, Eleni; NIKITPOULOS, George; ANTONIOU, Kornilia, NASIOKA, María. Tratamiento biológico de aguas subterráneas para la eliminación de cromo en bajas concentraciones de cromo hexavalente. *Quimiosfera* [en línea], junio 2016, vol 152 n°1. [Fecha de consulta: 18 de agosto de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0045653516302971?via%3Dihub>
- MYSTRIOTI, C.; XANTHOPOULOU, T.; TSAKIRIDIS, P.; PAPASSIOPI, N.; XENIDIS, A. Evaluación comparativa de cinco extractos y jugos de plantas para la síntesis de nanohierro y su aplicación para la reducción de cromo hexavalente. *Ciencia del medio ambiente total*. [en línea], enero 2016, vol 539 n°1. [Fecha de consulta: 20 de Agosto de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969715305945?via%3Dihub>
- MIRANDA, Kathleen. (2017). Efecto de diferentes concentraciones de *Pseudomonas sp* en la biorremediación de cromo VI en aguas residuales de curtiembre de la provincia de Trujillo, 2017. Tesis (Licenciado en Biotecnología). Nuevo Chimbote: Universidad Nacional del Santa, 2019. Disponible en:

<https://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14278/3200/48895.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MENA, Milena. y RAFAEL, Henry. Biorremediación de Metales Pesados con Aislados Microbianos Procedentes de Pasivos Ambientales Mineros y Aguas del Rio Hualgayoc - Cajamarca. Tesis (Licenciado en Biología – Microbiología y Parasitología). Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2016. Disponible en: <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/994/BC- TES-5757.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

NÚÑEZ, Rafael. Técnica in vitro para biorremediación de cromo y plomo. Tesis (Ingeniero en Biotecnología). Cartago: Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2007. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/60988659.pdf>

Norma Mexicana NMX-AA-034-SCFI. Análisis de agua – medición de sólidos y sales disueltas en aguas naturales, residuales y residuales tratadas – método de prueba (cancela a la NMX-AA-034-SCFI-2001). Secretaria de Economía, 2015. Recuperado de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/166146/nmx-aa-034-scfi-2015.pdf>

OTINIANO, Milly, TUESTA, Lurdes; ROBLES, Heber; LUJÁN, Manuela y CHAVEZ, Mileiades. Biorremediación de cromo VI de aguas residuales de curtiembres por *Pseudomonas sp* y su efecto sobre el ciclo celular de *Allium cepa*. Revista Médica Vallejana [en línea], junio – junio 2007, vol. 4 n°1. [Fecha de consulta: 17 de agosto de 2020]. Disponible en: <https://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/rmv/v04n1/pdf/a04v4n1.pdf>

Efectos del Cromo Hexavalente Sobre la Salud. Oficina de Evaluación de Peligros de Salud Ambientales [en línea], noviembre 2016, vol. 1 n°1. [Fecha de consulta: 19 de junio de 2020]. Disponible en: <https://oehha.ca.gov/media/downloads/faqs/sphexchromiumairfact111616.pdf>

RAVI Kumar, et al. Biodegradación del cromo hexavalente por *Pseudomonas putida* aclimatada: Estudio de optimización y cinética. Revista de Energía y

Sostenibilidad del medio ambiente [en línea], abril 2019, vol 7 n°1. [Fecha de consulta: 21 de agosto de 2020]. Disponible en: <http://jees.in/uploads/2019a-3.pdf>

SATHVIKA, T.; SONI, Amitesh; SHARMA, Kriti; PRANEETH, Malipeddi; MUDALIYAR, Manasi; RAJESH, Vidya & RAJESH, N. Aplicación potencial de *Saccharomyces cerevisiae* y *Rhizobium* inmovilizados en nanotubos de carbono de paredes múltiples para adsorber cromo hexavalente. Informes Científicos [en línea], junio 2018, vol. 8 n°1. [Fecha de consulta: 18 de agosto de 2020]. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41598-018-28067-9>

SARIOGLU, O.; CELEBIOGLU, A.; TEKINAY, T. & UYAR, T. Telas poliméricas fibrosas electrohiladas inmovilizadas con bacterias para la remediación de cromo hexavalente en agua. Revista Internacional de Ciencia y Tecnología Ambientales [en línea], junio 2016, vol. 13 n°1. [Fecha de consulta: 14 de agosto de 2020]. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13762-016-1033-0>

SOTO, Eliana; LANDAZURI, Patricia & LOANGO, Nelsy. Remoción de cromo hexavalente de aguas residuales con microorganismos adaptados a medios ricos en cromo. Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas [en líneas], octubre 2017, vol. 29 n°1. [Fecha de consulta: 19 de agosto de 2020]. Disponible en: <https://revistaaccb.org/r/index.php/accb/article/download/140/135/551>

SINHA, Arvind & KHARE, Sunil. Biorremediación de mercurio mediante la acumulación de mercurio *Enterobacter sp.* células y su aplicación inmovilizada de alginato. Biodegradación [en línea], mayo 2012, vol. 23 n°1. [Fecha de consulta: 17 de agosto de 2020]. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10532-011-9483-z>

TAKAHASHI, Kenji. (2019). Remoción de Plomo y Cadmio presentes en el afluente del río Pativilca, Barranca-Lima por células inmovilizadas de *Pseudomonas putida* ATCC 49128. Tesis (Ingeniero Agrario). Huacho: Universidad Católica Sedes Sapientiae, 2018. Disponible en:

https://repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14095/658/Takahashi_Kenji_tesis_bachiller_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

VINEETA, Kumari; ASHUTOSH, Yadav; IZHARUL, Hag; KUMAR, Sharad; BHARAGAVA, Ram; KUMAR, Sudheer & RAJ, Abhay. Evaluación de genotoxicidad del efluente de una curtiduría tratado con *Bacillus cereus* reductor de cromo hexavalente recientemente aislado. Revista de Gestión Ambiental [en línea], diciembre 2016, vol. 183 n°1. [Fecha de consulta: 16 de Agosto de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301479716305552?via%3Dihub>

VULLO, Diana. Microorganismos y metales pesados: una interacción en beneficio del medio ambiente. Química viva [en línea], 2003. vol. 2, n° 3. [Fecha de consulta: 18 de agosto de 2020]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/863/86320303.pdf>

WANG, Guey; TSAI, The; CHIU, Ching; CHENG, Chiu & CHUNG, Ying. Características operativas de *Ochrobactrum* sp. Biosistema CUST210-1 y biosistema de cromato reductasa inmovilizada en el tratamiento continuo de aguas residuales que contienen cromo. Applied Sciences [en línea], 2020, vol. 10 n°17. [Fecha de consulta: 22 de agosto de 2020]. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-3417/10/17/5934>

ZENG, Qiang; HU, Yuting; YANG, Yiran; HU, Liang; ZHONG, Hui; ÉL, Zhiguo. La envoltura celular es el sitio clave para la reducción de Cr (VI) por *Oceanobacillus oncorhynchi* W4, una bacteria reductora de Cr (VI) recientemente aislada. Diario de materiales peligrosos [en línea], abril 2019, vol. 368 n°1. [Fecha de consulta: 21 de agosto de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304389419300317?via%3Dihub>

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
<p>Variable independiente:</p> <p>La <i>Pseudomonas Enterobacter sp</i></p>	<p>Pseudomonas Enterobacter sp. Es un microorganismo utilizado para la biorremediación por medio de la degradación microbiana. Estas Bacterias son capaces de reducir las formas altamente tóxicas de mercurio en otras menos tóxicas y volátiles.</p> <p>La biodegradación es el proceso natural por el cual los microorganismos degradan o alteran moléculas orgánicas transformándolas en moléculas más pequeñas y no tóxicas.</p> <p>Concejo Argentino para la Información y el desarrollo de la biotecnología (2007</p>	<p>El uso de las Pseudomonas Enterobacter sp será medido teniendo en cuenta su caracterización y las cantidades de las dosis de remoción en porcentajes de las bacterias.</p>	<p>Caracterización de las Pseudomonas (Enterobacter sp).</p>	microbiológico	UFC
			<p>Dosis de las Pseudomonas Enterobacter sp</p>	<p>10</p> <p>30</p> <p>40</p>	%

<p>Variable dependiente:</p> <p>Remoción del con hexavalente</p>	<p>El agua es una molécula sencilla formada por átomos pequeños, dos de hidrogeno y uno de oxigeno unidos por un enlace covalentes muy fuertes que hacen que la molécula sea muy estable, formados por un ángulo de 105°. Según A. Carbajal y M. Gonzales (2012 pp. 33-45)</p>	<p>El Agua contaminado con cromo hexavalente se caracterizará los parámetros químico, físico y biológico antes y después del tratamiento</p>	<p>Caracterización del agua contaminada con cromo hexavalente inicial.</p>	<p>* Potencial de hidrogeno *Temperatura *Conductividad eléctrica *Potencial Redox</p>	<p>Acido/base °C μS/cm Vm</p>
			<p>Parámetros biológicos Del agua contaminada inicial y final</p>	<p>*Oxígeno Disuelto *Demanda química de oxígeno *Demanda bioquímica de oxigeno</p>	<p>mgO2/l mgO2/l mgO2/l</p>
			<p>Parámetros físicos inicial y final</p>	<p>*Solidos totales *Solidos disueltos *Solidos suspendidos totales *Turbidez</p>	<p>mg/L mg/L mg/L NTU</p>

Anexo 2: Instrumentos de recolección de datos

1.- Ficha de ubicación de la industria del cromado



FICHA 1: Ubicación de la industria del cromado	
Título	"Eficiencia de la <i>Pseudomonas sp (Enterobacter)</i> para remover cromo hexavalente de aguas contaminadas en la industria del cromado – V.E.S., 2020"
Línea de investigación	Calidad y gestión de los recursos naturales
Facultad	Ingeniería Ambiental y Arquitectura
Realizado por	Hinostrza Capani Jhuver Casey (código ORCID 0000-0003-0636-6065) Sucapuca Aquilar, Alex Aldo (código ORCID 0000-0003-2283-8771)
Asesor	Dr. Benites Alfaro Elmer Gonzales (código ORCID: 0000-0003-1504-2089)

LUGAR DE UBICACIÓN				
Dirección	Av. Ayacucho con la av. Solidaridad			
Distrito	Villa el Salvador			
Provincia	Lima			
Departamento	Lima			
Coordenadas geográficas UTM - WGS	Norte	Este	Altura	Código de punto
	8651239	288973	220 m.s.n.m.	AR-01

DR. BENITES ALFARO ELMER GONZALES
INGENIERO QUÍMICO
REG. CIP N° 7198

Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Ojeda
DOCENTE E INVESTIGADOR
CIP: 130267
RENACRYT: P071875

Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Ojeda
CIP: 130267
RENACRYT: P071875

2.- Ficha de caracterización inicial del agua con cromo hexavalente



FICHA 2: Caracterización Inicial del Cromo Hexavalente en la muestra	
Título	"Eficiencia de la <i>Pseudomonas sp</i> (<i>Enterobacter</i>) para remover cromo hexavalente de aguas contaminadas en la industria del cromado – V.E.S., 2020"
Línea de investigación	Calidad y gestión de los recursos naturales
Facultad	Ingeniería Ambiental y Arquitectura
Realizado por	Hinostrza Capani Jhuver Casey (código ORCID 0000-0003-0636-6065) Sucapuca Aguilar, Alex Aldo (código ORCID 0000-0003-2283-8771)
Asesor	Dr. Benites Alfaro Elmer Gonzales (código ORCID: 0000-0003-1504-2089)

Caracterización inicial del agua con el Cromo Hexavalente											
Parámetros Físico Químicos					Parámetros Biológico Parámetros Físicos Concentración inicial del Cr ⁺⁶						
T	pH	CE	Eh	Turbidez	OD	DQO	DBO5	ST	SD	SST	mgCr ⁺⁶ /L
°C	(1-14)	µS/cm	mv	NTU	mgO ₂ /L	mgO ₂ /L	mgO ₂ /L	mg/L	mg/L	mg/L	


ELMER GONZALES BENITES ALFARO
 INGENIERO AMBIENTE
 Reg. CIP # 17196


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Ojeda
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130287
 RENACYT: P0078275


ALEX ALDO SUCAPUCA AGUILAR
 INGENIERO AMBIENTE
 CIP: 0000000000

3.- Ficha de caracterización de la *Pseudomonas Enterobacter*



FICHA 3: Caracterización de la <i>Pseudomonas sp (Enterobacter)</i>	
Título	"Eficiencia de la <i>Pseudomonas sp (Enterobacter)</i> para remover cromo hexavalente de aguas contaminadas en la industria del cromado – V.E.S., 2020"
Línea de investigación	Calidad y gestión de los recursos naturales
Facultad	Ingeniería Ambiental y Arquitectura
Realizado por	Hinostroza Capani Jhuver Casey (código ORCID 0000-0003-0636-6065) Sucapuca Aquilar, Alex Aldo (código ORCID 0000-0003-2283-8771)
Asesor	Dr. Benites Alfaro Elmer Gonzales (código ORCID: 0000-0003-1504-2089)

Caracterización del medio de cultivo para el crecimiento de la <i>Pseudomonas sp (Enterobacter)</i>												
Parámetros Físico Químicos					Parámetros Biológico Parámetros Físico Concentración Inicial							
T	pH	CE	Eh	Turbidez	OD	DQO	ST	SD	MICROBIOLOGIA	SEMBRADO UFC	IDENTIFICACION DE LA BACTERIA	
°C	(1-14)	µS/cm	mv	NTU	mgO ₂ /L	mgO ₂ /L	mg/L	mg/L	Agar simon, citrate.	Volumen ml	Conteo en microscopio electrónico	

BENITES ALFARO ELMER GONZALES
INGENIERO QUÍMICO
Reg. CP N° 7195

Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olvera
DOCENTE E INVESTIGADOR
CIP: 130267
RENACYT: P0078275

Dr. Alex Aldo Sucapuca Aquilar
CIP: 08447338

4.- Ficha de del diseño del tratamiento experimental



FICHA 4: Diseño del tratamiento	
Título	"Eficiencia de la <i>Pseudomonas sp (Enterobacter)</i> para remover cromo hexavalente de aguas contaminadas en la industria del cromado – V.E.S., 2020"
Línea de investigación	Calidad y gestión de los recursos naturales
Facultad	Ingeniería Ambiental y Arquitectura
Realizado por	Hinostrza Capani Jhuver Casey (código ORCID 0000-0003-0636-6065) Sucapuca Aquilar, Alex Aldo (código ORCID 0000-0003-2283-8771)
Asesor	Dr. Benites Alfaro Elmer Gonzales (código ORCID: 0000-0003-1504-2089)

Dosis de <i>Pseudomonas sp (Enterobacter)</i>										
Número de repeticiones				Tiempo de tratamiento % de <i>Pseudomonas sp (Enterobacter)</i>						
Perio do 1	Perio do 1	Periodo 3		Volum e n	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3	10	30	40
9	9	9		ml	días	días	días	%	%	%

BENITES ALFARO ELMER GONZALES
INGENIERO QUÍMICO
Reg. CP. N° 7196

Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Ojeda
DOCENTE E INVESTIGADOR
CIP: 130267
RENACYT: P0078275

JHUVER CASEY
INGENIERO AMBIENTAL
Reg. CP. N° 7196

5.- Ficha Evaluación de resultados



FICHA 5: Evaluación de resultados											
Titulo		"Eficiencia de la <i>Pseudomonas sp</i> (<i>Enterobacter</i>) para remover cromo hexavalente de aguas contaminadas en la industria del cromado – V.E.S., 2020"									
Línea de investigación		Calidad y gestión de los recursos naturales									
Facultad		Ingeniería Ambiental y Arquitectura									
Realizado por		Hinostrza Capani Jhuver Casey (código ORCID 0000-0003-0636-6065)									
		Sucapuca Aquilar, Alex Aldo (código ORCID 0000-0003-2283-8771)									
Asesor		Dr. Benites Alfaro Elmer Gonzales (ORCID: 0000-0003-1504-2089)									
Evaluación de los periodos											
Número de Periodos			tiempo de reducción % de reducción del Cr ⁺⁶								
Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3		Volumen		Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3	10	30	40
9	9	9		ml		días	días	días	%	%	%

BENITES ALFARO ELMER GONZALES
 INGENIERO QUIMICO
 Reg. CIP N° 7196

Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Ojeda
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Ojeda
 RENACYT: P0078275

Anexo 3: Validación de instrumento de tesis

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

Apellidos y Nombres: Dr. Benites Alfaro Elmer Gonzales

I1. Cargo e institución donde labor: Docente e Investigador / UCV Lima Norte

I2. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha 1, Ficha 2, Ficha 3, Ficha 4 y Ficha 5

I3. Autor 1 de Instrumento: Hinostroza Capani, Jhuver Casey

I4. Autor 2 de Instrumento: Suagaza Aguilar, Alex Aldo

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		81	82	83	84	85	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.											X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valere las variables de la Hipótesis.											X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 5 de Noviembre del 2020


BENITES ALFARO ELMER GONZALES
 Dep. OP IV Tesis

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1. Apellidos y Nombres: **Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto**
2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador / UCV Lima Norte**
3. Especialidad o línea de investigación: **Tecnología Mineral y Ambiental**
4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ubicación de la industria del cromado**
5. Autor 1 de Instrumento: **Hinostraza Capani, Jhuver Casey**
6. Autor 2 de Instrumento: **Sucapuca Aguilar, Alex Aldo**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adopción al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %

Lima, 15 de Noviembre del 2020


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 136287
 RENACRY: F0678275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1. Apellidos y Nombres: **Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto**
2. Cargo e institución donde labor: **Docente e Investigador / UCV Lima Norte**
3. Especialidad o línea de investigación: **Tecnología Mineral y Ambiental**
4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Caracterización inicial del cromo Hexavalente en la muestra**
5. Autor 1 de Instrumento: **Hinostroza Capani, Jhuver Casey**
6. Autor 2 de Instrumento: **Sucapuca Aguilar, Alex Aldo.**

II. ASPECTOS DE VADILACION

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar la hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI
-

V. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 136287
 RENACRY: P0018275

Lima, 15 de Noviembre del 2020

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1. Apellidos y Nombres: **Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto**
2. Cargo e institución donde labor: **Docente e Investigador / UCV Lima Norte**
3. Especialidad o línea de investigación: **Tecnología Mineral y Ambiental**
4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Caracterización de la Pseudomonas sp (Enterobacter)**
5. Autor 1 de Instrumento: **Hinostroza Capani, Jhuver Casey**
6. Autor 2 de Instrumento: **Sucapuca Aguilar, Alex Aldo**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

-

VI. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %

Lima, 15 de Noviembre del 2020


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CP: 19287
 RENACYS: P021215

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1. Apellidos y Nombres: **Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto**
2. Cargo e institución donde labor: **Docente e Investigador / UCV Lima Norte**
3. Especialidad o línea de investigación: **Tecnología Mineral y Ambiental**
4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Diseño del tratamiento**
5. Autor 1 de Instrumento: **Hinostrero Capani, Jhuver Casey**
6. Autor 2 de Instrumento: **Sucapuca Aguilar, Alex Aldo,**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar la hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

V. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

-

90 %

VII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

Lima, 15 de Noviembre del 2020


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CP: 130257
 RENACRY: P0278275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1. Apellidos y Nombres: **Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto**
2. Cargo e institución donde labor: **Docente e Investigador / UCV Lima Norte**
3. Especialidad o línea de investigación: **Tecnología Mineral y Ambiental**
4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Evaluación de Resultados**
5. Autor 1 de instrumento: **Hinostraza Capani, Jhuver Casey**
6. Autor 2 de instrumento: **Sucapuca Aguilar, Alex Aldo,**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MENSURABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %

Lima, 15 de Noviembre del 2020


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 INDACTI: 0007875

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1. Apellidos y Nombres: **Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio**
2. Cargo e institución donde labor: **Docente e Investigador / UCV Lima Norte**
3. Especialidad o línea de investigación: **Medio Ambiente y Recursos Hídricos**
4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ubicación de la industria del cromado**
5. Autor 1 de Instrumento: **Hinostraza Capani, Jhuver Casey**
6. Autor 2 de Instrumento: **Sucapuca Aguilar, Alex Aldo**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar la hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 21 de Noviembre del 2020


 Juan Julio Ordoñez Gálvez
 DNI: 08447333

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1. Apellidos y Nombres: **Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio**
2. Cargo e institución donde labor: **Docente e Investigador / UCV Lima Norte**
3. Especialidad o línea de investigación: **Medio Ambiente y Recursos Hídricos**
4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Caracterización inicial del cromo Hexavalente en la muestra**
5. Autor 1 de Instrumento: **Hinojosa Capani, Jhuver Casey**
6. Autor 2 de Instrumento: **Sucapuca Aguilar, Alex Aldo**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 21 de Noviembre del 2020


 Juan Julio Ordoñez Gálvez
 DNI: 8847309

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1. Apellidos y Nombres: **Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio**
2. Cargo e institución donde labor: **Docente e Investigador / UCV Lima Norte**
3. Especialidad o línea de investigación: **Medio Ambiente y Recursos Hídricos**
4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Caracterización de la *Pseudomonas sp* (*Enterobacter*)**
5. Autor 1 de Instrumento: **Hinostraza Capani, Jhuver Casey**
6. Autor 2 de Instrumento: **Sucapuca Aguilar, Alex Aldo**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta afectado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta afectado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta afectado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACION

90%

Lima, 21 de Noviembre del 2020


 Alex Aldo Sucapuca Aguilar
 DNI: 86677324

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1. Apellidos y Nombres: **Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio**
2. Cargo e institución donde labor: **Docente e Investigador / UCV Lima Norte**
3. Especialidad o línea de investigación: **Medio Ambiente y Recursos Hídricos**
4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Diseño del tratamiento**
5. Autor 1 de Instrumento: **Hinostrza Capani, Jhuver Casey**
6. Autor 2 de Instrumento: **Sucapuca Aguilar, Alex Aldo**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

V. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI
-

II. PROMEDIO DE VALORACION

90%

Lima, 21 de Noviembre del 2020


 DNI: 08447309

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1. Apellidos y Nombres: **Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio**
2. Cargo e institución donde labor: **Docente e Investigador / UCV Lima Norte**
3. Especialidad o línea de investigación: **Medio Ambiente y Recursos Hídricos**
4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Evaluación de Resultados**
5. Autor 1 de Instrumento: **Hinostraza Capani, Jhuver Casey**
6. Autor 2 de Instrumento: **Sucapuca Aguilar, Alex Aldo**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %


 Lima, 15 de Noviembre del 2020
 Juan Julio Ordoñez Gálvez
 DNI: 98627308

Anexo 4: Fotos de evidencia

Fotos de la toma de muestra en la empresa del cromado



Imagen N° 1 se muestra la medición in situ con multiparametro de la muestra de cromo hexavalente de Temperatura y Potencial Hidrogeno (1-14)



Imagen N° 2: se muestra la toma in situ del cromo hexavalente en campo en la industria del cromado Villa el Salvador.

Fotos de caracterización de los desechos orgánicos con biorreactor



Imagen N° 3: se muestra la caracterización de los residuos orgánicos con un biorreactor artesanal, una vez culminado la caracterización se incubo por 7 días agregando 3 litros de agua.

Foto caracterización de la muestra inicial del cromo hexavalente



Imagen N° 4: se demuestra la caracterización inicial del cromo hexavalente existente en el agua residual de la industria del cromado usando el método de Lambert - Beer fue utilizado con un espectrofotómetro UV-V la que a una determinada longitud de onda determina por tramitancia y absorbancia la concentración del cromo hexavalente.

Imágenes fotográficas de reconocimiento de las *Pseudomonas Enterobacter* sp



Imagen N° 5: se muestra el pesado del Agar diferencial una balanza analítica



Imagen N° 6: se muestra el caldo de cultivo del agar diferencial con las *Pseudomonas* sp



Imagen N° 7: se muestra las placas Petri para la identificación de las bacterias.



Imagen N° 8: se observa la aplicación del agar para diferenciar las *pseudomanas* utilizando el asa de siembra de los tubos de ensayo



Imagen N° 9: se observa la incubación de las bacterias por 24 horas a 36°C en las placas Petri.

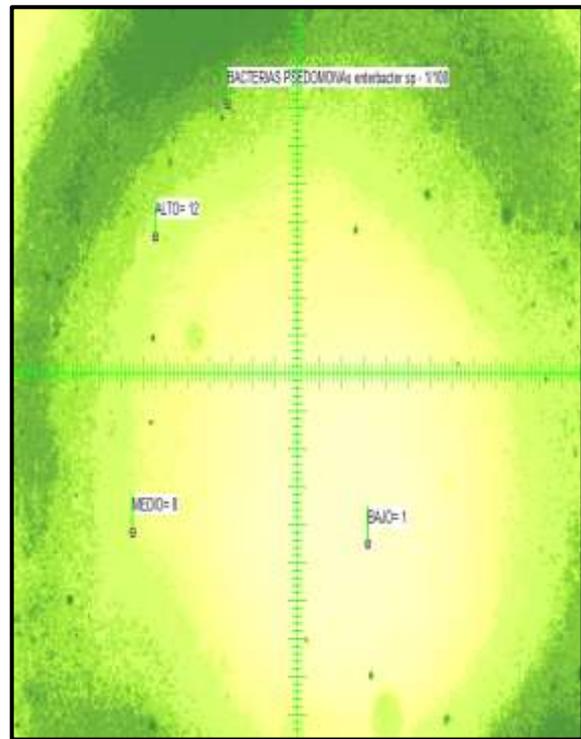
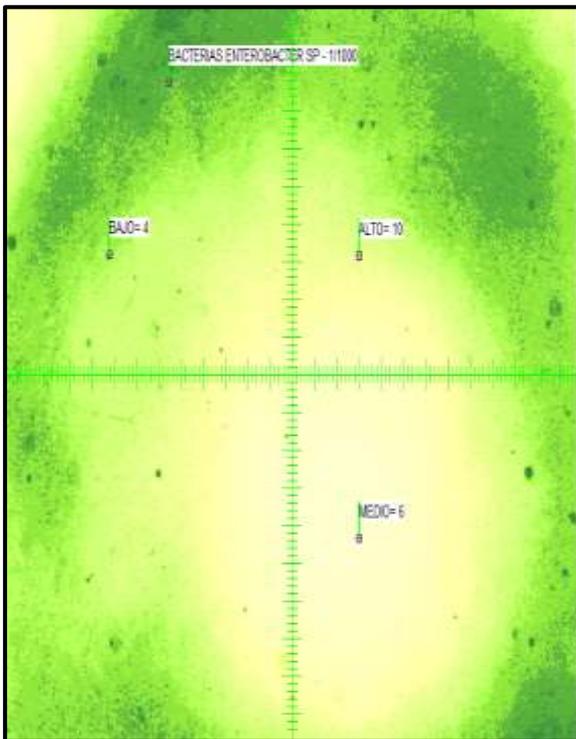


Imagen 10 se observa la identificación en microscopio de las *Pseudomans sp enterobacter* 10^{-2} , 10^{-3}

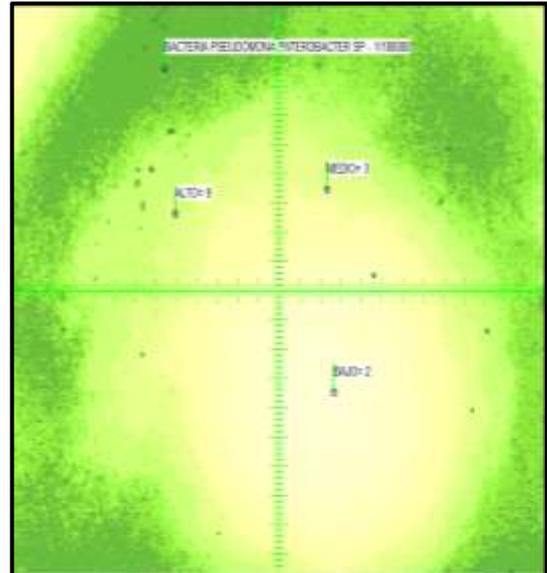
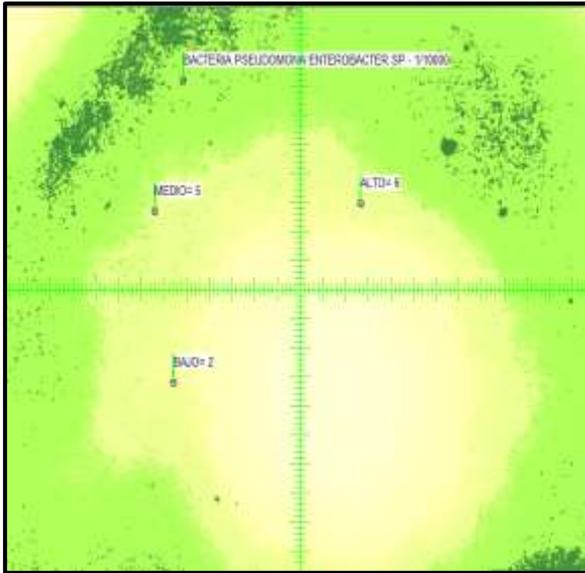


Imagen N° 10: se observa la identificación en microscopio de las *Pseudomonas sp enterobacter* 10^{-3} , 10^{-5} UFC

Imágenes fotográficas del tratamiento del cromo hexavalente con las *Pseudomonas Enterobacter sp*



Imagen 11 se observa las 3 etapas de tratamientos del cromo hexavalente con las bacterias en diferentes etapas (7, 14 y 21 días) con las distribuciones de 40%, 30% y 10% de *Pseudomonas sp Enterobacter*.

Imágenes fotográficas de reconocimiento de Sólidos Totales y Disueltos



Imagen 12 se observa la identificación de los parámetros Sólidos Totales y Sólidos Disueltos.

Sólidos Totales: se tomó un volumen de 100 mL en un vaso precipitado el cual se llevó a sequedad para luego enfriarlo y hacer los cálculos con el peso del vaso limpio vacío en una balanza analítica.

Sólidos Disueltos: Este método se realiza de manera diferente al de los sólidos totales porque en este caso se filtró la muestra con un papel filtro Whatman N° 40 por un volumen de 100 mL. llevándolo a sequedad enfriarlo y pesar el vaso con el residuo precipitado en una balanza analítica.

Imágenes fotográficas de reconocimiento del parámetro Oxígeno disuelto (OD)



Imagen 13 se muestra la identificación del Oxígeno disuelto utilizado el método Winkler

Imágenes fotográficas de reconocimiento del parámetro DQO



Imagen 14 se muestra la identificación la Demanda química de oxígeno utilizando el método reactor térmico por 3 horas, para finalmente realizar una titulación con sulfato ferroso amoniacal y un indicador ferroina.

Anexo 5: Plano de ubicación



Anexo 6: Cadenas de custodia de monitoreo de agua

SAG S.A.C. CADENA DE CUSTODIA DE MONITOREO - DE AGUAS Y SUELOS

FR - 005
Versión 06
F.E. 15/2019
Página de

Cliente: Alex Aldo Sucapuca Aguilar Contacto: Alex Aldo Sucapuca Aguilar E-mail: alex@sucapuca.com Telef(s) 963 998 928
Lugar: Villa El Salvador - LIMA Empresa: _____ Planta: _____ Proyecto: Muestreo de Agua Residual

Carta/Cotización: NR 2020-07VE-103-2 MUESTREO POR SAG MUESTREO POR CLIENTE N° Informe: 143614-2020

PUNTO DE MUESTREO o CODIGO DEL CLIENTE	MUESTREO		TIPO DE MATRIZ	PARAMETROS IN SITU		ANALISIS DE LABORATORIO		N° Informe	CODIGO DE LABORATORIO	DATOS ADICIONALES
	FECHA	HORA		PH	OPACIDAD					
AR-07 (Opac-01) Bxc BYV	2020/09/30	13:00	Agua Residual sintetizada	✓	✓	✓	✓		20092841 20092842 20092843 20092844	

Observaciones de Muestra: AR-07. Se tomo muestra a la salida de la caja de registro de la planta de tratamiento

Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable del muestreo: Alex Aldo Sucapuca Aguilar Firma(s): [Firma] Recibido en laboratorio: NA
Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable o Supervisor en campo: _____ Firma(s): _____ Día/Hora: 16:00

SERVICIOS ANALITICOS GENERALES
RECIBIDO
30 SEP 2020
RECEPCION DE MUESTRAS
SAG

SAG S.A.C. CADENA DE CUSTODIA DE MONITOREO - DE AGUAS Y SUELOS

FR - 005
Versión 06
F.E. 15/2019
Página de

Cliente: Alex Aldo Sucapuca Aguilar Contacto: Alex Aldo Sucapuca Aguilar E-mail: alex@sucapuca.com Telef(s) 963 998 928
Lugar: San Martín de Porres - LIMA Empresa: _____ Planta: _____ Proyecto: Análisis de Agua Residual

Carta/Cotización: NR 2020-10VE-30-14 MUESTREO POR SAG MUESTREO POR CLIENTE N° Informe: 144553-2020

PUNTO DE MUESTREO o CODIGO DEL CLIENTE	MUESTREO		TIPO DE MATRIZ	PARAMETROS IN SITU		ANALISIS DE LABORATORIO		N° Informe	CODIGO DE LABORATORIO	DATOS ADICIONALES
	FECHA	HORA		PH	OPACIDAD					
PR-P3-403	2020/10/29	13:00	Agua Residual sintetizada						20103212	

Observaciones de Muestra: Muestra proveniente de tratamiento biológico P3-40%

Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable del muestreo: Alex A. Sucapuca Aguilar Firma(s): [Firma] Recibido en laboratorio: NA
Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable o Supervisor en campo: _____ Firma(s): _____ Día/Hora: 13:50

SERVICIOS ANALITICOS GENERALES
RECIBIDO
29 OCT 2020
RECEPCION DE MUESTRAS
SAG



**INFORME DE ENSAYO N° 143614 - 2020
CON VALOR OFICIAL**

RAZÓN SOCIAL: ALEX ALDO SUCARICA MULLER
DIRECCIÓN LEGAL: SA. LAS PALMAS N° 174 URS. JOSÉ GALVEZ - VILLA MARÍA DEL TRIUNFO (P.R.)
SOLICITADO POR: ALEX ALDO SUCARICA AGUILAR
REFERENCIA: MONITOREO DE AGUA
PROVENIENCIA: VILLA EL SALVADOR - (J.M.V.)
FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 2020-09-30
FECHA(S) DE ANÁLISIS: 2020-09-30 al 2020-09-30
FECHA(S) DE MONITOREO: 2020-09-30
REGISTRADO POR: SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.⁽¹⁾

I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	U.C.	Unidades
pH (medición en campo)	SIEMPRE-ARSA-ARSA-WSP. Item 4500-114 B, 23rd Ed. 2017. pH Meter. Temperature Methods.	---	med. pH
Temperatura (medición en campo)	SIEMPRE-ARSA-ARSA-WSP. Part 2550 B, 23rd Ed. 2017. Temperature. Laboratory and Field Methods.	---	°C
Como Conservante (X)	SIEMPRE-ARSA-ARSA-WSP. Item 3000-Cr B, 23rd Ed. 2017. / EPA-820-B-04 Method 7190A, Rev. 1 (1997). Chromium. Colorimetric Method. / Chromium, Resazurin (Colorimetric).	0.800	ppm

U.C. / Unid. de Conservación.

(1) Toma de muestra de acuerdo a plan de muestreo SP 143614 y procedimiento PI-005.
 (2) Expresado como límite de detección del método.

II. RESULTADOS:

Producto detectado	Agua residual industrial	Agua residual municipal	Banco	Banco
Muestra analizada	Agua residual	Agua residual	---	---
Fecha de muestra	2020-09-30	2020-09-30	---	---
Tiempo de viaje de muestra (h)	10.30	13.30	---	---
Concentración UTR (MDS 94 - 20)	0.000736	0.000723	---	---
Área (ppm)	248	130	---	---
Descripción del punto de muestreo:	Punto ubicado a 500m del caño de muestreo de la muestra de agua residual del promotor	Punto ubicado a 500m del caño de muestreo de la muestra de agua residual del promotor	---	---
Características de la muestra:	Residuos / pretratada	Residuos / pretratada	Residuos / pretratada	Residuos / pretratada
Código de Cliente	AR-01	AR-01 (10000000)	866	866
Código de Laboratorio	2000194	2000194	2000194	2000194
Ensayo	Unidad	Resultados		
pH (medición en campo)	med. pH	7.36	7.36	7.36
Temperatura (medición en campo)	°C	23.8	23.0	23.0
Como Conservante (X)	ppm	0.780	0.696	+0.800

Detección de pH residual a 25°C.

Uma, 08 de Octubre del 2020.

[Firma]
Quim. Beltrany, Ricardo León
 Director Técnico
 C.Q.P. N° 648
 Servicios Analíticos Generales S.A.C.

**EXPERT
WORKING
FOR YOU**

Cod. Pr.002 / Versión 001 / E.L.: 00/2020

RESERVACIONES: - Indica que se le garantiza por el laboratorio el cumplimiento de los requisitos de la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Analíticos Generales S.A.C. - Los resultados obtenidos en este informe son válidos para el uso que se le da en el momento de su emisión. - La muestra debe conservarse de acuerdo al procedimiento de preservación de la muestra de agua residual del promotor de la muestra de agua residual del promotor. - Este informe es propiedad de SAG y no debe ser utilizado para otros fines. - Cualquier comentario o consulta debe dirigirse al correo electrónico: info@sag.com.ec o al teléfono: 011-222-0000.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorio de Muestra de Agua Residual - Quito - Ecuador
 • Dirección: Avenida General Falcón, Cascajal Alto de Coma N° 2677 - Lita
 • Central Telefónica: 011-222-0000 • Web: www.sag.com.ec • Correo Electrónico: info@sag.com.ec



INFORME DE VERIFICACIÓN OPERACIONAL

Pág. 1 de 7

1. DATOS DEL SERVICIO

1.1 N° de Informe	VO - 252 - 2020
1.2 Tipo de Informe	Verificación
1.3 Área del equipo	Monitoreo
1.4 Fecha del Servicio	01 de Julio de 2020

2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

2.1 Equipo	Multiparámetro	2.4 N° de Serie	17231342
2.2 Marca	WTW	2.5 Código Interno	ELAB - 444
2.3 Modelo	Multi 3630	2.6 Voltaje	4 pilas de AA

Especificaciones Técnicas del Equipo:

	pH	Conductividad		Oxígeno Disuelto
Rango	0.000 a 14.000	0.4 1999 µS/cm	2 a 20.99700 a 299.57100 a 2000 µS/cm	0 a 20 mg/l
Resolución	0.001 / 0.01	1 µS/cm	0.01 µS/cm	0.01 mg/l ; 0.1 mg/L
Exactitud	± 0.004	± 0.5 %		

3. RESUMEN DEL TRABAJO REALIZADO

3.1 Componentes.

N°	Descripción	Estado encontrado	Trabajo realizado	Estado Actual
3.2.1	Cubierta de plástico	Buen estado	Buen estado	Operativo
3.2.2	Teclado	Buen estado	Buen estado	Operativo
3.2.3	Pilas (4)	Buen estado	Buen estado	Operativo
3.2.4	Pantalla Lcd	Buen estado	Buen estado	Operativo
3.2.5	Tarjeta electrónica	Buen estado	Buen estado	Operativo
3.2.6	Electrodo de pH	Buen estado	Buen estado	Operativo
3.2.7	Sensor de Oxígeno Disuelto	Buen estado	Buen estado	Operativo
3.2.8	Sensor de Conductividad	Buen estado	Buen estado	Operativo

Equipos realizados por SERVICIOS
 Analíticos Generales S.A.C.
 "EQUIPO NO ALICUABLE"

Observaciones

- El electrodo de pH de marca WTW, de modelo Sentix 940, serie C391407044.
- El sensor de Conductividad es de marca WTW, de modelo Tetracon 925, serie 14210925.
- El sensor de Oxígeno Disuelto es de marca WTW, de modelo FDO 925, serie 12510848.

3. VERIFICACIÓN DE FUNCIONAMIENTO

a) Se realizó la verificación del electrodo de pH.

Solución pH (Patrón)	Lote	Marca	vigencia	Slope [mV/pH]	mV	Especificación del fabricante	Slope [mV/pH]
4.00 ± 0.02	HC9830654	MERCK	2022/05	-57.5	180.8	+++	-60.5 a -58
7.00 ± 0.02	HC8874120	MERCK	2022/02		8.5	++	-58 a -57
10.01 ± 0.02	HC97708520	MERCK	2022/04		-180.9	+	-61 a -60.5 / -57 a -56

Solución pH (Control)	Lote	Marca	vigencia
4.01 ± 0.02	08-30-1	WTW	2020/09
6.99 ± 0.02	HC90244537	MERCK	2021/05
10.01 ± 0.02	HC97708520	MERCK	2021/04

Lectura (pH Control)	Error (pH)
4.02	0.01
7.00	0.01
10.03	0.02

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Oficina Administrativa (Luzerna) - Presidente de Matucana José Domingo Milla de Torres N° 2071 - 104, Ciudad del Valle - Lima 01 - Perú
 Laboratorio de Luzerna, Bodega N° 1102 - 222, Ciudad del Valle - Lima 01 - Perú, Central Telefónica 011 426 8801 / 8804 294 115 142
 Sitio Web: www.serviciosanaliticos.com | ventas@serviciosanaliticos.com | info@serviciosanaliticos.com | Web: www.sag.com.pe



b) Se realizó la verificación del electrodo de conductividad:

Conductividad (Patrón)	Lote	Marca	vigencia	Constante de celda (cm ⁻¹)
3415 ± 3 µS/cm	09.20-1	WTW	2020/03	0,478

Especificación del fabricante	Constante de la celda (cm ⁻¹)
+++	Entre 0,450 - 0,500
Error	Alfano 0,450 - 0,500

Conductividad (Control)	Lote	Marca	vigencia
84,1 ± 0,8 µS/cm	3400	HANNA	2021/09
1414 ± 9 µS/cm	2530	HANNA	2022/05
1808 ± 0,21 mS/cm	3706	HANNA	2021/02

Lectura	Error
84,7 µS/cm	0,6 µS/cm
1415 µS/cm	1,0 µS/cm
1812 mS/cm	0,000 mS/cm

trabajos realizados por Servicios
 de Limpieza y Mantenimiento de Aguas S.A.C.
 "CUIDANDO TU AGUA COMO SI FUERAMOS TÚ"

c) Se realizó la Verificación del sensor de Oxígeno Disuelto, comprobando en aire saturado con vapor de agua:

Resultado de la saturación con vapor de agua	
	0,88

Especificación del fabricante	Mayor tolerancia
+++	0,94 a 1,06
++	0,92 a 0,94/ 1,06 a 1,08
+	0,90 a 0,92/ 1,06 a 1,07

4. RECOMENDACIONES

- Mantener la sonda de PH dentro de la solución de almacenamiento y guardarla en su estuche fabricado a su tamaño.
- Almacenar siempre el Sensor de Oxígeno Disuelto con el extremo de la membrana dentro de su cámara humedecida con agua. Evitar que el sensor este expuesto a la luz directa del sol, porque afecta las características de medición y nunca tocar los electrodos o celdas de referencia con los dedos; la grasa de la piel afecta a las lecturas y puede dañar permanentemente los sensores.

5. CONCLUSIONES

- El multiparámetro se deja operativo para las mediciones de pH, Oxígeno Disuelto y Conductividad.
- Fecha de emisión 2020-07-02.

Gerald Valdivia C.
 Gerald Valdivia C.
 Coord. de Mantenimiento

Belbeth Y. Fajardo León
 Quím. Belbeth Y. Fajardo León
 Director Técnico
 C.O.P. N° 648
 Servicios Analíticos Generales S.A.C.

EXPERTO
 WORKING
 FOR YOU

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Oficina Administrativa (Luzerna - Preparación de Muestras) Páramo Centralito Mpio de Trujillo N° 5071 - 09 - Ciudad Páramo Centro - Zona 01 - Páramo
 Laboratorio de Análisis (Luzerna - 09) - Ciudad Páramo Norte - Zona 01 - Páramo, Ciudad Páramo (011) 422 0840 | Móvil 091 370 442
 Calle 14 de Agosto s/n Luzerna (091) 370 442 | www.serviciosanaliticosgenerales.com | info@sigarra.com | Web: www.sigarra.com

Certificado



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad - INACAL, en ejercicio de las atribuciones conferidas por Ley N° 30224, Ley de Creación del INACAL, y conforme al Reglamento de Organización y Funciones del INACAL, aprobado por DS N° 004-2015-PRODUCE y modificado por DS N° 008-2015-PRODUCE.

OTORGA la presente Renovación de la Acreditación a:

Servicios Analíticos Generales S.A.C.

En su calidad de **Laboratorio de Ensayo**

Servicios Analíticos Generales S.A.C.

Con base en el cumplimiento de los requisitos establecidos en la norma NTP-ISO/IEC 17025:2006 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración, para el alcance de la acreditación contenido en el formato DA-acr-05B-17F, facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Valor Oficial

Sede Acreditada: Naciones Unidas N° 1565, Urb. Chacra Ríos Norte, distrito de Cercado de Lima, provincia de Lima y departamento de Lima.

Fecha de Renovación: 17 de junio de 2016

Fecha de Vencimiento: 17 de junio de 2020

Registro N° LE - 047
Fecha de emisión: 09 de agosto de 2016
DA-acr-01P-02M Ver. 00


Augusto Meilo Romero
Director - Dirección de Acreditación

Solicitado: Apoyo para
Realizar Analisis de tesis.

Yo Alex Aldo Jacopuca Aguilar, identificado con DNI:
44282821 alumno que pertenezco a la escuela de INGE-
NERIA AMBIENTAL DE LA UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, ME
DIRIGO A LA INSTITUCION CON EL DEBIDO RESPETO Y ESPERO:
Que, Recuerdo a la institucion a fin de solicitar el apoyo
para Realizar Muestras de Analisis de Agua del parámetro
CORRESPONDIENTES PARA LA TESIS, TITULADA: "EFICIENCIA DE LA
PSEUDOMONAS (ENTEROBACTER SP) PARA REMOVER CROMO VI
DE AGUAS CONTAMINADAS EN LA INDUSTRIA DEL CROMADO?" Y ASI
PODER CONTINUAR CON EL DESARROLLO DE MI PROYECTO DE INVESTIGACION
ANTE LO MENCIONADO.

Por
Pido
y lo
Ate


SOLICITABANK
PLAT S.A.S.
DEPOSITO EN CUENTA
DE TERCEROS
RA FIBERGLASS S.A.S. 17045521
R. CUITO 1200199 20
9304025

LIBR. 26	IBAN: 6001	IBAN: 03000
*****3265		
OP. 0042	REC.	
FECHA: 25-10-2020	IBAN: 10-24	
Acreditado: 420.00000		
Fecha y hora: 25-10-2020 - 10:29:40		
Fecha de Expiración: 2023/06/25		
Cuenta: 0002326548 - CCL 50015		
Título: 0002326548 - NÚMERO DE I		
Documento: 11111111		
Importe depositado: 5 - 250.00		
Importe abonado: 5 - 250.00		
Resido IB: 0.00		
Tipo de cambio: 5 - 0.000		

** INFORMACION ESPECIAL **

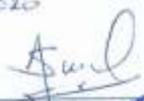
Solicitamos nos avise de retirarse del
estado de atención, verificando que el dinero
ha sido efectuada en el banco y que la
cuantía operada es correcta. En caso de
observaciones por favor nos lo informe en
correcta y brevedad su conformidad de la
misma.

Las operaciones realizadas fuera de las
18:00 hrs y días hábiles o feriados
tendrán fecha efectiva el día útil
siguiente.

Para consultar sobre los servicios y
precios, puede comunicarse llamando
al 311-6000 o ingresar a la página web
www.solicitabank.com.ec

EN MENCIÓN PARA SU CONOCIMIENTO

Los Olivos, 26 de Octubre
del 2020


Alex A. Jaco





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

Análisis inicial de agua residual con cromo hexavalente

Solicitado por: Sucapuca Aguilar, Alex Aldo

Procedencia de la Muestra: Taller de cromado – Villa el Salvador - Lima

Recepción de la Muestra: 09/Octubre/2020

Muestra	Temperatura °C	Potencial de hidrogeno Acido /base	Conductividad eléctrica $\mu\text{S/cm}$	Potencial redox mV
CI-ARTC	21.00	3.28	4665	389

Muestra	Sólidos totales mg/L	Sólidos disueltos mg/L	Sólidos suspendidos Totales mg/L	Turbidez NTU
CI-ARTC	7273	6774	499	553

Muestra	Oxígeno disuelto mgO_2/L	Demanda química de oxígeno mgO_2/L	Concentración inicial de Cr^{+6} $\text{mg Cr}^{+6}/\text{L}$
CI-ARTC	0.671	1368.96	1789.19

Análisis diferencial microbiológico (*Seudomona sp enterobacter*)

Muestra	Temperatura °C	Potencial de hidrogeno Acido /base	Conductividad eléctrica $\mu\text{S/cm}$	Potencial redox mV	Turbidez NTU
CI- SEB	21.00	4.17	4520	294	254

Método potenciométrico, Método nefelométrico, Método Winkler, Método del dicromato, Método espectrofotómetro UV/V

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427 , Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

Numero de colonias sembradas por dosis

Código	Alto Numero	Medio Numero	Bajo Numero	Volumen ml	Cantidad de colonias	Sembrado ml
10^{-2}	12	8	1	100	455	3640.00
10^{-3}	10	6	4	100	433.34	3466.72
10^{-4}	9	3	2	100	303.34	2426.72
10^{-5}	6	5	2	100	281.68	2253.44
10^{-6}	4	3	1	100	173.341	21.34
				Total	Sembrados en 800 ml	11,807.50
10%				800	250	1180.75
30%				800	430.00	3542.25
40%				800	485	4723

Método tubos múltiples, placas Petri.

Lima, 26 de Octubre del 2020

MSc. Atilio Mendoza
Jefe Lab. Espectrometría

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427 , Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

Análisis de los periodos del agua residual con cromo hexavalente

Solicitado por: Sucapuca Aguilar, Alex Aldo

Procedencia de la Muestra: Taller de cromado – Villa el Salvador - Lima

Recepción de la Muestra: 23/Octubre/2020

PRIMER PERIODO:

Código	Temperatura °C	Potencial de hidrogeno Acido /base	Conductividad eléctrica $\mu\text{S}/\text{cm}$	Potencial redox mV
1(P1:10%)	21.00	5.12	4948	228
2(P1:10%)	21.00	5.04	4886	235
3(P1:10%)	21.00	5.20	4887	224
1(P1:30%)	21.00	6.21	4869	144
2(P1:30%)	21.00	6.17	4841	140
3(P1:30%)	21.00	6.24	4893	138
1(P1:40%)	21.00	6.33	4864	102
2(P1:40%)	21.00	6.30	4875	100
3(P1:40%)	21.00	6.38	4870	105

Código	Sólidos totales mg/L	Sólidos Disueltos mg/L	Sólidos Suspendidos Totales mg/L	Turbidez NTU
1(P1:10%)	7059	5987	1072	215
2(P1:10%)	6943	5488	1455	214
3(P1:10%)	6930	5434	1496	216
1(P1:30%)	6502	4157	2345	221
2(P1:30%)	6741	4410	2331	220
3(P1:30%)	6944	4680	2264	222
1(P1:40%)	6939	4677	2262	233
2(P1:40%)	6926	4630	2296	235
3(P1:40%)	6950	4682	2268	234

Método potenciométrico, Método gravimétrico, Método nefométrico

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú

Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245

e-mail: labespectro@uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

Código	Oxígeno disuelto mgO ₂ /L	Demanda química del oxígeno mgO ₂ /L	Concentración en mg Cr ⁶⁺ /L
1(P1:10%)	1.119	1249.92	1680.92
2(P1:10%)	1.231	1243.968	1654.43
3(P1:10%)	1.342	1226.112	1628.17
1(P1:30%)	1.790	1214.208	937.45
2(P1:30%)	2.014	1220.16	900.10
3(P1:30%)	1.902	1208.256	859.05
1(P1:40%)	2.125	1202.304	646.40
2(P1:40%)	2.237	1196.352	665.5
3(P1:40%)	2.327	1190.400	669.35

SEGUNDO PERIODO:

Código	Temperatura °C	Potencial de hidrogeno Acido /base	Conductividad eléctrica μS/cm	Potencial redox mV
1(P2:10%)	21.00	5.18	6642	136
2(P2:10%)	21.00	5.06	6523	178
3(P2:10%)	21.00	5.19	6456	175
1(P2:30%)	21.00	6.32	5987	148
2(P2:30%)	21.00	6.40	5990	146
3(P2:30%)	21.00	6.45	5988	149
1(P2:40%)	21.00	6.47	5963	130
2(P2:40%)	21.00	6.50	5978	125
3(P2:40%)	21.00	6.54	5999	130

Método potenciométrico, Método Winkler, Método nefalométrico, Método espectrofotometría UVV

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

SEGUNDO PERIODO:

Código	Sólidos totales mg/L	Sólidos Disueltos mg/L	Sólidos Suspendidos Totales mg/L	Turbidez NTU
1(P2:10%)	5063	4032	1031.000	189
2(P2:10%)	5053	4021	1032.000	184
3(P2:10%)	5029	4002	1027.000	180
1(P2:30%)	5397	4258	1139.000	142
2(P2:30%)	5244	4070	1174.000	146
3(P2:30%)	5243	4230	1013.000	140
1(P2:40%)	5666	4477	1189.000	135
2(P2:40%)	5509	4303	1206.000	130
3(P2:40%)	5668	4454	1214.000	129

Código	Oxígeno disuelto mgO ₂ /L	Demanda química del oxígeno mgO ₂ /L	Concentración en mg Cr ⁶⁺ /L
1(P2:10%)	1.566	1220.16	1530.36
2(P2:10%)	1.454	1214.208	1535.43
3(P2:10%)	1.678	1208.256	1540.51
1(P2:30%)	2.014	1190.400	900.10
2(P2:30%)	2.125	1130.880	891.84
3(P2:30%)	2.237	1071.360	887.73
1(P2:40%)	2.349	952.320	325.12
2(P2:40%)	2.372	892.800	323.06
3(P2:40%)	2.416	922.560	322.38

Método potenciométrico, Método gravimétrico, Método nefométrico, Método espectrofotometría UV/V

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

TERCER PERIODO:

Código	Temperatura °C	Potencial de hidrogeno Acido /base	Conductividad eléctrica $\mu\text{S}/\text{cm}$	Potencial redox mV
1(P3:10%)	22.40	5.20	7845	146
2(P3:10%)	22.60	5.05	7956	180
3(P3:10%)	22.60	5.19	7798	158
1(P3:30%)	22.50	6.44	8420	105
2(P3:30%)	22.60	6.57	8580	99
3(P3:30%)	22.50	6.50	8690	101
1(P3:40%)	22.60	6.58	9580	103
2(P3:40%)	22.60	6.60	9300	106
3(P3:40%)	22.60	6.63	9450	110

Código	Sólidos totales mg/L	Sólidos Disueltos mg/L	Sólidos Suspendidos Totales mg/L	Turbidez NTU
1(P3:10%)	4237.50	2190	2047.5	145
2(P3:10%)	4256.00	2175	2081.0	144
3(P3:10%)	4199.00	2163	2036.0	146
1(P3:30%)	4353.20	2415	1938.2	132
2(P3:30%)	4418.00	2669	1749.0	131
3(P3:30%)	4379.00	2518	1861.0	133
1(P3:40%)	4442.00	2553	1889.0	120
2(P3:40%)	4539.00	2566	1973.0	119
3(P3:40%)	4501.00	2587	1914.0	115

Método potenciométrico, Método gravimétrico, Método nefométrico

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301 -Perú
Teléfono: (511) 4824427 , Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

TERCER PERIODO:

Código	Oxígeno disuelto mgO ₂ /L	Demanda química del oxígeno mgO ₂ /L	Concentración en mg Cr ⁶⁺ /L
1(P3:10%)	2.014	1071.36	1326.93
2(P3:10%)	2.125	1130.88	1325.04
3(P3:10%)	2.237	1011.84	1324.56
1(P3:30%)	2.304	833.28	826.62
2(P3:30%)	2.372	773.76	822.59
3(P3:30%)	2.416	803.52	810.53
1(P3:40%)	2.439	744.00	297.81
2(P3:40%)	2.461	714.24	297.81
3(P3:40%)	2.685	684.48	301.21
		Promedio	298.95

Método Winkler, Método espectrofotometría UV/V

Lima, 20 de Noviembre del 2020



MSc. Atilio Mendoza
Jefe Lab. Espectrometría

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, BENITES ALFARO ELMER GONZALES, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "EFICIENCIA DE LA PSEUDOMONAS SP (ENTOROBACTER) PARA REMOVER CROMO HEXAVALENTE DE AGUAS CONTAMINADAS EN LA INDUSTRIA DEL CROMADO – V.E.S., 2020", cuyos autores son HINOSTROZA CAPANI JHUVIER CASEY, SUCAPUCA AGUILAR ALEX ALDO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 24 de Diciembre del 2020

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
BENITES ALFARO ELMER GONZALES DNI: 07867259 ORCID: 0000-0003-1504-2089	Firmado electrónicamente por: ELBENITESALF el 24-12-2020 17:51:51

Código documento Trilce: TRI - 0097821