



**UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**CARRERA DE INGENIERIA DE MEDIO AMBIETE**

PROYECTO DE INVESTIGACION

**“EVALUACION DE LOS EFECTOS PRODUCIDOS POR EL CROMO  
HEXAVALENTE EN EL RECURSO SUELO EN LA ETAPA DE CURTIDO DE  
LA EMPRESA CURTIPIEL CASTRO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniera en  
Medio Ambiente

**Autora:**

Morales Villacís Adriana Belén

**Tutor:**

Ing. Mg. Cristian Javier Lozano Hernández

**Latacunga - Ecuador**

**Julio, 2017**

## **DECLARACION DE AUTORIA**

“Yo Adriana Belén Morales Villacís, declaro ser autora del presente proyecto de investigación: “EVALUACION DE LOS EFECTOS PRODUCIDOS POR EL CROMO HEXAVALENTE EN EL RECURSO SUELO EN LA ETAPA DE CURTIDO DE LA EMPRESA “CURTIPIEL CASTRO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”, siendo el Ing. Mg. Cristian Javier Lozano Hernández tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

.....  
**Adriana Belén Morales Villacís**  
**180399965-3**

.....  
**Ing. Mg. Cristian Javier Lozano Hernández**  
**060360931-4**

## **CONTRATO DE CESION NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR**

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **ADRIANA BELEN MORALES VILLACIS**, identificado con **C.C. N°180399965-3** de estado **SOLTERA** y con domicilio en Ambato calle Juan Benigno Vela y Mariano Eguez a quien en lo sucesivo se denominarán **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLAUSULA PRIMERA.** - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería de Medio Ambiente, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **Proyecto de Investigación** la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial Académico. - (MARZO 2012-AGOSTO 2012 Hasta ABRIL 2017- AGOSTO 2017)

Aprobación HCA.- **Julio, 19 del 2016**

Tutor. -**Ing. Mg. Cristian Javier Lozano Hernández**

Tema: **“EVALUACION DE LOS EFECTOS PRODUCIDOS POR EL CROMO HEXAVALENTE EN EL RECURSO SUELO EN LA ETAPA DE CURTIDO DE LA EMPRESA “CURTIPIEL CASTRO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”.**

**CLAUSULA SEGUNDA.** - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLAUSULA TERCERA.** - Por el presente contrato, **LA/EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLAUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA/EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLAUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LAS CEDENTES** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLAUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLAUSULA SEPTIMA. - CLAUSULA DE EXCLUSIVIDAD.** - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA/EL CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLAUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS.** - **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA/EL CEDENTE** en forma escrita.

**CLAUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLAUSULA DECIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLAUSULA UNDECIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de **Latacunga...., a los.... días del mes de.... del 2016.**

---

Adriana Belén Morales Villacís

**EL CEDENTE**

---

Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez

**EL CESIONARIO**

## **AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

**“EVALUACION DE LOS EFECTOS PRODUCIDOS POR EL CROMO HEXAVALENTE EN EL RECURSO SUELO EN LA ETAPA DE CURTIDO DE LA EMPRESA “CURTIPIEL CASTRO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”.** De **Adriana Belén Morales Villacís** de la Carrera de Ingeniería de Medio Ambiente, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Carrera de Ingeniería de Medio Ambiente de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga febrero del 2017.

.....  
**Ing. Mg. CRISTIAN JAVIER LOZANO HERNÁNDEZ**  
**060360931-4**  
**DIRECTOR DEL PROYECTO**

## FORMULARIO DE LA APROBACION DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de Miembros del Tribunal de Lectores aprueban el presente Informe de Titulación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Carrera de Ingeniería de Medio Ambiente por cuanto, la postulante: **Adriana Belén Morales Villacís**

Con el proyecto, cuyo título es: **“EVALUACION DE LOS EFECTOS PRODUCIDOS POR EL CROMO HEXAVALENTE EN EL RECURSO SUELO EN LA ETAPA DE CURTIDO DE LA EMPRESA “CURTIPIEL CASTRO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**. Han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúnen los méritos suficientes para ser sometidos al **Acto de Defensa del Proyecto** en la fecha y hora señalada.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

**Latacunga, agosto del 2016.**

**Para constancia firman:**

---

**Lector 1(Presidente)**  
**Ing. Mg. Jaime Rene Lema Pillataza**  
**171375993-2**

---

**Lector 2**  
**M.Sc. Patricio Manuel Clavijo**  
**Cevallos**  
**050144458-2**

---

**Lector 3**  
**Ing. Mg. José Antonio Andrade Valencia**  
**050252448-1**

## AGRADECIMIENTO

*Mi agradecimiento a Dios y a mis padres por todo el apoyo y confianza durante mi etapa estudiantil.*

*A la Universidad Técnica de Cotopaxi por permitirme formarme profesionalmente.*

*Un agradecimiento especial a mi tutor Ing. Mg. Cristian Lozano, a mis lectores M.Sc. Patricio Clavijo, Ing.Mg. José Andrade, Ing. Mg Jaime Lema; por transmitir sus conocimientos a mi persona, además por su interés, paciencia y enseñanza durante el desarrollo del proyecto.*

*Por último, agradezco a la empresa Curtipiel Castro por su colaboración y apertura para la realización del proyecto*

## **DEDICATORIA**

*Dedico a mi Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, a mis padres Rodrigo Morales y Carmen Villacís por su apoyo incondicional, cariño y paciencia durante mi formación estudiantil, me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos. A mi hermano por estar siempre presente, en las buenas y en las malas durante mi vida estudiantil*

**UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**TITULO:** “Evaluación de los efectos producidos por el cromo hexavalente en el recurso suelo en la etapa de curtido de la empresa “Curtipiel Castro, Provincia de Tungurahua”

**Autora:** Adriana Morales

**RESUMEN**

La presente investigación se realizó con el objeto de determinar el problema de la contaminación del suelo con cromo hexavalente en la empresa Curtipiel Castro, debido al proceso de curtido del cuero que realiza la empresa, el agua que es utilizada para este proceso es vertida hacia el suelo, el exceso de cromo hexavalente en el suelo hace que cambie sus características iniciales y afecte a la pérdida de materia orgánica, cambia su textura, y eleva el pH hasta un valor básico. Se realizó el respectivo muestreo de acuerdo al protocolo TULSMA LIBRO VI ANEXO 2, en el que de acuerdo a la normativa se tomó de forma puntual con la elaboración de una cuadrícula, la muestra fue recolectada con una profundidad de 30 cm, con la ayuda de un barreno, el muestreo se realizó cada dos meses en un periodo semestral se tomó de suelos contaminados y suelos no contaminados. Los resultados obtenidos en el laboratorio determinaron que el cromo total y el pH no cumplen con los límites permisibles como lo estipula la normativa, en el que se concluye que al tener la presencia de factores como de radiación solar, cromo excesivo en el suelo se va oxidando hasta transformarse en cromo hexavalente, el  $\text{Cr}^{6+}$  es el más tóxico de los metales y afecta en su mayor cantidad al suelo, que con el pasar del tiempo va afectando a la vegetación e incluso provoca la degradación total del suelo, que muy difícilmente puede ser recuperado. Los efectos que se determinó en el suelo analizado de Curtipiel Castro es el cambio de coloración en el suelo, el daño en el sistema radicular de las plantas y cambio de coloración en sus hojas, el suelo se encuentra en proceso de oxidación, para condiciones climáticas de la zona.

Finalmente se determinó estrategias de mitigación y control para prevenir y mitigar la contaminación en el suelo, existiendo una remediación inmediata del suelo que disminuya el exceso de cromo, se estableció mecanismos de interacción con cromo y aplicaciones biotecnológicas con hongos en estudios ya realizados, fitorremediación de metales, reciclaje de baños de pelambres siendo esenciales en la recuperación del suelo.

**Palabras Clave:** cromo hexavalente, curtido, muestreo, estrategias, suelos contaminados.

**TECHINCAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**  
**FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES**

**TITLE: "Evaluation effects produced by the hexavalent chrome in the soil resource, in the tanning stage of the company "Curtipiel Castro, Province of Tungurahua"**

**ABSTRACT**

This research was carried out in order to determine the problem of soil pollution with hexavalent chromium at the company Curtipiel Castro, due to the leather tanning process carried out by the company, the water which is used for this process, is poured into the Soil excess hexavalent chromium in the soil. It causes the change of its initial characteristics and affects the loss of organic matter, change its texture, and raise the pH to a basic value.

The respective sampling was carried out, according to the protocol TULSMA BOOK VI ANNEX 2 according to the regulations, was taken punctually with the elaboration of a grid, the sample was collected with a depth of 30 cm with the aid of a drill, the sampling was done every two months in a semi-annual period was taken from contaminated soils and uncontaminated soils. The obtained results in the laboratory determined that total chromium and pH do not comply with the allowable limits as is stipulated in the regulations, in which it is concluded that due to the presence of factors such as solar radiation, excessive chromium in the soil, Is oxidizing to become hexavalent chromium,  $Cr^{6+}$  is the most toxic of the metals and affects most of the soil that over time is affecting vegetation and even causes total degradation of the soil, which can hardly be recovered. The effects that were determined in the analyzed soil of Curtipiel Castro, is the soil coloration changing, the damage in the plants root system and coloration changing in its leaves, the soil is in oxidation process, for climatic conditions of the area. Finally, the mitigation and control strategies were determined to prevent and mitigate pollution in the soil. There was an immediate soil remediation that diminished the excess of chromium, mechanisms of interaction were established with chromium and biotechnological applications with fungi in studies already carried out. Phytoremediation of metals, recycling of bogs baths being essential in the soil recovery.

**Keywords:** hexavalent chromium, tanning, sampling, strategies, polluted soils.

## INDICE GENERAL

DECLARACION DE AUTORIA .....	ii
CONTRATO DE CESION NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	vi
FORMULARIO DE LA APROBACION DEL TRIBUNAL DE GRADO .....	vii
AGRADECIMIENTO .....	viii
DEDICATORIA.....	ix
RESUMEN .....	x
1. INFORMACIóN GENERAL.....	19
2. RESUMEN DEL PROYECTO.....	20
3. JUSTIFICACIóN DEL PROYECTO.....	21
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....	22
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIóN: .....	23
6. OBJETIVOS: .....	24
6.1 General.....	24
6.2 Específicos .....	24
7.ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIóN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS .....	25
8. FUNDAMENTACION TECNICA .....	26
8.1. Curtiembres.....	26
8.2. Curtido de Pieles .....	26
8.2.1. Para la curtición del cuero se emplean técnicas como: .....	26
8.2.2. Remojo .....	26
8.2.3. Pelambre.....	27
8.2.4. Descarne.....	27

8.2.5. Dividido.....	27
8.2.6. Desencalado. ....	27
8.2.7. Purgado.....	27
8.2.8. Desengrasado .....	28
8.2.9. Piquelado.....	28
8.2.10. Curtido.....	28
8.2.11. Curtido Vegetal. ....	28
8.2.12. Para el curtido mineral, los siguientes son datos que guían este proceso: .....	29
8.2.13. Escurrido y Prensado.....	29
8.2.14. Rebajado.....	29
8.2.15. Neutralización. ....	29
8.2.16. Recurtido. ....	30
8.2.17. Blanqueado.....	30
8.2.18. Teñido.....	30
8.2.19. Engrase.....	30
8.2.20. Secado. ....	30
8.3. Cromo .....	31
8.3.1. Cromo Hexavalente.....	31
8.3.2. El contenido natural de Cr.....	31
8.3.3. El cromo en la industria del cuero.....	31
8.3.4. El Cromo y sus Estados de Oxidación .....	32
8.3.5. Oxidación del Cromo .....	32
8.4. El Suelo.....	33
8.4.1. Caracterización del Suelo.....	33
8.4.2. Composición del Suelo.....	33

8.5. Definición de suelo contaminado .....	34
8.5.1. Caracterización del contaminante .....	35
8.5.2. Estructura del contaminante .....	35
8.6. Tipos de contaminación .....	35
8.7. Efectos sobre el suelo. ....	35
8.8. Propiedades Auto Depurativas del Suelo.....	36
8.9. Procesos importantes que influyen en el destino y transporte de un contaminante durante su infiltración vertical .....	37
8.9.1. Toxicidad.....	37
8.9.2. Solubilidad .....	37
8.9.3. Humedad. ....	37
8.10. Problemas Ambientales Asociados a la Industria del Cuero por Cromo Hexavalente .....	37
8.10.1. Efectos del Cromo en el Hombre .....	38
8.11. Tecnologías de remediación para suelos contaminados con cromo .....	39
8.11.1. Fitoremediación.....	39
8.12. TULSMA Libro VI-Anexo 2 .....	39
9.-PREGUNTAS CIENTIFICAS O HIPOTESIS .....	40
9.1. ALTERNATIVA .....	40
9.2. NULA .....	40
10.-METODOLOGIAS .....	41
10.1. Area de estudio .....	41
10.2. Métodos Utilizados .....	42
10.2.1. Investigación descriptiva.....	42
10.2.2. Investigación de campo.....	42
10.2.3. Investigación bibliográfica .....	43

10.3. Técnicas de investigación .....	44
11. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS .....	45
11.1. Resultados del análisis del laboratorio de suelos .....	45
11.1.1. Suelos Testigos.....	45
11.1.2. Suelo Contaminado .....	46
11.2. Comparación de los análisis obtenidos en el laboratorio.....	48
11.2.1. Suelos testigos .....	48
11.2.2. Suelos Contaminados .....	53
12. IMPACTOS (TECNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONOMICOS): .....	64
13. ESTRATEGIAS DE CONTROL Y MITIGACION .....	66
13.1. Estrategia 1: medidas adecuadas para el secado de cueros.....	66
13.1.1. Descripción.....	66
13.1.2. Proceso .....	66
13.1.3. Presupuesto.....	66
13.2. Estrategia 2: Mecanismos de interacción con cromo y aplicaciones biotecnológicas con hongos .....	67
13.2.1. Descripción: .....	67
13.2.2 . Métodos para utilizar las bacterias, levaduras:.....	67
13.2.3. Presupuesto.....	69
13.3. Estrategia 3: Fitorremediación-Fitoextracción de metales.....	70
13.3.1. Descripción.....	70
13.3.2. Fitoextracción.....	70
13.3.3. Metodología del proceso .....	71
13.3.4. Mecanismos de fitorremediación .....	71
13.3.5. Presupuesto.....	73

13.4. Estrategia 4: Reciclaje de baños de pelambre.....	74
13.4.1. Descripción.....	74
13.4.2. Metodología del proceso .....	74
13.4.3. Presupuesto.....	75
14.PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	76
15.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	78
16. BIBLIOGRAFIA .....	80
ANEXOS .....	85
ANEXO 1 AVAL DE INGLES.....	85
ANEXO 2 DIAGRAMAS DE FLUJOS.....	86
ANEXO 3 FOTOGRAFIAS .....	88
ANEXO 4 TABLA .....	92
ANEXO 5 RESULTADOS DE LA MUESTRAS DEL LABORATORIO .....	93

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Beneficiarios del proyecto.....	22
<b>Tabla 2 :</b> Actividades de acuerdo a los objetivos .....	25
<b>Tabla 3 :</b> Rango de las variables del curtido con cromo.....	29
<b>Tabla 4:</b> Criterios de Calidad del Suelo.....	39
<b>Tabla 5:</b> Número y Tipo de muestra analizados.....	42
<b>Tabla 6:</b> Técnicas Utilizadas en la elaboración del proyecto .....	44
<b>Tabla 7:</b> Valores obtenidos en el laboratorio de suelos testigos.....	45
<b>Tabla 8:</b> Valores obtenidos en el laboratorio de suelos contaminados.....	47
<b>Tabla 9:</b> Ficha de identificación de suelos muestreados .....	48
<b>Tabla 10:</b> Suelos no contaminados- suelo testigo-muestra B1 .....	49
<b>Tabla 11:</b> Suelos no contaminados-muestra B2 .....	51
<b>Tabla 12:</b> Suelos contaminados-S1 .....	53
<b>Tabla 13:</b> Suelos contaminados- S2 .....	57
<b>Tabla 14:</b> Ficha general de identificación de efectos producidos por el cromo en el suelo	61
<b>Tabla 15:</b> Matriz de Importancia-Curtiduría Curtipiel Castro.....	64
<b>Tabla 16:</b> Presupuesto de la primera estrategia .....	66
<b>Tabla 17:</b> Presupuesto de la segunda estrategia .....	69
<b>Tabla 18:</b> Especies que eliminan cromo en el suelo.....	72
<b>Tabla 19:</b> Presupuesto de la tercera estrategia.....	73
<b>Tabla 20:</b> Presupuesto de la tercera estrategia.....	75
<b>Tabla 21:</b> Presupuesto del proyecto.....	76
<b>Tabla 22:</b> Presupuesto del proyecto.....	77

## INDICE DE GRAFICOS

<b>Figura 1:</b> Gráfico del resultado de suelo no contaminado (B1) .....	50
<b>Figura 2:</b> Gráfico de resultado de suelo no contaminado (B2) .....	52
<b>Figura 3:</b> Gráfico de resultado de la primera muestra del suelo contaminado (S1).....	54
<b>Figura 4:</b> Gráfico de resultado de la segunda muestra del suelo contaminado (S1)... ..	55
<b>Figura 5:</b> Gráfico de resultado de la tercera muestra del suelo contaminado (S1).....	56
<b>Figura 6:</b> Gráfico de resultado de la primera muestra del suelo contaminado (S2).....	58
<b>Figura 7:</b> Gráfico de resultado de la segunda muestra del suelo contaminado (S2) .....	59
<b>Figura 8:</b> Gráfico de resultado de la tercera muestra del suelo contaminado (S2).....	60

# PROYECTO DE TITULACION I

## 1. INFORMACION GENERAL

**Título del proyecto:**

Evaluación de los efectos producidos por el cromo hexavalente en el recurso suelo en la etapa de curtido de la empresa "Curtipiel Castro", Provincia de Tungurahua.

**Fecha de inicio:**

Octubre del 2016

**Fecha de finalización:**

Agosto 2017

**Lugar de ejecución:**

Barrio Chisalata– Parroquia Atahualpa – Cantón Ambato

**Facultad que auspicia:**

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

**Carrera Auspicia:**

Ingeniería en Medio Ambiente

**Proyecto de investigación vinculado:** Ninguno

**EQUIPO DE TRABAJO**

**Coordinador de Proyecto:** Adriana Morales

**Tutor de Titulación:** Ingeniero Cristian Lozano

**LECTORES:**

**Lector 1:** Ing. Mg. Jaime Rene Lema Pillataza

**Lector 2:** M.Sc. Patricio Manuel Clavijo Cevallos

**Lector 3:** Ing. Mg. José Antonio Andrade Valencia

**Área de Conocimiento:**

Servicios

**Línea de investigación:**

Análisis, Conservación y Aprovechamiento de la Biodiversidad Local

**Sub líneas de investigación de la Carrera:**

Impactos Ambientales

## 2. RESUMEN DEL PROYECTO

La investigación se realizó en la Curtiduría Curtipiel Castro ubicada en el Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua.

Una de las dificultades que se presentan en las curtiembres es la contaminación del suelo por cromo que al tener las condiciones necesarias se transforma a cromo hexavalente; el  $\text{Cr}^{6+}$  es el más tóxico de los metales y afecta en su mayor cantidad al suelo y con el pasar del tiempo lo va degradando como consecuencia se produce la infertilidad y pérdida de producción en el suelo. **(Chávez, 2016).**

Lo que se realizó en este trabajo es la evaluación de las concentraciones de  $\text{Cr}^{6+}$  mediante muestreos, que se lo hizo cada dos meses se recolectó muestras de distintos suelos tanto de suelos contaminados como de suelos no contaminados por la curtiembre, para conocer las condiciones en el que se encuentra el estado del suelo, por esta razón fue indispensable conocer a que concentraciones se encuentra y a la vez tener conocimiento del tipo de suelo, las cantidades de pH, cromo total que incentivan a que el cromo se oxide rápidamente a  $\text{Cr}^{6+}$ , se identificó los efectos que se produce en el recurso suelo y de acuerdo a eso se estableció estrategias de mitigación, control que eviten impactos generados por la curtiduría.

La contaminación que se produce puede ser disminuida utilizando soluciones que permitan la recuperación y mejora continua, tanto el proceso de curtido como en la recuperación del suelo contaminado para uso óptimo del suelo. **(Gordillo y Toledo, 2016).**

### 3. JUSTIFICACION DEL PROYECTO

En la investigación se evaluó los efectos que produce el  $\text{Cr}^{6+}$  en el recurso suelo en Curtipiel Castro, debido a que la industria de cuero se ha considerado como la más contaminante por los productos químicos con la utilización de grandes cantidades de cromo en la etapa de curtido, siendo muy tóxico para el suelo ;fue necesario conocer las concentraciones de  $\text{Cr}^{6+}$  para identificar los efectos en el suelo.

La presencia oxidante proporciona niveles de contaminación altos, causando cambios en la estructura del suelo, como la consecuente disminución de la producción agrícola y aceleración de la erosión en un corto periodo de tiempo (**Santiago, 2015**), para prevenir ha sido necesario establecer estrategias de mitigación y control de reducción de la contaminación, con diferentes técnicas de prevención para que el suelo pueda ser de uso óptimo

Las curtidurías por sus cantidades de producción, son consideradas, como las de mayor ingreso económico, pero a la vez esto va de la mano con las contaminaciones que genera el cromo (**Fernández y Guzmán, 2000**).

Este trabajo beneficiará de forma directa a las curtidurías y en especial a Curtipiel Castro, permitiendo indirectamente beneficios para su alrededor como es la población de Chisalata.

Con lo referente al medio ambiente, este aspecto es muy importante ya que contribuye de forma directa a la contaminación (**Ramos, 2015**).

Es necesario un estudio minucioso donde se debe tomar soluciones precisas que prevenga la degradación del suelo, tomando en cuenta que la recuperación del suelo demanda un largo periodo de tiempo para su restauración.

#### 4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

*Tabla 1: Beneficiarios del proyecto*

<b>BENEFICIARIOS DIRECTOS</b>	<b>NÚMERO</b>
Curtidurías del Sector	<b>2</b>
Propietario de la Curtiduría Curtipiel Castro	<b>1</b>
Trabajadores de Curtipiel Castro	<b>5</b>
<b>BENEFICARIOS INDIRECTOS</b>	
Población de Chisalata (habitantes)	<b>10.261 habitantes</b>

**Fuente:** Censo Nacional 2010

**Elaborado por:** Adriana Morales

## 5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACION:

La utilización del cromo para el curtido de cueros en el Ecuador es en gran cantidad, las curtiembres son responsables de la contaminación siendo el más afectado el suelo, según estudios realizados para el proceso de curtido manifiesta que son necesarios alrededor de 500 kilos de productos químicos para el procesamiento de una tonelada de cuero crudo entre ellos la gran cantidad de utilización del cromo se estima que un 85% no se incorporan en el cuero por lo que es esparcido en las partículas de agua que tienen contacto con el suelo **(Portilla , 2015)** . El cromo hexavalente ha producido daños en el suelo con pérdida en la estructura debido a que ya no existe la presencia de la materia orgánica y el suelo va tomando un pH básico, perdiendo así la estructura del suelo que al perder aparece una capa compacta que impide la infiltración de agua y penetración en las raíces, la erosión se vuelve acelerada y se reduce el rendimiento de los cultivos hasta la degradación total del suelo. **(Bonilla, 2015)**.

En las curtidurías de la provincia de Tungurahua la dificultad que se presenta es el uso del cromo en la preparación de pieles que al tener contacto con el suelo este se oxida y se transforma a  $\text{Cr}^{6+}$ , muchos de los residuos permanecen en lodos de depuración, lo cual impide la utilización de los materiales residuales en estos efluentes se puede encontrar gran cantidad de cromo, siendo 1.000 veces más tóxico que otros metales, afectando en su mayor cantidad al suelo debido a que le da mayor toxicidad. El  $\text{Cr}^{6+}$  en el suelo es muy dañino por lo que le proporciona mayor inestabilidad. **(Chávez, 2016)**.

En la Curtiduría Curtipiel Castro en la etapa de curtido de pieles genera grandes cantidades de aguas residuales con cromo, con un alto contenido de materia orgánica, sólidos, salinidad, grasas. Las características del suelo dependen sobre todo de la combinación de operaciones y procesos que utiliza cada una de las categorías de este sector industrial, así como del tipo y los métodos de conservación de las pieles, y de las sustancias químicas utilizadas en las diferentes fases del procesamiento. **(Segundo , 2013)**.

El curtido se lleva a cabo con sales de cromo y son las más utilizadas porque se obtiene cuero de cualidades deseables para cualquier tipo de producto final y se puede aplicar al cuero cualquier tipo de técnica para su acabado, pero se podría utilizar otra alternativa que no produce contaminación ni daños en el suelo. **(Portilla, 2015)**.

## **6. OBJETIVOS:**

### **6.1 General**

- ✓ Evaluar los efectos producidos por el cromo hexavalente en el recurso suelo en la etapa de curtido de la empresa Curtipiel Castro provincia de Tungurahua.

### **6.2 Específicos**

- ✓ Analizar las concentraciones de cromo en el suelo.
- ✓ Identificar los efectos que causa el  $\text{Cr}^{6+}$  en el recurso suelo
- ✓ Establecer estrategias de mitigación y control en el uso del cromo hexavalente para reducir la contaminación en el recurso suelo de la de la empresa Curtipiel Castro

## 7.ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACION A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

*Tabla 2 :Actividades de acuerdo a los objetivos*

OBJETIVOS	ACTIVIDADES	RESULTADOS	TECNICAS E INSTRUMENTOS
<b>Analizar las concentraciones de cromo en el suelo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificación del lugar a muestrear</li> <li>-Muestreo de suelos contaminados de acuerdo al protocolo y con la normativa vigente.</li> <li>-Análisis del suelo en el laboratorio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Concentración de Cr<sup>6+</sup></li> <li>-Cromo total</li> <li>-pH</li> <li>-Tipo del suelo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cámara fotográfica,</li> <li>-Libreta de campo.</li> <li>-Técnica de fichaje</li> <li>-Barreno</li> <li>Cinta de marcar</li> <li>Libreta de campo.</li> <li>-El análisis del suelo en un laboratorio calificado.</li> <li>-Recipiente para su transportación.</li> </ul>
<b>Identificar los efectos que causa el Cr<sup>6+</sup> en el recurso suelo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Comparación de los resultados obtenidos del análisis del suelo del laboratorio, con la normativa internacional y nacional ambiental vigente.</li> <li>-Relación de la cantidad de las concentraciones de cromo</li> <li>-Interpretación y describir las condiciones del suelo de acuerdo a los resultados obtenidos</li> <li>-Identificación de los efectos que se produce en el suelo por el cromo</li> </ul>	Efectos ambientales producidos en el suelo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-La comparación de resultados se realizará de acuerdo a la Normativa TULSMA LIBRO VI Anexo 2 y Normativa Internacional.</li> <li>-Para realizar la comparación de cueros a curtidos es necesario utilizar paquetes estadísticos.</li> <li>-Para la identificación de los efectos es necesario la aplicación de la técnica de entrevista, así también como la utilización de una ficha en donde indique las condiciones del suelo.</li> </ul>
Establecer estrategias de mitigación y control en el uso del cromo hexavalente para reducir la contaminación en el recurso suelo de la de la empresa Curtipiel Castro.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Aplicación de medidas para evitar el sobreuso del cromo en la etapa de curtido.</li> <li>-Investigar posibles soluciones para disminuir la contaminación producida por el cromo en el suelo.</li> </ul>	Estrategias de mitigación y control	Para la elaboración y diseño de las estrategias de mitigación y control se requiere de recopilación bibliográfica como libros, revistas, artículos científicos, tesis.

**Elaborado por:** Adriana Morales

## **8. FUNDAMENTACION TECNICA**

### **8.1. Curtiembres**

Una curtiembre o curtiduría es un lugar donde se realiza el curtido, proceso que convierte las pieles de los animales en cuero. Los cueros procesados por las curtiembres son utilizados para varios fines, como por ejemplo el calzado, tapicería, entre otros. **(Tayupanta, 2016)**. Ver figura 1 del anexo 2 del proceso del cuero en una curtiembre

### **8.2. Curtido de Pieles**

La conservación de animales mediante el proceso de curtido simboliza una actividad artesanal tradicional, que genera importantes problemas de contaminación ambiental, principalmente debido al uso de agentes químicos tóxicos como el cromo y la cantidad de carga orgánica en las que se abandonan las distintas etapas del proceso. **(Tayupanta, 2016)**.

#### **8.2.1. Para la curtición del cuero se emplean técnicas como:**

**Curtido Mineral.** - este tipo de curtido se lleva a cabo con sales metálicas como puede ser cromo siendo la más utilizada, debido a que se obtiene cuero de cualidades deseables para cualquier tipo de producto final y se puede aplicar al cuero para su acabado. **(Tayupanta, 2016)**.

#### **8.2.2. Remojo**

La piel del animal es remojada en un baño de agua al cual se añaden bactericidas, humectantes y detergentes. Este proceso tiene como objetivo limpiar las pieles de sangre y estiércol que estén adheridos al pelo, remover la sal de la piel y además hidratar las pieles para facilitar el proceso del curtido. Todo tipo de piel es sometida al remojo sean estas pieles frescas, saladas o pieles secas. Lo que varía en este proceso, dependiendo de la condición de la piel, es el tiempo de remojo. **(Centro Nacional de Producción más Limpia, 2015)**

### **8.2.3. Pelambre.**

Las pieles pasan a un baño, en el cual se agitan las pieles con una solución de sulfuro de sodio y cal hidratada durante un período de 17 a 20 horas. Este proceso se lleva a cabo para hinchar la epidermis y así retirar el pelo del cuero. **(Ecología-SEMARNAP, 2016)**

### **8.2.4. Descarne.**

El descarne es una operación en la que se retiran las carnazas de la piel. Estas carnazas son tejidos adiposos, subcutáneos, musculares y sebos adheridos a la cara interna de la piel. **(Centro Nacional de Producción más Limpia, 2015)**

Esta operación se lleva a cabo de manera mecánica mediante máquinas descarnadoras, sin embargo, en curtiembres pequeñas se lleva a cabo manualmente. El descarne también puede llevarse a cabo antes del pelambre. **(Centro Nacional de Producción más Limpia, 2015)**

### **8.2.5. Dividido.**

En esta etapa del proceso se divide la piel en dos capas, la piel hinchada y depilada separando la flor de la piel, la cual es la parte de la piel que está en contacto con la carne. Este proceso puede llevarse a cabo después del pelambre o después del curtido del cuero. En la mayoría de las curtiembres se lleva a cabo finalizado el pelambre pues los residuos en esta etapa pueden darse a fábricas de gelatina para ser materia prima. **(Ecología-SEMARNAP, 2016)**

### **8.2.6. Desencalado.**

Permite detener el hinchamiento de la piel además de remover los remantes de cal y sulfuro de sodio de la piel. Para conseguir el objetivo se limpian las pieles con agua limpia con solución de sulfato de amonio y ácidos. **(Vallejo, 2004).**

### **8.2.7. Purgado**

Remueve los restos de raíces del pelo en la piel y elimina las proteínas no colágenas para adecuar la textura de la piel. Para ello se adiciona al baño del desencalado enzimas pancreáticas o bacteriales y

caolín. Para que el purgado tenga mayor efectividad se debe controlar el pH del baño, el cual debe estar entre 8 – 8.5. **(Vallejo, 2004).**

#### **8.2.8. Desengrasado**

Mediante el desengrasado se elimina la grasa que aún posee la piel. Esta actividad es muy importante pues las grasas de la piel pueden reaccionar con el cromo del curtido y formar jabones insolubles que serían contraproducentes al proceso de curtido. El desengrasado se realiza utilizando solventes orgánicos en combinación con enzimas o surfactantes. **(Vallejo, 2004).**

#### **8.2.9. Piquelado**

Tiene como fin evitar el hinchamiento de las pieles y así se puedan impregnar las sales de cromo entre las células de la piel. Para ello se acidula el baño hasta llevarlo a un pH entre 2.8 y 3.5. Normalmente se utiliza cloruro de sodio y ácido sulfúrico o ácido fórmico.

#### **8.2.10. Curtido**

Es la transformación de la piel del animal en cuero, proceso de cambio de una piel putrescible en un material indestructible dando resultados deseados, propios, para la conservación del cuero. **(Tingo, 2012).** Ver Figura 1 y 2 del Anexo 3: Cueros Curtidos

#### **8.2.11. Curtido Vegetal.**

Este tipo de curtido es a base de taninos, los cuales se obtienen de la corteza de acacia negra y mimosa. El curtido vegetal da propiedades de dureza al cuero, es por ello que se usa para la producción de suelas de zapatos, sillas de montar y correas. Este tipo de curtido necesita entre 350 y 500 kg de curtiente por tonelada de piel fresca. **(Romero, 2002)**

**8.2.12. Para el curtido mineral, los siguientes son datos que guían este proceso:**

*Tabla 3 : Rango de las variables del curtido con cromo*

INSUMO	PORCENTAJE
% de Agua	40-60
% de Sal de Cromo	8-12
% de Basificante	0.8-1.2
% de Fungicida	0.1
% Temperatura	3.8-4.2
pH	3.8-4.2

**Fuente:** Guía técnica de Producción más Limpia para Curtiembres. (Centro de promoción de tecnologías sostenibles, 2016)

**Elaborado por:** Adriana Morales

### **8.2.13. Escurrido y Prensado.**

Los dos procesos eliminan el exceso de agua del cuero. En el escurrido se deja que el cuero escurra el agua de forma natural mientras que en el prensado se utilizan máquinas prensadoras las cuales también reducen las arrugas del cuero. **(Bonilla, 2015).**

### **8.2.14. Rebajado.**

Dado que el cuero tiene diferente espesor en sus secciones, este debe ser raspado para que su espesor sea uniforme hasta la medida que el empresario desee. **(Bonilla, 2015).**

### **8.2.15. Neutralización.**

Es una operación en húmedo para elevar el pH del cuero con sales como bicarbonato de sodio o formiato de sodio. **(Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles, 2016)**

#### **8.2.16. Recurtido.**

Es un curtido que le da las propiedades finales y deseadas al cuero. Los reactivos a adicionarse dependen del producto que se quiera obtener, sin embargo, generalmente se adicionan sales de cromo, taninos y resinas. **(Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles, 2016)**

#### **8.2.17. Blanqueado.**

Este proceso es realizado únicamente en ciertas ocasiones; se usa un baño de bicarbonato de sodio, ácido sulfúrico y al último un baño de agua limpia para remover el remanente de ácido pues este genera manchas en el cuero. **(Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles, 2016)**

#### **8.2.18. Teñido.**

Este proceso se realiza para dar color al cuero. El baño en el que se realiza el teñido contiene agua, colorantes y ácido fórmico. El baño es desechado después de cada operación. **(Elika ,2014).**

#### **8.2.19. Engrase.**

El engrase se realiza para que el cuero no se cuartee además que le de propiedades de flexibilidad, suavidad y resistencia. Para el efecto se utilizan grasas y aceites animales. Dado que la piel del animal, antes de ser curtido, contiene de 0.5 a 1.5 kilogramos de sebo, muchas curtiembres usan este material de las carnazas para engrasar el cuero. **(Elika ,2014).**

#### **8.2.20. Secado.**

El cuero es secado de acuerdo a la realidad de cada curtiembre siendo más común el secado al vacío y el secado por templado en marcos. **(Kabat, 2013).**

### 8.3. Cromo

El cromo es un metal pesado presente en la naturaleza, por lo que se encuentra de forma natural, puede contaminar los alimentos en su forma tóxica con cromo, pudiendo transmitir al ser humano con concentraciones elevadas de cromo. **(Elika ,2014).**

Por otra parte, se libera al suelo y de acuerdo a las condiciones se transforma en  $\text{Cr}^{6+}$ , debido al gran uso del metal en actividades industriales, como industrias de curtido de cuero. **(Elika ,2014)**

#### 8.3.1. Cromo Hexavalente

El cromo hexavalente es una partícula de metal que existe naturalmente en rocas, producida mediante procesos industriales como curtidos de pieles y es un oxidante. **(Sotelo, 2012).**

El cromo hexavalente se refiere a compuestos químicos que contienen el cromo en el estado de oxidación. **(Bonilla, 2015).**

El metal se encuentra presente en el suelo principalmente en dos formas de oxidación:  $\text{Cr}^{3+}$  o  $\text{Cr}^{6+}$ , puede encontrarse como óxido de cromo, sulfato de cromo, trióxido de cromo, ácido crómico y dicromato. En presencia de materia orgánica, el  $\text{Cr}^{6+}$  presente en aguas y suelos es reducido a  $\text{Cr}^{3+}$ , pese a que el cromo es un elemento esencial para hombres y animales, niveles elevados de este metal son tóxicos en los seres vivos. **Orozco,et.al. (2015).**

#### 8.3.2. El contenido natural de Cr

Se ha observado la oxidación de Cr III a Cr VI, probablemente debida a la capacidad oxidativa. **Orozco,et.al. (2015).**

#### 8.3.3. El cromo en la industria del cuero

Anualmente grandes cantidades de cromo se utilizan en la producción de acero inoxidable, de metales cromados, en la industria del cuero para el curtido de las pieles, etc. La industria peletera, especialmente las **curtidoras**, generan miles de toneladas de desechos sólidos, potencialmente tóxicos, debido a su alto contenido en cromo. **Orozco,et.al. (2015).**

#### 8.3.4. El Cromo y sus Estados de Oxidación

Los dos estados de oxidación más frecuentes en el ambiente, son fácilmente interconvertibles, dependiendo la dirección de esta conversión fundamentalmente del pH del medio, de la presencia de condiciones aerobias o anaerobias y de la temperatura. **(Fernández y Guzmán, 2000).**

La oxidación de  $\text{Cr}^{3+}$  a  $\text{Cr}^{6+}$  parece favorecerse a pH bajo, no ocurre oxidación en suelos ricos en humus o en suelos libres de humus, pero ocurre la liberación de  $\text{Cr}^{6+}$  a partir de polvo de cuero curtido con cromo hexavalente, parece posible los problemas de toxicidad de cromo hexavalente en suelos esterilizados mediante calor, o en suelos alcalinos, suelos que no contienen mucha cantidad de materia orgánica y con alto contenido en humedad. **Orozco,et.al. (2015).**

Las especies más frecuentes del metal, el cromo trivalente y el cromo hexavalente, presentan propiedades químicas diferentes. El  $\text{Cr}^{6+}$  considerada la especie más tóxica y dañina, se encuentra combinado con el oxígeno que pueden formar cromato o dicromato, el  $\text{Cr}^{3+}$  presenta menor movilidad y esta principalmente unido a la materia orgánica en suelos. El  $\text{Cr}^{6+}$  es un agente oxidante fuerte y, en presencia de materia orgánica, es disminuido a  $\text{Cr}^{3+}$  Sin embargo, niveles elevados de  $\text{Cr}^{6+}$  pueden superar la capacidad reductora del ambiente y encontrarse como contaminante. **(Fernández y Guzmán, 2000).**

#### 8.3.5. Oxidación del Cromo

La forma dominante de cromo depende fuertemente del pH, en suelos ácidos  $\text{pH}<4$  predomina como  $\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5^{3+}$ , mientras que a  $\text{pH}<5,5$ , predominan los productos de su hidrólisis, principalmente el  $\text{Cr}(\text{OH})^{2+}$  aq. Estas dos formas son fácilmente adsorbidas sobre el suelo y su adsorción se intensifica por el incremento del pH. Los iones  $\text{CrO}_4^{2-}$  y  $\text{HCrO}_4^-$  son las formas más móviles de  $\text{Cr}^{6+}$  en el suelo, siendo el  $\text{HCrO}_4^-$  la forma dominante en suelos ácidos con  $\text{pH}<6$  estas especies pueden ser tomadas por las plantas a través del perfil del suelo, se puede observar en la figura 3 y 4 del anexo 3 la oxidación de cromo en el suelo. **(Sotelo, 2012).**

## **8.4. El Suelo**

Compuesto de partículas minerales, materia orgánica, agua y aire con características del suelo como la profundidad libre, el color, la textura, estructura, porosidad y capacidad de retención del agua. La materia orgánica mejora la estructura del suelo, le da mayor fertilidad, por lo cual si se tiene materia orgánica se debe dar uso exclusivo para el suelo debido que le proporciona grandes beneficios como se ha manifestado, en la curtiduría se podría tener cantidades deseadas de materia orgánica tratada, evitando la contaminación del cromo con los residuos orgánicos. **(Casas,2016).**

### **8.4.1. Caracterización del Suelo**

El suelo constituye un recurso natural que desempeña diversas funciones en la superficie de la Tierra, proporcionando un soporte mecánico, así como nutrientes para el crecimiento de plantas y microorganismos. La matriz del suelo está formada por cinco componentes principales: minerales, aire, agua, materia orgánica y organismos vivos.

Permeabilidad. Se refiere a la facilidad o dificultad con la que un líquido puede fluir a través de un medio permeable. La permeabilidad de un suelo es uno de los factores que controla la efectividad de tecnologías in situ. **(Sellers,2000).**

El pH determina el grado de adsorción de iones por las partículas del suelo, afectando así su solubilidad, movilidad, disponibilidad y formas iónicas de un contaminante y otros constituyentes del suelo **(Majatan, 2000).**

La solubilidad de muchos contaminantes inorgánicos cambia en función del pH y normalmente su movilidad disminuye con altos valores de pH.

### **8.4.2. Composición del Suelo**

La composición química de un suelo viene determinada, en buena parte por el tipo de material originario (roca), puesto que es el material base a partir del cual se forma el suelo. **(Sabroso & Pastor, 2016).** Junto a este material se va añadiendo, en el transcurso del tiempo que dura la formación de un

suelo, materia orgánica procedente de organismos vivos. El contenido mineral de un suelo es el que determina su fertilidad. **(Sabroso & Pastor, 2016)**

Por término medio, un suelo tiene la siguiente composición volumétrica:

50% de materia sólida :45% mineral y 5% materia orgánica

20-30% disolución acuosa

20-30% aire. **(Sabroso & Pastor, 2016)**

Las constituyentes del suelo son de dos tipos:

**8.4.2.1. Componentes inorgánicos:** son partículas los productos derivados de la meteorización y según su tamaño y naturaleza, se clasifican en gravas, arenas y arcillas (la cantidad relativa de cada una de ellas constituye la textura). Están constituidas por partículas minerales. En los poros y cavidades que existen entre las partículas también hay agua y aire. **(Santiago, 2015).**

**8.4.2.2. Componentes orgánicos o humus:** son resultado de la descomposición de los restos de los seres vivos por acción de las bacterias y los hongos. Su presencia de calidad al suelo, retiene el agua y sirve como fuente de alimento de microorganismos que fertilizan el suelo. **(Sabroso & Pastor, 2016).**

## **8.5. Definición de suelo contaminado**

Define como suelo contaminado todo aquel cuyas características físicas, químicas o biológicas han sido alteradas negativamente por la presencia de componentes de carácter peligroso de origen humano en concentración tal que comparte un riesgo para la salud humana o el medio ambiente, de acuerdo con los estándares que determina el gobierno. **(Valero & Bergue, s.f.).**

Las capacidades de las tecnologías de remediación pueden variar ampliamente en función de las condiciones específicas del sitio. Las tecnologías de remediación pueden actuar conteniendo la contaminación, separando el contaminante del suelo o destruyendo el contaminante. El uso de una tecnología en particular depende, además de los factores mencionados, de su disponibilidad, fiabilidad (demostrada o proyectada), estado de desarrollo (laboratorio, escala piloto o gran escala) y de su costo. **(Reynold, s.f).**

### **8.5.1. Caracterización del contaminante**

Los compuestos químicos pueden clasificarse en orgánicos e inorgánicos. Los primeros, se componen básicamente de átomos de carbono, y pueden ser de origen antropogénico o natural. Los compuestos inorgánicos en cambio, generalmente no contienen átomos de carbono e incluyen a los metales (Sellers,2000).

### **8.5.2. Estructura del contaminante**

Cada compuesto químico posee características únicas que dictan el mecanismo o combinación de ellos, que controlan su movimiento y degradabilidad. (Volke, 2015).

La concentración de un compuesto en un suelo es un factor de gran importancia para definir si el sitio puede remediarse con el uso de tecnologías biológicas. (Sellers,2000).

## **8.6. Tipos de contaminación**

**8.6.1. Contaminación Física:** aquellas que originan variaciones en parámetros como temperatura, radio actividad. (Sabroso & Pastor, 2016).

**8.6.2. Contaminación Biológica:** aquellos que inducen a la proliferación de especies ajenas a los microorganismos presentes en el suelo de forma natural. (Santiago, 2015)

**8.6.3. Contaminación Química:** aquellos que por su presencia o por su elevada concentración alteren la composición originaria del suelo. (Santiago, 2015)

### **8.7. Efectos sobre el suelo.**

El aumento de los niveles de contaminación de origen industrial ha puesto la pérdida de la función y estructura de los suelos en gran número. (Reynold, s.f).

Las principales fuentes contaminantes del suelo son los metales pesados como el cromo, la concentración del metal se va a ver por los procesos de adsorción, por las distintas reacciones en las que se puede intervenir procesos de adsorción de este mineral, como los contaminantes llegan al suelo son arrastrados a las capas más profundas por efecto de la lluvia. **Orozco,et.al. (2015).**

En los suelos el cromo hexavalente es muy inestable, muy dañino, el depositar residuos con contenido de  $\text{Cr}^{3+}$  provenientes de curtiembres, con otros desechos que al combinarse crean condiciones ácidas al descomponerse, puede transformar el  $\text{Cr}^{3+}$  en  $\text{Cr}^{6+}$  esta es la razón por lo que el suelo se degrada rápidamente. **(Chávez, 2016).**

### **8.8. Propiedades Auto Depurativas del Suelo**

El suelo es capaz de degradar o inmovilizar los contaminantes, actúa en general como una barrera protectora, filtrando, descomponiendo, almacenando todos los contaminantes y evitando en gran parte su biodisponibilidad. **(Portilla, 2015).**

El suelo contaminado es el desequilibrio físico, químico o biológico que afecta negativamente plantas, animales y humanos, debido principalmente al inadecuado manejo de residuos sólidos y líquidos. Esta contaminación es producida por sustancias químicas como el cromo. **Ramírez,et.al. (2016).**

El cromo hexavalente produce daño en el suelo con la pérdida de la estructura debido a que pierde la cantidad de materia orgánica y el suelo va tomando un pH básico, perdiendo así la estructura del suelo que al perder aparece una capa compacta que impide la infiltración de agua y penetración en las raíces, la erosión se vuelve acelerada y se reduce el rendimiento de los cultivos hasta la degradación total del suelo. **(Bonilla, 2015).**

En las plantas provoca lesiones en el sistema radicular. Las distintas especies y partes internas difieren en el modo de asimilarlo y en el tipo de lesiones que provoca: las raíces no se desarrollan y las hojas se mantienen angostas ,coloración con pequeñas manchas. El suelo alrededor de estas industrias y de los sistemas de tratamiento de sus efluentes, así como el de las áreas de almacenamiento y disposición de sus residuos puede deteriorarse si no se toman medidas preventivas. De igual manera, el suelo

contaminado podría interferir en futuros usos del mismo y contribuir a la contaminación de cursos de agua cercano. (Cerón ,2016)

## **8.9. Procesos importantes que influyen en el destino y transporte de un contaminante durante su infiltración vertical**

### **8.9.1. Toxicidad**

El factor clave para decidir la remediación de un sitio contaminado, es la toxicidad para los seres vivos. La descarga de químicos tóxicos a un suelo implica, entre muchos otros problemas, que son generalmente resistentes a la biodegradación. (Sellers,2000).

### **8.9.2. Solubilidad**

Es la cantidad de un compuesto que puede disolverse en agua, es decir, define la disponibilidad potencial de los compuestos en la fase líquida. En general, la solubilidad disminuye al aumentar el tamaño de la molécula, y los compuestos polares son más solubles que los no polares.(Eweis JBS, 2015)

### **8.9.3. Humedad.**

La humedad del sitio a tratar es un factor importante para la elección de una tecnología en particular. Una alta humedad puede impedir el movimiento de aire a través del suelo, lo que afecta los procesos de biorremediación, así como provocar problemas durante la excavación y transporte, además de aumentar costos durante el uso de métodos de remediación térmicos (Majatan, 2000).

## **8.10. Problemas Ambientales Asociados a la Industria del Cuero por Cromo Hexavalente**

En las curtidurías existen problemas ambientales que se presentan por la elaboración del cuero, estando incorporado a componentes ambientales como el suelo. (Espín , 2013)

Se estima que una tonelada de pieles crudas genera 600-800 kg de desechos sólidos; se añade, entre un 20 y 50% químicos como el cromo. Los desechos sólidos están constituidos principalmente por material orgánico como proteínas, grasas, suciedades y químicos de proceso, que al combinarse con el cromo estos se contaminan, y al ser eliminados teniendo contacto con el suelo se oxida y se transforma en  $\text{Cr}^{6+}$  y produce una toxicidad habiendo cambios en su estructura y degradándolo poco a poco. Estos desechos pueden ser recuperados, aplicando técnicas que beneficien a la producción del cuero sin producir contaminación. **(Esparza y Gamboa, 2016).**

Los residuos sólidos con cromo que producen contaminación al suelo son aquellos que constituyen la mayor problemática ambiental de las curtiembres como los químicos empleados (cal, sal, cromo) al no tener procesos 100% eficientes permanecen a concentraciones considerables. En el caso del cromo, se producen efluentes con cantidades elevadas de los mismos, que son sumamente tóxicos. **(Sabroso & Pastor, 2016)**

#### **8.10.1. Efectos del Cromo en el Hombre**

Las vías principales de exposición humana al cromo se derivan de su presencia como contaminante ambiental en el suelo. En el ámbito laboral, la exposición es fundamentalmente en forma de polvo metálico que, en función del tiempo de exposición, la forma físico-química del compuesto y las condiciones de trabajo, puede producir diferentes efectos sobre la salud. **(Valero & Bergue, s.f.)**

En el caso de los obreros que se encuentran en contacto permanente con estas sustancias, la exposición con la piel del cromo puede provocar hinchazón y enrojecimiento agudo de la piel; mientras que inhalar niveles altos de cromo puede provocar irritación en las membranas respiratorias y nasales. **(Valero & Bergue, s.f.)**

El  $\text{Cr}^{6+}$  se absorbe por vía digestiva, cutánea y respiratoria; la ingesta produce un cuadro gastrointestinal en forma de vómitos, dolores abdominales, diarreas y hemorragias intestinales. Puede producir la muerte, por colapso cardiocirculatorio; si la persona sobrevive, puede aparecer una insuficiencia renal aguda. La vía de absorción cutánea es de más fácil acceso al organismo, en esta el  $\text{Cr}^{6+}$  penetran en la piel más rápidamente que  $\text{Cr}^{3+}$ ; en muchos casos se presenta la intoxicación crónica, que es el contacto cutáneo con compuestos hexavalentes que producen úlceras que suelen afectar el dorso de las manos y de los dedos, también pueden ocasionar dermatitis de contacto

irritativas y alérgicas; como también, la exposición se relaciona con cuadros de bronquitis y de asma, ulceraciones y perforaciones nasales. (Chávez, 2016).

## 8.11. Tecnologías de remediación para suelos contaminados con cromo

### 8.11.1. Fitorremediación

El término fitorremediación se refiere a una tecnología innovadora que utiliza plantas vivas y los microorganismos para la remediación de suelos, lodos, sedimentos y aguas contaminados a través de la remoción, degradación o estabilización de los contaminantes. La principal motivación para el desarrollo de este tipo de tecnología es el gran potencial para la remediación de sitios contaminados a bajos costos. ( Volke, 2015 ).

## 8.12. TULSMA Libro VI-Anexo 2

Los criterios de calidad del suelo, son valores de fondo aproximados o límites analíticos de detección para un contaminante en el suelo. Para los propósitos de esta Norma, los valores de fondo se refieren a los niveles ambientales representativos para un contaminante en el suelo. Los valores pueden reflejar las variaciones geológicas naturales de áreas no desarrolladas o libres de influencia de actividades industriales o urbanas generalizadas.

*Tabla 4: Criterios de Calidad del Suelo*

PARAMETRO	UNIDADES	USO DEL SUELO- AGRICOLA
PH	UpH	6-8
Cromo VI	mg/kg	2.5
Cromo Total	mg/kg	20

**Fuente:** Registro Oficial Edición Especial N°387

**Elaborado por:** Adriana Morales

## **9.-PREGUNTAS CIENTIFICAS O HIPOTESIS**

### **9.1. ALTERNATIVA**

Las concentraciones altas de  $\text{Cr}^{6+}$  que sobrepasan los límites permisibles causan efectos negativos en el recurso suelo.

### **9.2. NULA**

Las concentraciones altas de  $\text{Cr}^{6+}$  que sobrepasan los límites permisibles no causan efectos negativos en el recurso suelo.

## 10.-METODOLOGIAS

### 10.1. Area de estudio

El proyecto se realizó en la curtiduría Curtipiel Castro ubicado en el Cantón Ambato, provincia de Tungurahua sector Chisilata, sus coordenadas son: X=767623; Y=9865990

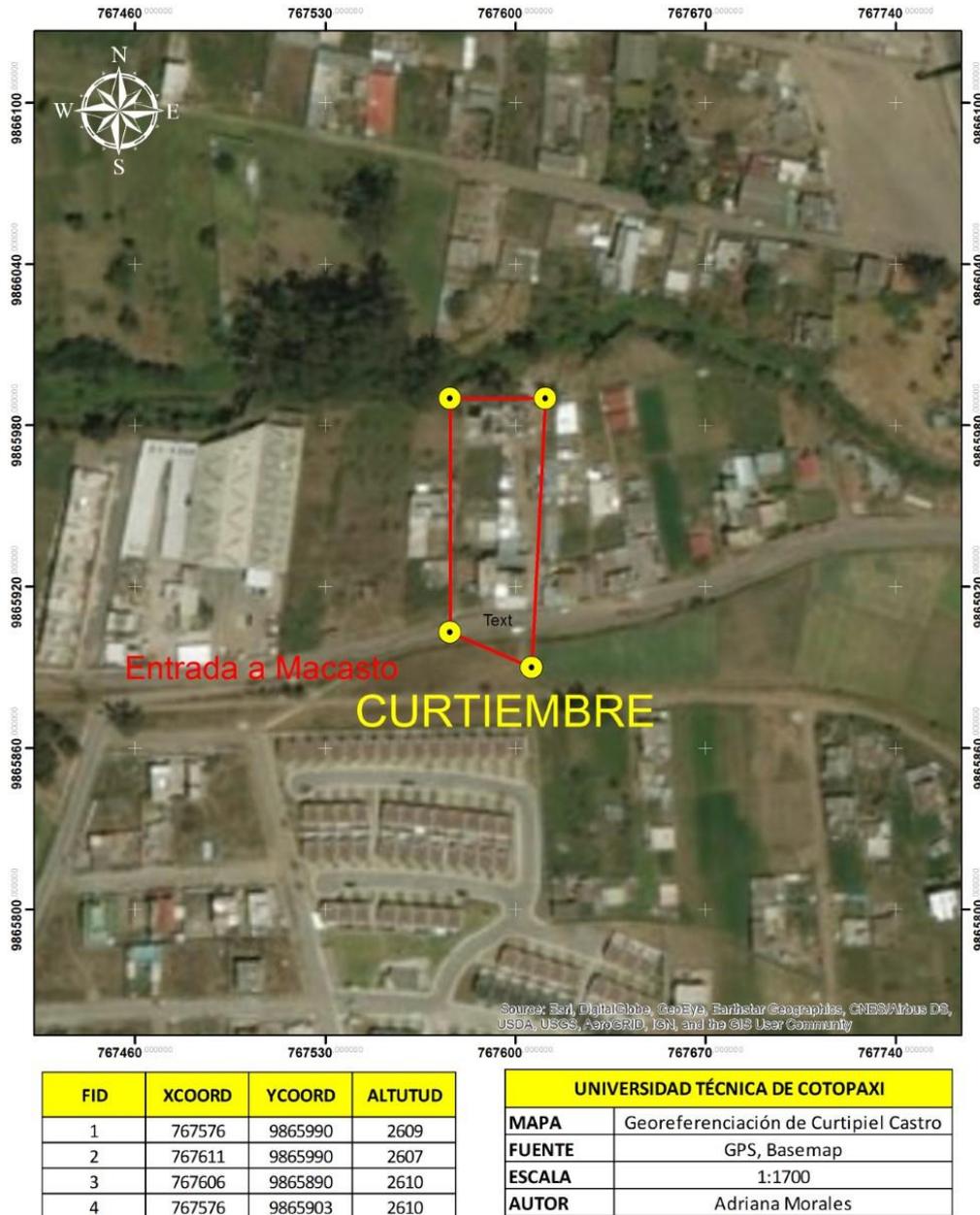


Figura 5 Georreferenciación de Curtipiel Castro Fuente: Google earth-mapa satelital

## 10.2. Métodos Utilizados

**10.2.1. Investigación descriptiva.** -Se identificó los procesos de curtido, como la utilización del cromo, la cantidad exacta, y la manera de utilización tanto del cuero curtido como de los desechos contaminados de cromo, se pretende establecer una relación concreta entre el investigador y el proceso de curtido obteniendo datos para desarrollarlos durante la investigación.

**10.2.2. Investigación de campo.** – De acuerdo al TULSMA LIBRO VI ANEXO 2, se realizó ocho muestras divididas de la siguiente manera:

*Tabla 5: Número y Tipo de muestra analizados*

Número de muestras totales	El muestreo se realizó en distintos suelos contaminados de la curtiembre				
	Número de muestras cada dos meses	S1 Suelo contaminado con un área de 65 m <sup>2</sup>	B1 Suelo no contaminado	S2 Suelo contaminado con una área de 2400 m <sup>2</sup>	B2 Suelo no contaminado
8	4	1	1	1	1
	2	1	X	1	X
	2	1	X	1	X

**Elaborado por:** Adriana Morales

Se identificó el lugar a muestrear tomando en cuenta los lugares más contaminados y además se tomó suelo como testigo. Ver figura 6 suelo contaminado S1 y figura 7 suelo de secado de cueros del anexo 3. Cada muestreo se realizó de acuerdo al área del suelo. Las muestras fueron recolectadas cada dos meses por un periodo semestral en las fechas:

- a) Primera Muestra: 12 de enero al 06 de febrero del 2017
- b) Segunda Muestra: 08 al 28 de marzo del 2017
- c) Tercera Muestra: 12 al 31 de mayo del 2017

Para la selección del sitio y toma de muestra se trazó una cuadrícula de 3 m x 3 m sobre el área afectada tomada de forma puntual, con una profundidad de 30 cm, utilizando cinta de marcar.

Las líneas de la cuadrícula distarán una de la otra. marcar ver en figura 8 del anexo 3 cuadrícula de la toma de muestra.

Las muestras fueron representativas y cubrieron toda el área contaminada. Posterior de la toma de muestras se analizó en un laboratorio calificado en la figura 9 del anexo 3 se indica la fotografía de la muestra tomada.

**10.2.3. Investigación bibliográfica.** - permitió obtener fuentes de información necesarias para indagar y ampliar conocimientos sobre temas relacionados con el cromo en el suelo como los daños que produce y soluciones aplicar.

### 10.3. Técnicas de investigación

*Tabla 6: Técnicas Utilizadas en la elaboración del proyecto*

No.	TECNICAS	INSTRUMENTOS
1	<p><b>Técnica de la Observación.</b> –Permitió identificar de manera precisa el lugar a estudiar como los procesos de curtido, materiales a utilizar, desechos finales y lugares de posible contaminación a analizar y muestrear.</p>	<p>Cámara fotográfica Libreta de campo</p>
2	<p><b>Técnica de entrevista.</b> - Esta técnica permitió realizar una conversación directa con el propietario de Curtipiel Castro para para obtener información necesaria sobre los procesos para el desarrollo de la investigación.</p>	<p>Cámara Cuestionario</p>
3	<p><b>Técnica de fichaje.</b> - Permitió registrar datos, características del lugar, kilos de cuero curtidos, cantidad de cromo utilizado en el proceso de curtido, ver figura 10 del anexo 3 ficha de muestreo</p>	<p>Libreta de campo Fichas (contenga identificación, lugar de muestreo, fecha, hora, temperatura ,lote)</p>

**Elaborado por:** Adriana Morales

## 11. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

### 11.1. Resultados del análisis del laboratorio de suelos

#### 11.1.1. Suelos Testigos

A continuación, se encuentran las concentraciones de los parámetros obtenidos en el laboratorio analizado, con sus límites permisibles según la normativa nacional TULSMA LIBRO VI ANEXO 2, y se comparan los resultados obtenidos para saber si cumple o no cumple con lo establecido de acuerdo a la normativa .de los suelos testigos establecidos con los nombres (B1) y (B2)

*Tabla 7: Valores obtenidos en el laboratorio de suelos testigos*

Nombre de la muestra	Parámetro	Unidad	RESULTADOS OBTENIDOS EN EL LABORATORIO			TULSMA LIBRO VI ANEXO 2	Cumple o No Cumple
			Primera Muestra 10/01/17	Segunda Muestra	Tercera Muestra		
B1	pH	UpH	8,57	----	----	6-8	NO CUMPLE
	Cromo hexavalente	mg/kg	0,35	----	----	2.5	CUMPLE
	Cromo Total	mg/kg	53,4	----	----	20	NO CUMPLE
B2	pH	UpH	8,93	----	----	6-8	NO CUMPLE
	Cromo hexavalente	mg/kg	0,32	----	----	2.5	CUMPLE
	Cromo Total	mg/kg	7,3	----	----	20	CUMPLE

**Fuente:** Normativa nacional registro ofician-edicción especial N<sup>0</sup> 387

**Elaborado por:** Adriana Morales

**Interpretación:** Las muestras B1 y B2 fueron tomados como testigos, los resultados obtenidos en el laboratorio indican que en B1 el pH y el cromo total no cumplen con los límites permisibles, la muestra en B2 el pH no cumple con los límites permisibles según la normativa ambiental vigente.

**Análisis:** La contaminación de suelos aledaños (**Grenpeace, 2012**) manifiesta que ocurre por medio del agua, es un medio de circulación , los cueros al ser escurridos y secados salpican las partículas de agua y tienen contacto con suelo lo que produce que ocurra contaminación.

### **11.1.2. Suelo Contaminado**

A continuación, se encuentran las concentraciones de los parámetros obtenidos en las pruebas del laboratorio, con sus límites permisibles según la normativa nacional TULSMA LIBRO VI ANEXO 2 que se muestra en la tabla 5 como criterios de calidad de suelos y se comparan los resultados obtenidos para saber si cumple o no cumple con lo establecido de acuerdo a la normativa de los suelos contaminados establecidos con los nombres (S1) y (S2)

*Tabla 8: Valores obtenidos en el laboratorio de suelos contaminados*

Nombre de la muestra	Parámetro	Unidad	RESULTADOS OBTENIDOS EN EL LABORATORIO			TULSMA LIBRO VI ANEXO 2	Cumple o No Cumple
			Primera Muestra 10/01/17	Segunda Muestra 07/03/17	Tercera Muestra 12/05/2017		
S1	pH	UpH	8,46	-----	----	6-8	NO CUMPLE
	Cromo hexavalente	mg/kg	0,42	0,30	0,30	2.5	CUMPLE
	Cromo Total	mg/kg	573,3	1640,3	10006,5	20	NO CUMPLE
S2	pH	UpH	8,74	----	----	6-8	NO CUMPLE
	Cromo hexavalente	mg/kg	0,30	0,30	0,30	2.5	CUMPLE
	Cromo Total	mg/kg	17,0	23,8	28,5	20	NO CUMPLE

**Fuente:** Normativa nacional registro ofician-edición especial N<sup>o</sup> 387

**Elaborado por:** Adriana Morales

**Interpretación:** Las muestras analizar de suelos contaminados son S1 Y S2 en el que pH y cromo total no cumplen con los límites permisibles, debido a esto se manifiesta que el suelo se encuentra en proceso de oxidación a sus derivados de cromo.

**Análisis:** el exceso de cromo y pH (Huertos, 2008), manifiesta que al existir un exceso de cromo y pH es perjudicial para el suelo porque se produce pérdida de materia orgánica y degradación del suelo como resultado se obtendrá la presencia de cromo hexavalente.

En la tabla 9 se muestra los datos del lugar muestreado en el que se especifica nombre de la empresa, razón social, tipo de actividad económica y en donde está ubicada.

## 11.2. Comparación de los análisis obtenidos en el laboratorio.

*Tabla 9: Ficha de identificación de suelos muestreados*

<b>NOMBRE DEL SITIO EN ESTUDIO:</b> Curtipiel Castro	
<b>RAZON SOCIAL:</b> Curtipiel Castro	<b>PROVINCIA:</b> Tungurahua
<b>TIPO DE ACTIVIDAD ECONOMICA:</b> Curtiembre	<b>DIRECCION</b> Chisalata-entrada a Macasto

**Elaborado por:** Adriana Morales

### 11.2.1. Suelos testigos

En la tabla 10 se muestra los datos generales del lugar muestreado, nombre del punto muestreado, descripción del lugar, temperatura, técnica de muestreo, instrumento que se utilizó en la toma de muestra, tipo de muestra, código de la muestra, fechas muestreadas características del suelo y área del suelo muestreado.

**Tabla 10:** Suelos no contaminados- suelo testigo-muestra B1

<b>Nombre del punto de muestreo:</b> B1	<b>Operador:</b> Adriana Morales
<b>Descripción:</b> suelo cubierto con plantas frutales y ornamentales, se encuentra junto al suelo contaminado.	
<b>Temperatura:</b> 20 °C La muestra fue tomada en un día lluvioso.	<b>Código de la muestra:</b> REG TEC 018
<b>Técnica de muestreo:</b> Puntual	<b>Instrumento:</b> Barreno
<b>Profundidad final:</b> 30cm	<b>Tipo de muestra:</b> Compuesta
<b>Fecha de toma de muestra</b>	10 de enero del 2017
<b>Fecha de análisis</b>	Del 12 de enero al 06 de febrero del 2017
<b>CARACTERISTICAS DEL SUELO</b>	
<b>Coloración:</b>	Azulado
<b>Textura:</b>	arcilla 13,80%, limo 40,63%, arena 45,57%
<b>Humedad</b>	50%
<b>Medidas de conservación:</b>	4 °C antes de ser analizado
<b>Área de muestreo:</b>	65m <sup>2</sup>

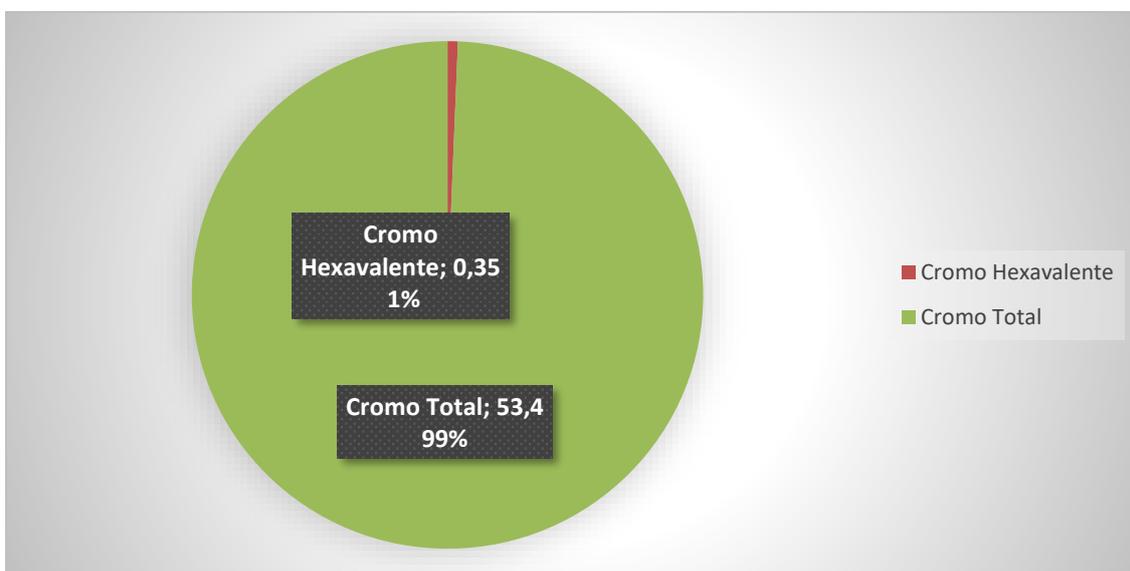
**Fuente:** (Curtipiel Castro, 2017)

**Elaborado por:** Adriana Morales

## a. Suelos testigos

### a1. Muestra (B1) de suelos no contaminados

El suelo no contaminado B1 se encuentra ubicado junto a la curtiembre, el muestreo se realizó de acuerdo al protocolo como lo estipula la normativa ambiental vigente, a continuación, se muestra la comparación de los resultados obtenidos en el laboratorio en el que se obtuvo los siguientes resultados:



**Figura 1: Gráfico del resultado de suelo no contaminado (B1) Fuente: (Curtipiel Castro , 2017)**

**Elaborado por:** Adriana Morales

En la Figura 1, se puede observar las concentraciones; de cromo total con un porcentaje del 99% siendo un valor de 53,4 mg/kg ; cromo hexavalente con un porcentaje del 1% y un valor de 0,35mg/kg además se analizó el pH para conocer si el suelo es básico o ácido en el que se obtuvo como resultado un valor de 8,57 UpH por lo que se manifiesta que el suelo es básico y que sobrepasa los límites permisibles al igual que el cromo por lo que el suelo se encuentra intercambiando con el contaminante, en el anexo 5 se encuentra el análisis de laboratorio B1.

(Fernández y Guzmán , 2000 ). Manifiestan que el estado de oxidación, del cromo determinan largamente la peligrosidad del cromo presente en los suelos. Por ello el conocimiento de los factores

que rigen la forma química del cromo en el suelo es de gran importancia sanitaria y ambiental, en un medio alcalino y en condiciones aerobias, puede ocurrir la oxidación del Cr III a Cr VI. Esta oxidación es más intensa a temperaturas más altas.

A continuación, se muestra en la tabla 11 datos generales del lugar muestreado, nombre del punto muestreado, descripción del lugar, temperatura, técnica de muestreo, instrumento que se utilizó en la toma de muestra, tipo de muestra, código de la muestra, fechas muestreadas características del suelo y área del suelo muestreado, el muestreo se realizó junto al suelo de secado de cueros curtidos.

**Tabla 11: Suelos no contaminados-muestra B2**

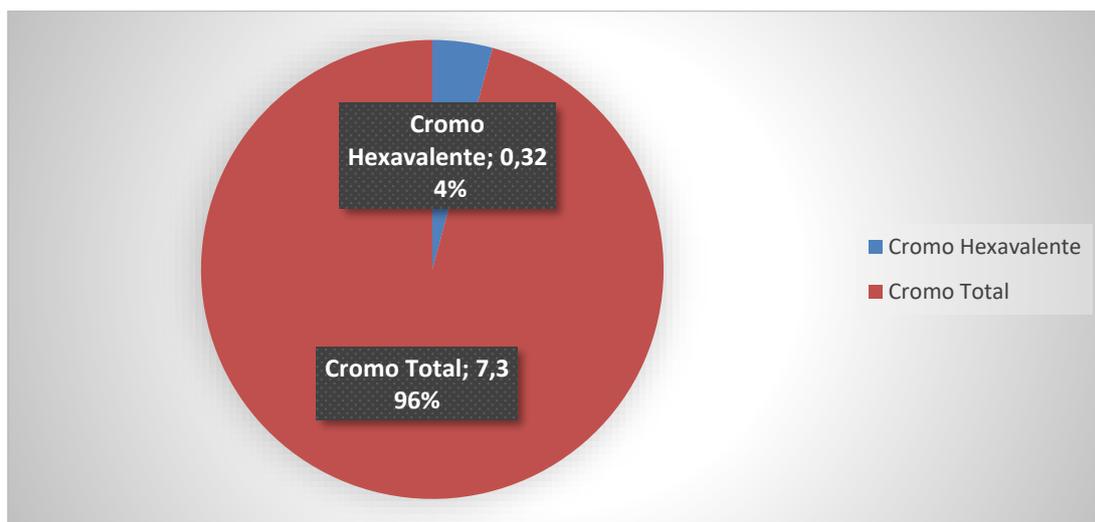
<b>Nombre del punto de muestreo:</b> B2	<b>Operador:</b> Adriana Morales
<b>Descripción de la superficie:</b> suelo con vegetación, de utilización para producción agrícola.	
Temperatura: 20 °C <b>La muestra fue tomada en un día lluvioso.</b>	<b>Código de la muestra :</b> REG TEC 018
<b>Técnica de muestreo:</b> Puntual	<b>Instrumento:</b> Barreno
<b>Profundidad final:</b> 30cm	<b>Tipo de muestra:</b> Compuesta
<b>Fecha de toma de muestra</b>	10 de enero del 2017
<b>Fecha de análisis</b>	Del 12 de enero al 06 de febrero del 2017
<b>CARACTERISTICAS DEL SUELO</b>	
<b>Coloración:</b>	Azulado
<b>Textura:</b>	arcilla 7,14%, limo 30,34%, arena 62,52%
<b>Humedad</b>	50%
<b>Medidas de conservación:</b>	4 °C antes de ser analizado
<b>Área de muestreo:</b>	80m <sup>2</sup>

**Fuente:** (Curtipiel Castro, 2017)

**Elaborado por:** Adriana Morales

## a2. Muestra (B2) de suelos no contaminados

El suelo no contaminado B2 se encuentra ubicado junto al suelo de secado de cueros curtidos, la toma de muestras se lo realizó de acuerdo a la normativa ambiental, a continuación, se muestra los resultados obtenidos en el laboratorio en el que se obtuvo los siguientes resultados:



*Figura 2: Gráfico de resultado de suelo no contaminado (B2) Fuente: Curtipiel Castro , 2017)*

*Elaborado por: Adriana Morales*

En la figura 2 se puede observar las concentraciones obtenidas de cromo total con un porcentaje del 96% siendo un valor de 7,3 mg/kg ;cromo hexavalente con un porcentaje del 4% con un valor de 0,32 mg/kg , además se analizó el pH para conocer si el suelo es básico o ácido en el que se obtuvo como resultado un valor del 8,93 UpH por lo que se determina que el pH es básico ,el cromo cumple con los límites permisibles al igual que el cromo hexavalente, por lo tanto se manifiesta que no está interactuando el contaminante con suelo.. en el anexo 5 se encuentra el análisis de laboratorio B2.

( Galán & Romero , 2004 ). Manifiestan que el suelo actúa en general como una barrera protectora de otros medios más sensibles, filtrando, descomponiendo, neutralizando o almacenando contaminantes y evitando en gran parte su biodisponibilidad. Esta capacidad depuradora del suelo depende de los contenidos en materia orgánica, del pH y textura. Por tanto, para cada situación, el poder depurador del suelo tiene un límite. Cuando se superan esos límites para una o varias sustancias, el suelo funciona como contaminado y es fuente de contaminantes.

### 11.2.2. Suelos Contaminados

Se puede observar en la tabla 14 los datos correspondientes al suelo contaminado (S1) ubicado junto al bombo de curtido en el que se ubica el nombre del punto, descripción. del lugar, temperatura, técnica de muestreo, instrumento que se utilizó en la toma de muestra, tipo de muestra, código de la muestra, las tres fechas de muestreo que fueron en los meses de enero, marzo y mayo, características del suelo y área del suelo muestreado, el muestreo se realizó junto al bombo de cueros de curtición.

**Tabla 12: Suelos contaminados-S1**

<b>Nombre del punto de muestreo:</b> S1	<b>Operador:</b> Adriana Morales
<b>Descripción:</b> suelo cubierto con plantas frutales, ornamentales, con notorio cambio de coloración en sus hojas , además en su superficie se encuentra la presencia de coloración azul.	
<b>Temperatura:</b> 16 a 23 °C, (la primera muestra fue tomada en un día lluvioso, la segunda y tercera muestra en un día soleado)	
<b>Técnica de muestreo:</b> Puntual	<b>Instrumento:</b> Barreno
<b>Profundidad final:</b> 30cm	<b>Tipo de muestra:</b> Compuesta
<b>Código de la muestra :</b> REG TEC 018	<b>Área de muestreo:</b> 65m <sup>2</sup>
<b>Fechas de tomas de muestras</b>	Primera Muestra: 10 de enero del 2017 Segunda Muestra: 08 de marzo del 2017 Tercera Muestra: 12 de mayo del 2017
<b>Fecha de análisis</b>	Primera Muestra: 12 de enero al 06 de febrero del 2017 Segunda Muestra: 08 al 28 de marzo del 2017 Tercera Muestra: 12 al 31 de mayo del 2017
<b>CARACTERISTICAS DEL SUELO</b>	
<b>Coloración:</b>	Azulado
<b>Textura:</b>	arcilla 14,64%, limo 40,34%, arena 45,01
<b>Humedad</b>	50%
<b>Diagnóstico del suelo:</b>	Perdida de materia orgánica Suelo con pH básico Presencia de cromo excesivo Suelo en proceso de oxidación Plantas sin desarrollo Suelo con profundidad azul

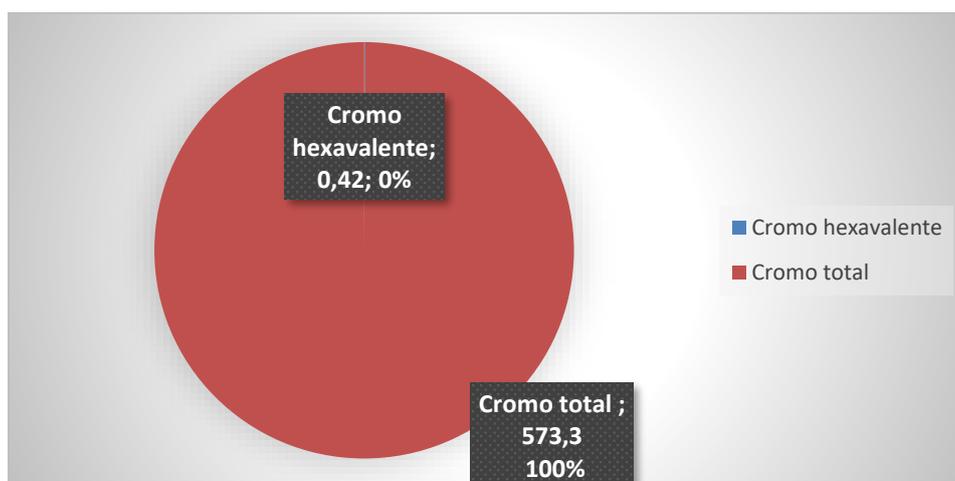
**Fuente:** (Curtipiel Castro, 2017)

**Elaborado por:** Adriana Morales

## b. Suelos contaminados S1

### b1. Primera. muestra (S1) de suelos no contaminados

El suelo contaminado B1 se encuentra ubicado junto bombo de cueros curtidos, un suelo con gran cantidad de humedad, el primer muestreo se realizó el 10 de enero del 2017, el muestreo se realizó de acuerdo a la normativa ambiental, a continuación, se muestra los resultados obtenidos en el laboratorio en el que se obtuvo los siguientes resultados:



**Figura 3: Gráfico de resultado de la primera muestra del suelo contaminado (S1) Fuente:** (Curtipiel Castro , 2017)

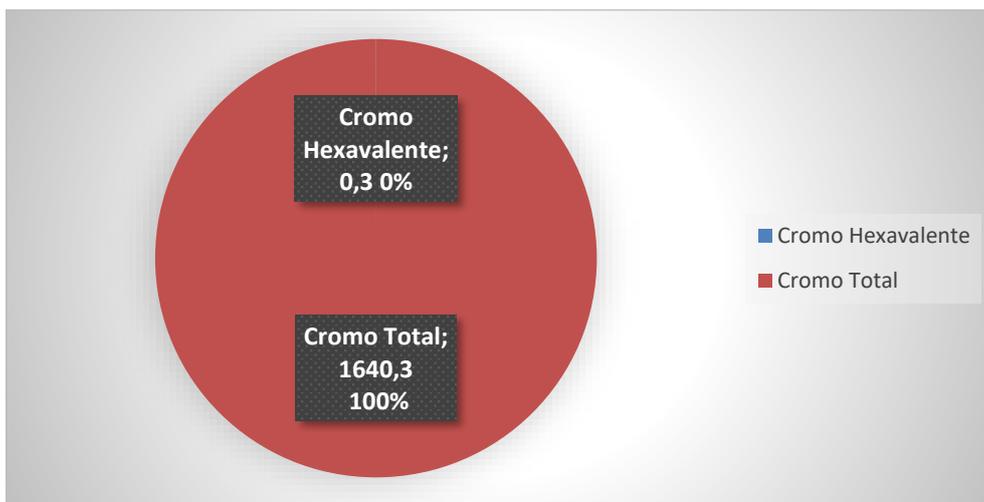
**Elaborado por:** Adriana Morales

En la figura 3 se puede observar las concentraciones de cromo total con un porcentaje del 100% y un valor de 573,3 mg/kg y cromo hexavalente con un porcentaje de 0% y un valor de 0,42mg/kg además se analizó el pH para conocer si el suelo es básico o ácido en el que se obtuvo como resultado un valor de 8,46 UpH por lo tanto se manifiesta que el pH y cromo total sobrepasan los límites permisibles y al haber una excesiva cantidad de cromo se determina que el suelo se encuentra interactuando con el contaminante para formar sus derivados de cromo , ver anexo 5 análisis de laboratorio S1-enero..

(UNESUR, 2016). Manifiesta que el cromo presente en los residuos de piel curtida puede sufrir modificaciones que al tener contacto con el suelo y al ser en manera excesiva, cambiándose a un medio básico tiende a transformarse a cromo hexavalente, en su forma mucho más tóxica de este metal.

## b2. Segunda muestra (S1) de suelos no contaminados

La segunda muestra fue realizada el 08 de marzo del 2017 en donde se realizó el muestreo de cromo total y cromo hexavalente para conocer si habido un incremento en sus concentraciones, posterior de la muestra fue llevado a un laboratorio para su posterior análisis en las que se obtuvo los siguientes resultados:



**Figura 4: Gráfico de resultado de la segunda muestra del suelo contaminado (S1) Fuente:** (Curtipiel Castro , 2017)

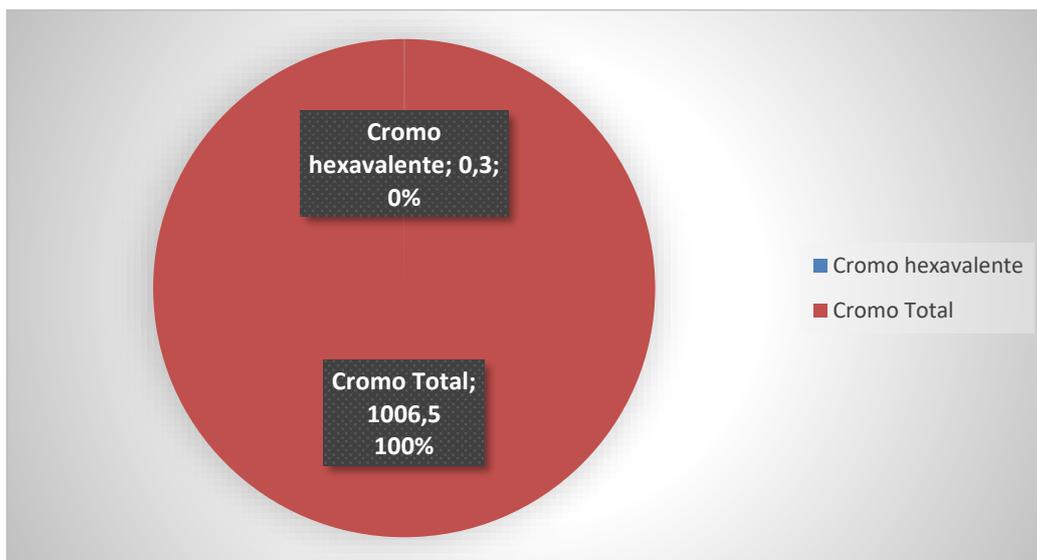
**Elaborado por:** Adriana Morales

En la figura 4 se puede observar las concentraciones de cromo total con un porcentaje del 100% siendo un valor de 1640,3 mg/kg que sobrepasan los límites permisibles y cromo hexavalente con un porcentaje del 0% con un valor de 0,3 mg/kg que cumple con los límites permisibles de acuerdo a la normativa, por lo tanto, al haber una excesiva cantidad de cromo se determina que el suelo se encuentra en proceso de transformación de los derivados del cromo , ver anexo 5 análisis de laboratorio S1-marzo..

(Tegtmeyer, 2016). Manifiesta que la presencia de cromo se ha visto alertado por la posibilidad de que el cromo conlleve a un riesgo de potencia de toxicidad. Para calmar los temores de la sociedad frente a los curtidos con cromo, el hecho de que el cromo pueda oxidarse bajo ciertas condiciones a su peligrosa forma hexavalente representa un riesgo similar al de muchos otros productos químicos orgánicos, los cuales se utilizan en múltiples aplicaciones

### b3. Tercera muestra (S1) de suelos no contaminados

La tercera muestra fue realizada el 12 de mayo del 2017 en donde se realizó el muestreo de cromo total y cromo hexavalente para conocer si habido un incremento en sus concentraciones, posterior de la muestra fue llevado a un laboratorio para su posterior análisis en las que se obtuvo los siguientes resultados:



**Figura 5: Gráfico de resultado de la tercera muestra del suelo contaminado (S1) Fuente: (Curtipiel Castro , 2017)**

**Elaborado por: Adriana Morales**

En la figura 5 se puede observar las concentraciones de cromo total con un porcentaje del 100% con un valor de 1006,5 mg/kg que sobrepasan los límites permisibles y el cromo hexavalente con un porcentaje del 0% que corresponde a un valor de 0,3 mg/kg que cumple con los límites permisibles de acuerdo a la normativa por lo tanto al haber una excesiva cantidad de cromo se determina que el suelo se encuentra en proceso de transformación en sus compuestos de cromo, ver anexo 5 análisis de laboratorio S1-mayo.

**Azario,et.al .(2016).** Manifiesta que el cromo es un metal pesado a menudo, puede existir en numerosos de oxidación., el cromo total y el cromo hexavalente, presentan propiedades químicas diferentes. El cromo hexavalente considerada la especie más tóxica y carcinogénica, un agente oxidante fuerte, se encuentra en estado de oxidación.

Se puede observar en la tabla 13 correspondientes al suelo contaminado (S2) ubicado en el suelo de secado de cueros, en el que se describe lugar, temperatura, técnica de muestreo, instrumento que se utilizó en la toma de muestra, tipo de muestra características del suelo y área del suelo muestreado.

**Tabla 13: Suelos contaminados- S2**

<b>Nombre del punto de muestreo:</b> S2	<b>Operador:</b> Adriana Morales
<b>Descripción de la superficie:</b> suelo de producción agrícola pero la curtiembre lo utiliza para secar los cueros curtidos.	
<b>Temperatura:</b> 20 °C	<b>Humedad:</b> 50%
<b>Técnica de muestreo:</b> Puntual	<b>Instrumento:</b> Barreno
<b>Profundidad final:</b> 30cm	<b>Tipo de muestra:</b> Compuesta
<b>Código de la muestra :</b> REG TEC 018	<b>Área de muestreo:</b> 2400m <sup>2</sup>
<b>Fecha de toma de muestra</b>	<b>Primera Muestra:</b> 10 de enero del 2017 <b>Segunda Muestra:</b> 08 de marzo del 2017 <b>Tercera Muestra:</b> 12 de mayo del 2017
<b>Fecha de análisis</b>	<b>Primera Muestra:</b> 12 de enero al 06 de febrero del 2017 <b>Segunda Muestra:</b> 08 al 28 de marzo del 2017 <b>Tercera Muestra:</b> 12 al 31 de mayo del 2017
<b>CARACTERISTICAS DEL SUELO</b>	
<b>Coloración:</b>	Azulado
<b>Textura:</b>	arcilla 12,59%, limo 22,27%, arena 65,14%
<b>Componentes antropogénicos:</b>	Perdida de materia orgánica Suelo con pH básico Presencia de cromo

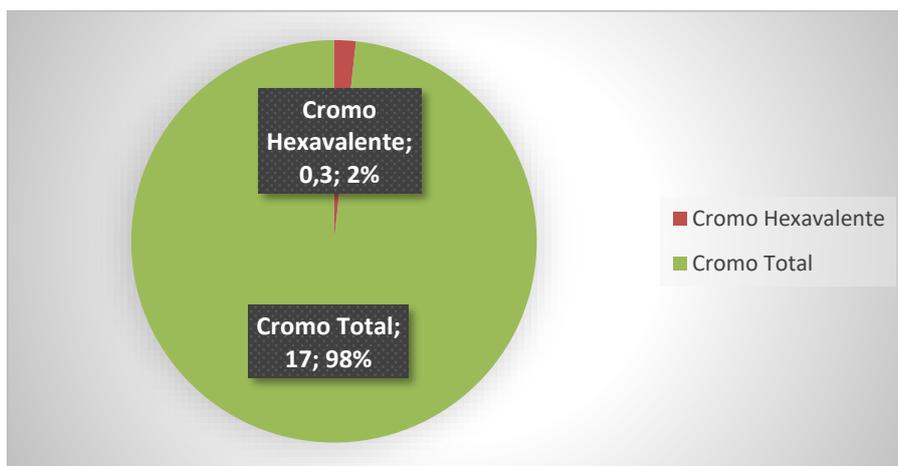
**Fuente:**(Curtipiel Castro, 2017)

**Elaborado por:** Adriana Morales

### c. Suelos contaminados S2

#### c1. Primera muestra (S2) de suelos contaminados

El suelo contaminado S2 se encuentra en el suelo de secado de cueros curtidos, el primer muestreo se realizó el 10 de enero del 2017, se realizó de acuerdo a la normativa ambiental, a continuación, se muestra los resultados obtenidos en el laboratorio en el que se obtuvo los siguientes resultados:



**Figura 6: Gráfico de resultado de la primera muestra del suelo contaminado (S2) Fuente: (Curtipiel Castro , 2017)**

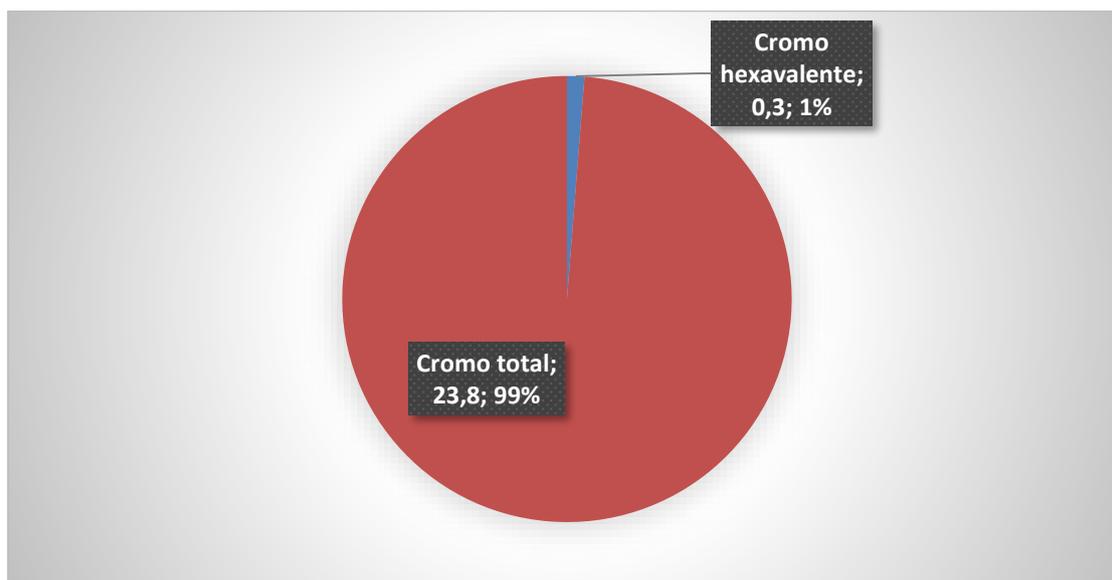
**Elaborado por:** Adriana Morales

En la figura 6 se puede observar las concentraciones de cromo total con un porcentaje del 98%, siendo un valor de 17 mg/kg, que sobrepasan los límites permisibles y cromo hexavalente con un porcentaje del 1%, con un valor de 0,42mg/kg, además se analizó las concentraciones del pH, para saber si el suelo se encuentra básico o ácido y se determinó con una concentración de 8,74 UpH que el suelo es básico y que sobrepasa los límites, ver anexo 5 análisis de laboratorio S2-enero.

(Chávez, 2016). Manifiesta que, en los suelos, el Cromo es relativamente inmóvil debido a su gran capacidad de adsorción en los suelos, pero el Cr<sup>6+</sup> es muy inestable. La oxidación puede ocurrir en presencia de excesivo cromo en suelos frescos y húmedos y en condiciones levemente básica, aunque el Cr<sup>3+</sup> (en muy bajas dosis) constituye un micro elemento esencial en los animales, el Cr<sup>6+</sup> es no esencial y tóxico en concentraciones bajas; por lo cual deben controlarse las actividades antrópicas que liberan Cromo total.

## c2. Segunda muestra (S2) de suelos contaminados

La segunda muestra fue realizada el 08 de marzo del 2017 en donde se realizó el muestreo de cromo total y cromo hexavalente, para conocer si habido un incremento en sus concentraciones, posterior de la muestra fue llevado a un laboratorio para su posterior análisis en las que se obtuvo los siguientes resultados:



**Figura 7: Gráfico de resultado de la segunda muestra del suelo contaminado (S2) Fuente: (Curtipiel Castro , 2017)**

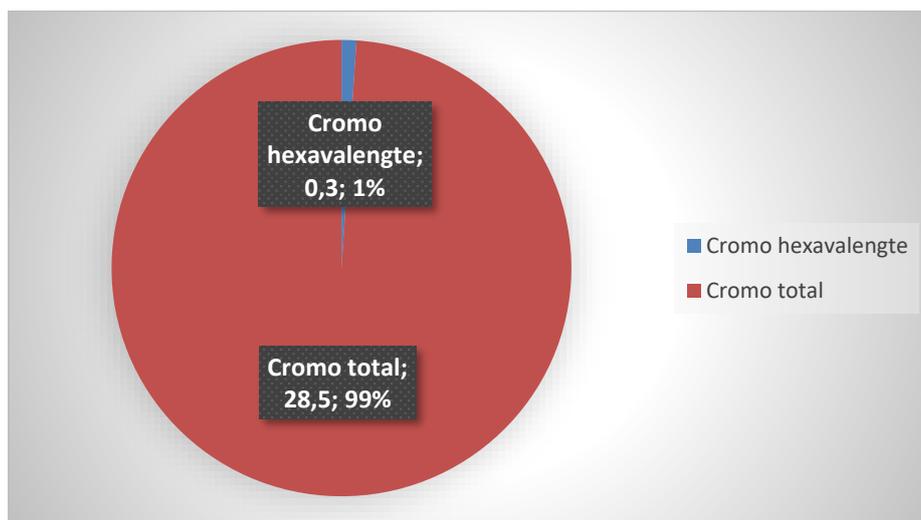
**Elaborado por:** Adriana Morales

En la figura 7 se puede observar las concentraciones de cromo total con un porcentaje del 99% , con un valor de 23,8 mg/kg que sobrepasan los límites permisibles y cromo hexavalente con el 1%, con un valor de 0,3 mg/kg que cumple con los límites permisibles de acuerdo a la normativa, por lo tanto al haber una excesiva cantidad de cromo se determina que el suelo se encuentra en proceso de transformación en los compuestos del cromo, ver anexo 5 análisis de laboratorio S2-marzo.

(Diez, 2016). Manifiesta que el cromo es uno de las principales fuentes de contaminación del suelo este tipo alcanzan niveles que superan los límites propuestos, causando frecuentemente efectos tóxicos. Se estima, por ejemplo, que el aporte de metales como cromo son derivados de actividades industriales.

### c3. Tercera muestra (S2) de suelos contaminados

La tercera muestra fue realizada el 12 de mayo del 2017 en donde se realizó el muestreo de cromo total y cromo hexavalente, para conocer si habido un incremento en sus concentraciones, posterior de la muestra fue llevado a un laboratorio para su posterior análisis en las que se obtuvo los siguientes resultados:



**Figura 8:** Gráfico de resultado de la tercera muestra del suelo contaminado (S2) Fuente: (Curtipiel Castro , 2017)

**Elaborado por:** Adriana Morales

En la figura 8, se puede observar las concentraciones de cromo total ,con un porcentaje del 99% con un valor de 28,5 mg/kg que sobrepasan los límites permisibles y el cromo hexavalente con un porcentaje del 1 % ,siendo un valor de 0,3 mg/kg que cumple con los límites permisibles de acuerdo a la normativa, por lo tanto al haber una excesiva cantidad de cromo se determina que el suelo se encuentra en proceso de oxidación en sus diferentes compuestos del cromo en el anexo 5 se encuentra el análisis de laboratorio S2-mayo.

(Bonilla, 2015). Manifiesta que la utilización de metales pesados es altamente difundida por lo que se a desarrollado un grave problema de contaminación en el suelo y por medio de estos afectar al hombre por lo tanto es necesario utilizar alternativas que mantengan las condiciones físicas y biológicas del suelo.

A continuación en la tabla 14 se describe la identificación general de los efectos que ha producido el exceso de cromo en el suelo como descripción del suelo, características en las que se encuentra , la cantidad de radiación solar que absorbe debido a que al existir un exceso de cromo, es un factor que permite la transformación del suelo en cromo y sus derivados

**Tabla 14:** Ficha general de identificación de efectos producidos por el cromo en el suelo

<b>EFFECTOS PRODUCIDOS POR EL CROMO EN EL SUELO</b>	
<b>Descripción del lugar muestreado</b>	Ubicado en Curtipiel Castro, suelo utilizado para sembrar plantas frutales y ornamentales, se encuentra junto a los bombos de curtición después de cada curtición los cueros son escurridos y son vertidos los restos de agua con cromo en el suelo, desde hace un año han tratado de tomar medidas para prevenir el contacto de aguas contaminadas con el suelo en la curtiembre sin embargo no es de su cuidado total.
<b>Descripción del suelo</b>	El suelo se encuentra por lo general mojado, de color azulado, existen restos de cueros curtidos, con los análisis realizados el suelo tiene un pH básico por lo que es vistoso la pérdida de la materia orgánica, y está impulsando a la oxidación ver figura 11 del anexo 3 coloración azulada del suelo , existe presencia de cromo, lo que indica que el suelo se está degradando, aún no existe en su totalidad la degradación total por lo que estamos a tiempo de prevenir la erosión del suelo y de poder recuperarlo , ver en figura 12 del anexo 3 cambio de coloración en la vegetación.
<b>Características del suelo</b>	No contiene suficiente materia orgánica Fácil filtración Capa compacta en destrucción Pérdida del color normal del suelo Mal Olor pH básico Cromo en límites no permisibles Suelo en oxidación
<b>Cantidad de radiación solar</b>	La cantidad de radiación solar es variable por las condiciones climáticas.

**Tabla 15: Ficha general de identificación de efectos producidos por el cromo en el suelo  
(continuación)**

<b>Textura del suelo</b>	<b>Nombre del suelo muestreado</b>	<b>Porcentaje de textura de suelo</b>	<b>Tipo de textura del suelo</b>	<b>Características del tipo de textura del suelo</b>
Se indican los porcentajes de tipo de suelo analizados en el laboratorio y se indica el tipo de textura del suelo analizado de acuerdo al triángulo de texturas , ver en figura 13 del anexo 3 triángulo del tipo de textura del suelo.	<b>SUELO TESTIGO B1</b>	arcilla 13,80% limo 40,63% arena 45,57%.	Franco	Partes superficiales del terreno, suelo de elevada productividad agrícola, en virtud de su: textura relativamente suelta. <b>(Cochrane, 2015)</b>
	<b>SUELO TESTIGO B2:</b>	arcilla 7,14% limo 30,34% arena 62,52%	Franco Arenoso	Tienen una mayor cantidad de partículas de arena, lo cual significa que este tiene partículas más grandes que aquellos que son menos arenosos, estas tienen un diámetro de 0,05 a 2,0 milímetros. <b>(Cochrane, 2015)</b>
	<b>SUELO CONTAMINADO S1</b>	arcilla 14,64% limo 40,34% arena 45,01	Franco	Partes superficiales del terreno, suelo de elevada productividad agrícola, en virtud de su: textura relativamente suelta. <b>(Cochrane,2015)</b>

**Tabla 15: Ficha general de identificación de efectos producidos por el cromo en el suelo  
(continuación)**

	<b>SUELO CONTAMINADO S2:</b>	arcilla 12,59% limo 22,27% arena 65,14%	Franco Arenoso	Tienen una mayor cantidad de partículas de arena, lo cual significa que este tiene partículas más grandes que aquellos que son menos arenosos, estas tienen un diámetro de 0,05 a 2,0 milímetros. <b>(Cochrane,2015)</b>
<b>Tipo de plantas sembradas</b>	Frutales y ornamentales.			
<b>Estado de las plantas</b>	En poco desarrollo			
<b>Estado de la capa de suelo</b>	Sin fácil filtración del agua			
<b>Número de cueros curtidos durante 6 meses</b>	48.000 cueros			
<b>Cumple con los límites permisibles</b>	El cromo total y pH no cumple con los límites permisibles lo que significa que existe proceso de transformación en el suelo.			
<b>Análisis</b>	Es necesario realizar una prevención y recuperación del suelo antes de llegar a la oxidación y pérdida total del suelo, a continuación se establecen estrategias de control y mitigación.			

**Elaborado por:** Adriana Morales

## 12. IMPACTOS (TECNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONOMICOS):

Se evalúan los impactos técnicos, ambientales, socioeconómicos producido por el curtido de cueros.

*Tabla 15: Matriz de Importancia-Curtiduría Curtipiel Castro*

MATRIZ DE IDENTIFICACION DE IMPACTOS								
Aspecto	Factor Ambiental	Factores Afectados	Acciones Impactantes					TOTAL
			A	B	C	D	E	
			Cromo total	pH básico	Cromo hexavalente	Perdida de materia orgánica	Deterioro	
TECNICO	Medio Perceptual	Paisaje						SEVERO
AMBIENTAL	Suelo	Calidad del suelo						SEVERO
		Flora						SEVERO
SOCIO-ECONOMICO	Humanos	Calidad de vida						SEVERO
		Medidas preventivas de los trabajadores en la curtiembre		N.A		N.A	N.A	SEVERO
		Enfermedades en los trabajadores		N.A		N.A	N.A	SEVERO

**Elaborado por:** Adriana Morales

El factor paisaje se encuentra afectado por la concentración alta de cromo, pH básico, pérdida de materia orgánica por lo que existe un deterioro en cuanto a la vegetación, por esta razón se lo ha calificado como severo por lo que es posible su remediación por medio de técnicas y estrategias para recuperación, mientras que el cromo hexavalente se encuentra en calificación moderado debido a que no se encuentra la existencia de cromo hexavalente por el momento.

El suelo se encuentra en condiciones inadecuadas porque existe el cambio de coloración en el suelo, pérdida de materia orgánica y por lo tanto esto ayuda a un deterioro continuo en el suelo por eso se obtuvo una calificación de severo.

En cuanto a la flora, es notorio el cambio en el desarrollo de las plantas, el cambio de coloración, por lo que se estima las malas condiciones del suelo que al encontrarse con exceso de cromo y en proceso de oxidación el sistema radicular de las plantas empieza a sufrir daños y causa de ello inciden al desarrollo de la planta.

En la calidad de vida de las personas que se encuentran cerca de la curtiembre no es debidamente adecuada se puede sentir el mal olor, el escurrido del cuero no es realizada con las debidas precauciones debido a que cierta cantidad de agua es escurrida directamente hacia el suelo por esta razón no puede ser de uso para su cultivo por la cantidad de cromo que se encuentra, las plantas no tienen un buen desarrollo por esta razón se encuentra en calificación severo.

Las medidas preventivas en los trabajadores no son las debidas es necesario llevar la debida protección personal como guantes, mascarilla. gafas debido a que el olor es alto y el contacto con las sustancias químicas son toxicas. por esta razón tiene la calificación de severo, en la tabla 1 del anexo 4 se encuentra la tabla de identificación de impactos ambientales.

## 13. ESTRATEGIAS DE CONTROL Y MITIGACION

### 13.1. Estrategia 1: medidas adecuadas para el secado de cueros

#### 13.1.1. Descripción

El secado de cueros curtidos se lo deberá realizar en alambres en un suelo impermeabilizado de manera que el agua con cromo no sea absorbida por el suelo, y pueda ser captada por la planta de tratamiento que posee Curtipiel Castro.

#### 13.1.2. Proceso

Colocar alambres en un lugar con el suelo impermeabilizado

Colgar los cueros curtidos en los alambres

Dejar secar los cueros en los alambres por ningún motivo secarlos en el suelo

#### 13.1.3. Presupuesto

*Tabla 16: Presupuesto de la primera estrategia*

RECURSOS		PRESUPUESTO PARA LA PRIMERA ESTRATEGIA			
		Cantidad	Unidad	Valor Unitario	Valor Total
MATERIALES	Alambre	70 metros	1 metro	2 dólares	14 dólares
	Clavos	280 clavos	1 clavo	0,5 centavos	14 dólares
	Martillo	2 martillos	1 martillo	5 dólares	10 dólares
<b>SUBTOTAL</b>					38
<b>OTROS</b>					10
<b>SUBTOTAL</b>					48
<b>12%</b>					5.76
<b>TOTAL</b>					53.76

**Elaborado por:** Adriana Morales

## 13.2. Estrategia 2: Mecanismos de interacción con cromo y aplicaciones biotecnológicas con hongos

### 13.2.1. Descripción:

Las propiedades de algunos microorganismos para tolerar y reducir Cr hacen posible su aplicación en procesos biotecnológicos enfocados a la detoxificación del mismo. Se ha descrito la reducción de Cr en bacterias y hongos aislados de ambientes contaminados con el mismo. (Calder ,2015).

Las levaduras como *Cándida Utilis* y *Candida Maltosa* , mostraron capacidad para reducir el Cr y la acumulación del mismo en la biomasa. Reportes recientes han analizado la captura y acumulación de cromo por diferentes hongos filamentosos. (Calder ,2015).

Los hongos son organismos que poseen propiedades fundamentales de biotransformar. (Gadd, 2015). Dentro de las células microbianas el cromo puede ser reducido por sistemas reductores, como *Candida Maltosa*, *Saccharomyces Cerevisiae*, *Candida* sp, así como *Lecythophora* sp. Entre los hongos filamentosos se han descrito cepas de *Aspergillus* sp, *Penicillium chrysogenum*, *Penicillium* sp y *Aspergillus Versicolor* ,ver figura 14 del anexo 3 mecanismos de interacción con cromo en células fúngicas. Ramirez,et.al. (2016).

### 13.2.2 . Métodos para utilizar las bacterias, levaduras:

- a) Excavación del suelo de 50 cm de la parte contaminada
- b) Colocación de una capa de arcilla de 5cm de espesor como sistema impermeabilizable en la parte inferior de la excavación.
- c) Adición de carbonato de calcio con una capa de 1cm de espesor este material tiene la función de estabilizar la arcilla para evitar para evitar su erosión por procesos hidrogeológicos
- d) A continuación, colocar vegetación seca de especies nativas (no invasivas) para crear un ambiente orgánico óptimo en donde el proceso de descomposición bacteriano se adapte al sistema haciendo que se descomponga con mayor facilidad el cromo.
- e) Colocar la tierra contaminada que fue excavada. Ramirez,et.al. (2016).
- f) Remover el suelo y colocar agua, puede ser tres veces por semana tomando en cuenta que el suelo siempre tiene que estar constantemente húmedo durante cinco meses

- g) Añadir al material contaminado aserrín, luego agregar 2 litros de bacterias diluidas en 80 galones de agua (hasta causar inundación en el suelo) y 3 tazas de azúcar morena para activar a las bacterias, tapar la celda con plástico negro para mantener la temperatura, al pasar los días se observará que la micro fauna desaparecerá debido a las inundaciones del lugar), pero aparecerá nuevas formas de vida como *Stylommatophora* (babosas) posterior evacuar el agua mediante baldes
- h) Mezclar con aserrín para oxigenar el suelo y anular cualquier rastro de contaminante y humus luego adicionar vegetación viva y seca del árbol como el samán la primera como aportación de hidrógeno para evitar que se evapore rápidamente ayudando a oxigenar el suelo y la segunda para ser degradadas por microorganismos
- i) Tapar con especies secas de las especies nativas para retener la humedad
- j) Luego se obtendrá la presencia de lombrices en grandes cantidades
- k) El material remediado se debe mezclar con humus antes de sembrar
- l) Sembrar especies como maíz para que absorban el resto de material contaminado como Fito remediación, cubrir con especie nativa seca para detener la humedad y así evidenciar el crecimiento rápido de la especie, una vez terminada su tiempo de siembra, el suelo está listo para ser cultivado nuevamente.
- m) El maíz debe ser incinerado y las cenizas deben colocarse en un vertedero para desechos peligrosos. **(García, 2001)**

### 13.2.3. Presupuesto

A continuación, se da a conocer el presupuesto para la elaboración de la estrategia 2

*Tabla 17: Presupuesto de la segunda estrategia*

RECURSOS		PRESUPUESTO PARA LA SEGUNDA ESTRATEGIA			
		Cantidad	Unidad	Valor Unitario	Valor Total
MATERIALES	Arcilla	2 quintales	1quintal	50dólares	100 dólares
	Carbonato de calcio	22 Kg	1Kg	0.2 ctvs.	4.40 dólares
	Especies nativas Maíz	50 semillas	1 semilla	0.20	10 dólares
	Aserrín	5 quintales	1 quintal	2 dólares	4 dólares
	Plástico negro	70 metros	1 Metros	0.70 ctvs	49 dólares
	Bacterias	2Kg	1Kg	200dólares	400 dólares
	Humus	2 quintales	1Quintal	5 dólares	10 dólares
	HERRAMIENTAS	Azadón	2	1	10 dólares
Pala		2	1	10 dólares	20 dólares
Carretilla		2	1	20 dólares	40 dólares
<b>SUBTOTAL</b>					657.40
<b>OTROS</b>					30
<b>SUBTOTAL</b>					687.40
<b>12%</b>					82.40
<b>TOTAL</b>					769.88

**Elaborado por:** Adriana Morales

### **13.3. Estrategia 3: Fitoremediación-Fitoextracción de metales**

#### **13.3.1. Descripción**

La Fito remediación de contaminantes metálicos de suelos es hasta la fecha, uno de los campos con mayores avances científicos y tecnológicos. Durante este proceso, el contaminante debe encontrarse biodisponible para que la absorción por la raíz pueda ocurrir. La translocación (movimiento) del contaminante desde la raíz a los brotes de la planta, hace que el tejido pueda cultivarse fácilmente y disminuye la exposición de los trabajadores. En la práctica, las plantas acumuladoras de metales se siembran o trasplantan al sitio contaminado y se cultivan con prácticas agrícolas comunes. **(Marzluf, 2015).**

**13.3.2. Fitoextracción.** -Conocida también como Fito acumulación es la captación de metales contaminantes por las raíces de las plantas y su acumulación en tallos, en algunas plantas consume cantidades extraordinarias de metales en comparación con otras.

Se puede determinar que varias especies de plantas tienen la capacidad de absorber la cantidad de cromo del suelo, pero un estudio realizado en el maíz determina que es el de mayor capacidad de absorción de cromo. **Orozco,et.al. (2015)**

De acuerdo a un estudio realizado se manifiesta que el sembrar plantas de maíz absorbe gran cantidad de cromo y que evita que el suelo se siga oxidando al absorber cromo acumulan en las raíces el 71% del total de cromo y el tallo el 29%; en los primeros 20 días. A los 40 días las raíces acumulan 60 %, el tallo 22 %, las hojas el 18 %. A los 60 días acumulan 74 % las raíces 22 % el tallo y 4 % las hojas y a los 80 días las raíces acumulan el 98 % del total del cromo. **Orozco,et.al. (2015)**

Las raíces de las plantas de maíz, acumulan la mayor cantidad de cromo que en las otras partes de la planta. Con lo que se puede confirmar que el maíz es una planta hiper acumuladora de metales; ya que, la mayor parte se acumula en las raíces impidiendo que el metal se transloque a las partes aéreas de las plantas de maíz. **(Buchanan , 2000).**

### **13.3.3. Metodología del proceso**

- a) Proceso de pos cosecha/concentración (vía microbiana, térmica o química)
- b) Recuperación o disposición
- c) Cosecha
- d) Translocación hacia una parte cosechable
- e) Captación por la raíz
- f) Adición de compuestos que aumentan la disponibilidad del contaminante. **(Volke, 2015).**

### **13.3.4. Mecanismos de fitorremediación**

Entre las diversas categorías de la fitorremediación para suelo con contaminado con cromo se destaca Fito extracción. **(Freeman , 2015).**

Se seleccionarán una de las plantas que se nombraran a continuación propias para absorber cromo, se plantan en el lugar contaminado, después de un tiempo cuando las plantas han crecido se cortan o incineran y se deja que se transforme en abono vegetal para reciclar los metales. Este procedimiento se puede repetir la cantidad de veces que sea necesario para reducir la contaminación de contaminantes en el suelo. Si las plantas se incineran las cenizas deben colocarse en un vertedero para desechos peligrosos. A continuación, se dan a conocer las especies de plantas propias para absorber cromo. **(Volke, 2015).**

En la tabla 20 se da a conocer el tipo de especies que son capaces de absorber gran cantidad de cromo del suelo, se encuentran con su nombre científico, común, características, aportación y precio.

**Tabla 18:** Especies que eliminan cromo en el suelo

<b>ESPECIES QUE ELIMINAN CROMO EN EL SUELO</b>				
<b>NOMBRE CIENTIFICO</b>	<b>NOMBRE COMUN</b>	<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>APORTACION</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>
<i>Baccharis salicifolia</i>	Chilca	Mide entre 0.8 a 2m de altura. El tallo es leñoso y granuloso, hojas alargadas y rectas. (UNESUR,2016).	Eliminación de cromo	<b>0,10 ctvs.</b>
<i>Gynerum sagittatum</i>	Girasol	De color amarillo miden de 2,5 cm a 3cm, los frutos son ovalados.(UNESUR, 2016)..	Eliminación de cromo	<b>0,20 ctvs.</b>
<i>Medicago sativa</i>	Alfalfa	Alcanzan un tamaño de 30cm a 60 cm, racimo pedunculado, el pedúnculo mucho más largo que el peciolo. (UNESUR, 2016).	Eliminación de cromo	<b>0,10ctvs</b>
<i>Zea mays</i>	Maíz	Hojas largas, tallo con tipo de carrizo o bambú, de forma tradicionales se puede convertir en abono y absorber nutrientes. (UNESUR,2016).	Eliminación de cromo	<b>0,10ctvs</b>

**Fuente:** UNESUR,2016

**Elaborado por:** Adriana Morales

### 13.3.5. Presupuesto

*Tabla 19: Presupuesto de la tercera estrategia*

RECURSOS		PRESUPUESTO PARA LA PRIMERA ESTRATEGIA			
		Cantidad	Unidad	Valor Unitario	Valor Total
MATERIALES	Especies de plantas	100	1	0,10 ctvs.	10 dólares
HERRAMIENTAS	Azadón	2	1	10 dólares	20 dólares
	Pala	2	1	10 dólares	20 dólares
SUBTOTAL					50 dólares
OTROS					10 dólares
SUBTOTAL					60 dólares
12%					7.20 dólares
TOTAL					67.20 dólares

**Elaborado por:** Adriana Morales

## **13.4. Estrategia 4: Reciclaje de baños de pelambre**

### **13.4.1. Descripción**

La instalación de un filtro purifica el efluente y se reutiliza por tres veces más en los bombos de curtido, esta máquina separa el pelo y el agua de pelambre, dándose la deshidratación y compactación del material retenido, para la reducción del volumen y costos de eliminación. El pelo se recolecta en tanques para su posterior tratamiento, y el agua se puede reingresar nuevamente al bombo al proceso de pelambre, el agua como muestra final se recolecta cuando se acaba todo el proceso es decir en un transcurso de 16 a 22 horas. **(Romero, 2002).**

### **13.4.2. Metodología del proceso**

Para realizar la separación del pelo con el agua de curtido se necesita implementar en el bombo una tubería para que pueda verter el agua en un tanque que contenga malla, el tanque podría ser de 2mx2mx5m de manera que toda el agua del bombo filtrada pueda ser depositada en el tanque, una vez que se haya realizado la respectiva separación deberá ser regresada hacia el bombo por medio de una bomba eléctrica. **(Bonilla, 2015).**

La instalación de este sistema se deberá realizar en cada proceso de curtición lo cual permitirá reutilizar el agua de curtido para que así se utilice en menor cantidad el cromo, y evitar que el agua sea vertida o escurrida en el suelo. **(EPA,200)**

En estudios realizados en INESCOP, se verificó la viabilidad de reciclaje de los baños de curtición, comprobando que después de siete ciclos el baño se estabiliza, manteniéndose constante las concentraciones de los parámetros analizados, siendo necesario solo añadir una fracción de reactivos para lograr la concentración deseada. **(Gonzales ,2016)**, ver figura 2 del anexo 2 sistema para reciclar baños de curtido.

### 13.4.3. Presupuesto

A continuación, se da a conocer el presupuesto para la elaboración de la estrategia 4

*Tabla 20: Presupuesto de la tercera estrategia*

RECURSOS		PRESUPUESTO PARA LA PRIMERA ESTRATEGIA			
		Cantidad	Unidad	Valor Unitario	Valor Total
MATERIALES	Bomba	1	1	200 dólares	200 dólares
	Válvula	10 válvulas	1	20 dólares	200 dólares
	Manguera	10 metros	1metro	10 dólares	100 dólares
	Malla	20 metros	1metro	2,50 dólares	50 dólares
	Tubos	60 metros	6metros	6 dólares	60 dólares
INSTALACION	Técnico	1	1	300 dólares	300 dólares
<b>SUBTOTAL</b>					910 dólares
<b>OTROS</b>					30 dólares
<b>SUBTOTAL</b>					940 dólares
<b>12%</b>					112.80dólares
<b>TOTAL</b>					1052,80dólares

**Elaborado por:** Adriana Morales

## 14.PRESUPUESTO DEL PROYECTO

*Tabla 21:* Presupuesto del proyecto

RECURSOS	PRESUPUESTO PARA LA ELABORACION DEL PROYECTO			
	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
<b>EQUIPOS</b>				
Laptop	500 horas	1	0.30	150
Cámara fotográfica	20 horas	1	0.50	10
<b>HERRAMIENTAS</b>				
Barreno	20 Horas	1	60	60
<b>MATERIALES</b>				
Bolsas plásticas	20 Unidades	1	0,50	10
Cooler	1Unidad	1	40	40
Etiquetas	8Unidades	1	0,25	2.00
Libretas de campo	1Unidad	1	3.00	3.00
Cinta de marcar	1Unidad	1	3.00	3.00
<b>TRANSPORTE</b>	300	1	0.30	90
<b>EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL</b>				
Casco	1	1	10.00	10.00
Botas de caucho	1	1	25.00	25.00
Mascarilla	1	1	2.00	2.00
Guantes	1Unidad	1	2.00	2.00
Gafas	1	1	10.00	10.00
<b>INSUMOS DE OFICINA</b>				
Impresiones	500	1	0,10	50.00
Copias	400	1	0,03	12.00

**Elaborado por:** Adriana Morales

**Tabla 22:** Presupuesto del proyecto  
(Continuación)

<b>ANALISIS EN EL LABORA TORIO</b>	<b>Cr total</b>	8	1	15.00	420.00
	<b>Cr<sup>6+</sup></b>	8	1	15.00	
	<b>Ph</b>	4	1	6.00	
	<b>Tipo de suelo</b>	4	1	39.00	
<b>SUBTOTAL</b>					899
<b>OTROS</b>					30
<b>SUTOTAL</b>					929
<b>14%</b>					130.06
<b>TOTAL</b>					1059,06

**Elaborado por:** Adriana Morales

## **15.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **15.1. CONCLUSIONES**

Las concentraciones en el suelo testigo en (B1) se obtuvo un valor de 8,57 UpH ; 0,35mg/kg de cromo hexavalente ; 53,4 mg/kg de cromo total, en el suelo testigo en (B2) las concentraciones de pH son un valor de 8,93 UpH ; 0,32 mg/kg en cromo hexavalente; 7,3mg/kg en cromo total y de la muestra de suelo contaminado en (S1) con un valor de 8,46 UpH ; 0,42 mg/kg en cromo hexavalente; 573,3mg/kg en cromo total, de la muestra del suelo contaminado en (S2) un valor de 8,74 UpH ;0,30 mg/kg en cromo hexavalente;17,0 mg/kg en cromo total de los cuales se determina que las concentraciones de cromo total y pH no cumple con los límites permisibles como lo estipula la normativa ambiental.

En las muestras de suelos S1 y S2 analizados no existe concentraciones que sobrepase los límites permisibles del cromo. Se identificó los efectos que causa el cromo en el suelo y flora de acuerdo a las concentraciones altas del mismo, los valores de pH de las diferentes muestras poseen un valor de pH básico por lo que ayuda al proceso de pérdida de materia orgánica y procesos de oxidación en el recurso suelo ,los efectos que se producen a continuación de estos procesos son plantas que sufren transformaciones desde el sistema radicular causando un mal desarrollo en la flora, además existe cambio en la coloración de sus hojas e incluso la pérdida de la vegetación y presenta coloración azul en el suelo por el incremento de cromo.

Se han propuesto estrategias de mitigación y control en el uso del cromo para reducir la contaminación en el suelo de la empresa Curtipiel Castro en base a los valores obtenidos en la investigación, por lo que sus efectos son evidentes ya que afecta a todos los recursos naturales.

## **15.2. RECOMENDACIONES**

Realizar un manejo adecuado en el secado de cueros, procurando no hacerlo directamente al suelo por lo que se deberá impermeabilizarlo, para que no se contamine el suelo aledaño

Incorporar especies vegetales propias del lugar especializadas en la absorción de cromo que ayude a disminuir la cantidad de este metal que se encuentra afectando al recurso suelo.

Incinerizar las especies vegetales utilizadas en la absorción del cromo y luego considerarlo como desechos peligrosos, y entregar a un gestor autorizado para su tratamiento y disposición final de estos residuos peligrosos.

Reutilizar el agua del baño de curtido para reducir el uso excesivo de cromo en este proceso, ya que ayudaría a disminuir los impactos ambientales en los diferentes recursos naturales.

## 16. BIBLIOGRAFIA

Azario Ricardo, Sazario Ricardo, Salvarezza Susana, Ibarra Alexis y García María. (2016). Efecto del Cromo Hexavalente y Trivalente sobre el Crecimiento de Escherichia coli ATCC35218.

Scielo,21(1),51-56.

Bonilla, María. (2015). Estudio para tratamientos de bioremediacion de suelos contaminados con metales pesados utilizando el método de biorremediacion. (Tesis Ingeniería). Universidad politécnica Salesiana. Quito. Ecuador.

Buchanan. (2000). Nitrate and other compounds serve as signals to regulate NR gene expression. *Biochemistry and molecular biology of plants* , 820-822.

Calder. (2015). Chromiun contamination of groundwater In Nriagu. *Chromiun in the nature and human enviroment* , 15-18.

Chávez , Alvaro.(2016). Descripcion de la nocividad del cromo proveniente de la industria de curtiembre yde las posibles formas de removerlo. *Ingenierias*, 42-46.

Casas ,Raquel. (2016). *El suelo de cultivo y las condicones climaticas* . España: Paraninfo.

Centro de promocion de tecnologias sostenibles. (2016). *Guia tecnica de produccion mas limpia*. Bolivia: La Paz.

Centro Nacional de Producción más Limpia y Tecnologías Ambientales. (2015). Manual Ambiental Sectorial: Proyecto Gestión Ambiental de Curtiembres. Medellín: Colombia.

Cerón Pamela. (2016). *Estudio de un sistema físico-químico a escala prototipo de tratamiento de aguas residuales provenientes de una curtiembre*. (Tesis inédita de ingeniería). Universidad San Francisco de Quito. Ecuador.

Cochrane ,Tomas . (2015). Analisis de suelos y plantas tropicales. 20-23.

Diez Javier. (2016). Fito corrección de suelos contaminados con metales pesados: Evaluación de plantas tolerantes y optimización del proceso mediante prácticas agronómicas. (Tesis doctoral). Universidad de Santiago de Compostela. Galicia, España.

Ecología-SEMARNAP, I. N. (2016). Manual de procedimientos para el manejo adecuado de residuos de la curtiduría. *Chromium and nickel*, 125-150.

Elika.(2014).<https://www.mendeley.com/viewer/?fileId=08072135-0ade-99c7-76aa-b02f630ebf4e&documentId=47fdc519-fb0f-3036-b525-fdcb86d187f1> . Obtenido de Mendeley.

Esparza, E.& Gamboa, N. (2016). *Contaminación debida a la industria Curtiembre. Química*, (15),41-53

Espín Eduardo. (2013). *Efectos de la contaminación del suelo en la productividad de cinco sectores agrícolas de la Parroquia de Tumbaco*. (Tesis inédita de ingeniería). Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador.

EPA, U. (2000). Site characterization for subsurface remediation. *Center for environmental research information office*, 259.

Eweis JBS. (2015). Bioremediation principles McRaw. *Hill International* , 296.

Fernández Guillermina y Guzmán Aldo.(2000).Presencia Antropogénica de cromo (Cr) en el Ambiente y su impacto en la salud de los pobladores: *Centro de Investigaciones Ecogeográficas y Ambientales*, 23-38.

Freeman. (2015). Standard Handbook of hazardous waste treatment and disposal. *Mc.Graw Hill*, 437.

Galán , Emilio & Romero , Antonio.(2004). Contaminacion de suelos por metales pesados . *Cristalografías,Mineralogía y Química Agrícola*, 48-60.

Gadd. (2015). Evidence for the involvement of vacuolar activity in metal(loid) tolerance vacuolar-lacking and defective mutants of *Saccharomyces cerevisiae* display higher sensitivity to chromate,tellurite and selenite. *Bio Metals*, 101-106.

García , Campos. (2001). Interactions of chromium with-micro-organisms and plants. *Microbiol*, 335-347.

Gonzales Bricia,2016. Efecto de la aplicación del cromo en el crecimiento y producción de maíz. (Tesis estudio realizado). Universidad del Mar Puerto Ángel, Oaxaca.

Gordillo y Toledo. (2016). *Técnicas ambientales de producción más limpia en la industria de curtiembre. (Tesis inédita de ingeniería). Universidad Central del Ecuador.*

Majatan ,Alexander.(2000). Biorremediation Academic Press San Diego. *Biorremediation*, 302

Marzluf. (2015). Molecular genetics of sulfur assimilation in filamentous fungi and yeast . *Rev Microbiol*, 73-96.

Ministerio del Ambiente. (2013). Guía para muestreos de suelos.Decreto Supremo N 002-2013.MINAM. *Estandares de Calidad Ambiental para Suelo.*

Orozco, Perez, Gonzales, & Alfayate, R. y. (2015). *Contaminacion Ambiental*. Madrid: España.

Portilla Álvaro. (2015). *Análisis técnico ambiental del proceso de la Curtiduría Serrano de la ciudad Ambato y diseño de la Planta de Tratamiento de las Aguas Residuales* (Tesis inédita de ingeniería). Universidad Central, Quito, Ecuador.

Ramirez, Rodriguez, Lappe, & Ulloa. (2016). Reduction in a chromate-resistant strain of *Candida Maltosa* isolated from the leather industry. *Antonie Van Leeuwenhoek*, 63-68.

Ramos María. (2015). *Evaluación de metodologías para disminuir la contaminación existente en los efluentes líquidos generados en el proceso de producción de la Curtiduría Aldás.* (Tesis inédita de magister). Universidad Técnica de Ambato. Ecuador

Registro Oficial-Edición especial N°387. (2015). Corte Institucional del Ecuador. *Tabla 2: criterios de remediación (valores máximos permisibles).*

Reynold. (s.f). *Desarrollo Sustentable*. Sinaloa: Culiacan.

Romero. (2002). *Trataiento de efluentes residuales ,tgeoria y principio de diseño*. Colombia: Formas e impresos.

Sabroso,Carmen & Pastor, Ana. (2016). *Guia para suelos contaminados*. Zaragoza: Zaragoza.

Santiago. (2015).Recuperado de <https://www.mendeley.com/viewer/?fileId=0bbeacd9-d63b-e279-0b07-30ee5b789b68&documentId=fe694b15-6175-3870-83fd-fe76841a1188>.Obtenido de *Guía para el control y prevención de la contaminación ambiental*

Segundo Elías. (2013). *Evaluación de dos sistemas de pelambre para cuero ovino destinado a calzado femenino* (Tesis inédita de ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador

Sellers. (2000). Fundamental of hazardous waste site remediation. *Lewis Publishers*, 326.

Sotelo Adriana, (2012). *Especiación de cromo en la solución del suelo de tres suelos enmendados con biosólidos bajo diferentes condiciones oxido reductoras* (Maestría geomorfología y suelos). Universidad Nacional Medellin.Colombia.

Sur-UNESUR, U. N. (2016). *Factores naturales de la produccion agropecuaria*. Obtenido de <http://www.monografas.com/trabajos15/suelo-erosion/suelo-erosion.shtml#SUELO>.

Tayupanta Juan. (2016). *Diseño de un sistema de tratamiento de agua residual del proceso de pelambre para su reutilización* (Tesis inédita de ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.

Tingo María.(2012).*Impactos Ambientales generados por la curtiembre D-Leyse, en el distrito de el porvenir* Recuperado de: <https://www.mendeley.com/viewer/?fileId=5169d1c7-977b-72bf-1945-2864c3d07d4e&documentId=c768fbf9-5e85-3d75-8259-e74802278b66>.

Tegtmeyer, D. (2016). Investigación sobre cromo y cuero. *Un enfoque equilibrado de datos y hechos científicos*,18-20.

Valero, & Bergue. (s.f.). Efectso sobre la slaud de la exposicion laboral al cromo y sus compuestos. *Revision Sistemática*, 142-153.

Vallejo , Raúl. (2004). *Manual de escritura academica*. Quito: Nacional.

Volke , Tania. (2015). *Suelos contaminados por metales y metaloides:muestreo y alternativas para su medicacion*. Mexico: Mexico

## ANEXOS

### ANEXO 1 AVAL DE INGLES



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi

### CENTRO DE IDIOMAS

### *AVAL DE TRADUCCIÓN*

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por la señorita ADRIANA BELEN MORALES VILLACIS Egresada de la Carrera de Ingeniería en Medio Ambiente de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, cuyo título versa, "EVALUACION DE LOS EFECTOS PRODUCIDOS POR EL CROMO HEXAVALENTE EN EL RECURSO SUELO EN LA ETAPA DE CURTIDO DE LA EMPRESA CURTIPIEL CASTRO PROVINCIA DE TUNGURAHUA", lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

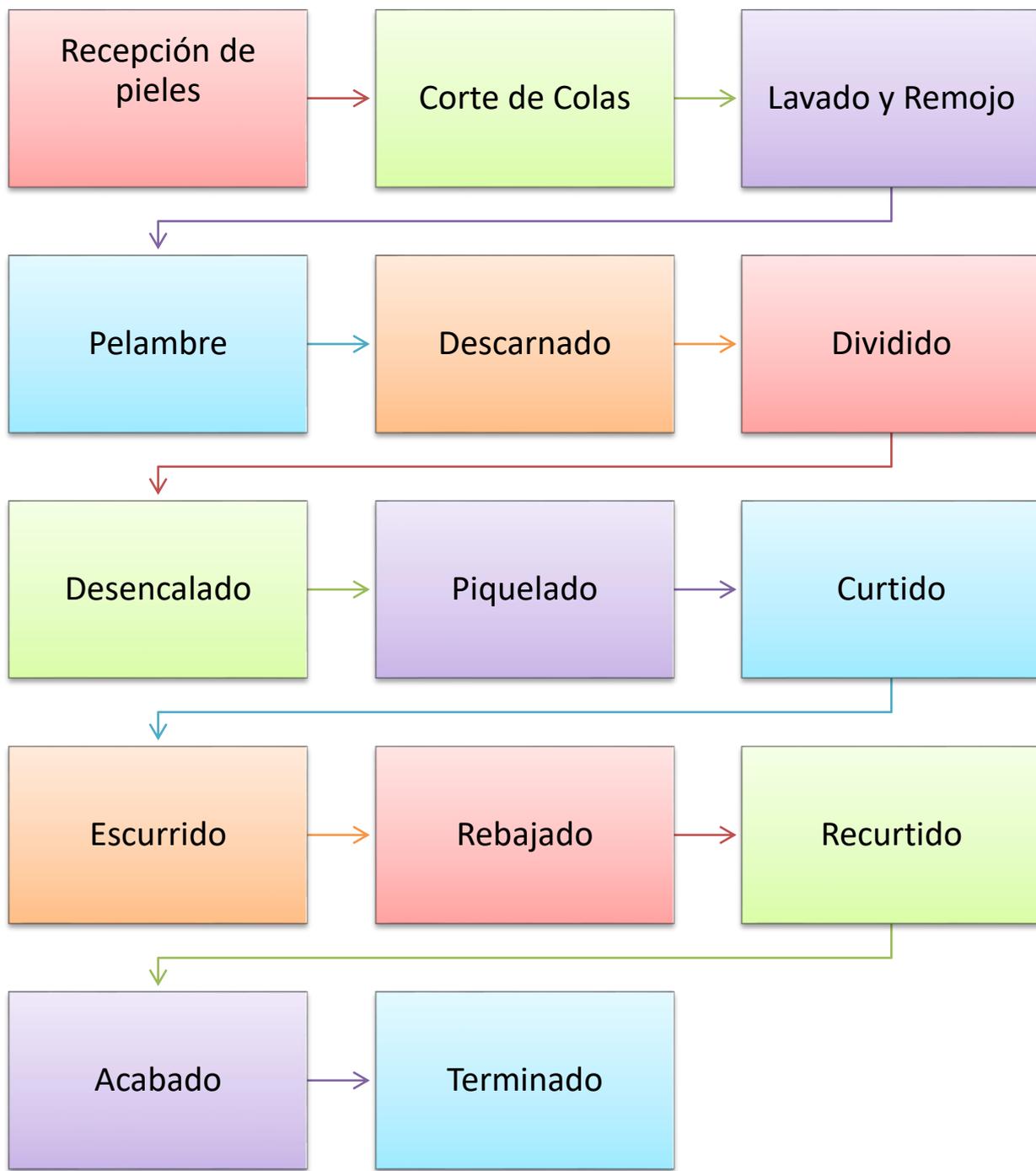
Es todo en cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, 11 de Julio del 2017

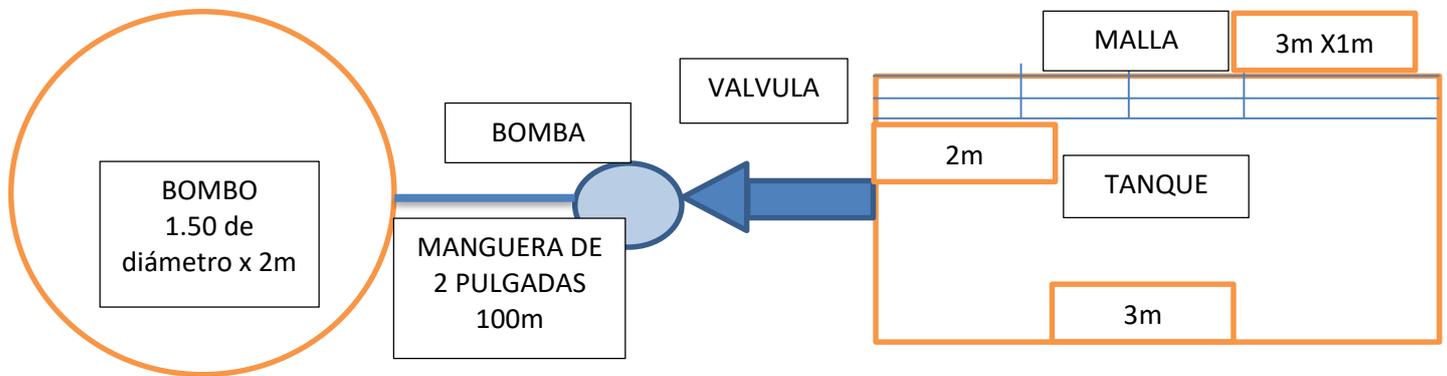
Atentamente,

  
.....  
Lic. MSc/ Carolina Cisneros  
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS  
C.I. 0502766439

**ANEXO 2 DIAGRAMAS DE FLUJOS**



**Figura 1: Proceso del cuero en una curtiembre Fuente:** Esparza, E.& Gamboa,N.(2016).*Contaminación debida a la industria Curtiembre. Química*, (15),41-53  
**Elaborado por:** Adriana Morales



**Figura 2:** Sistema para reciclar baños de curtido

**Elaborado por:** Adriana Morales

## ANEXO 3 FOTOGRAFÍAS

### Cueros curtidos



Figura 1 curtido de cueros

Elaborado por: Adriana Morales



Figura 2 cueros curtidos

Elaborado por: Adriana Morales

### Oxidación de cromo en el suelo

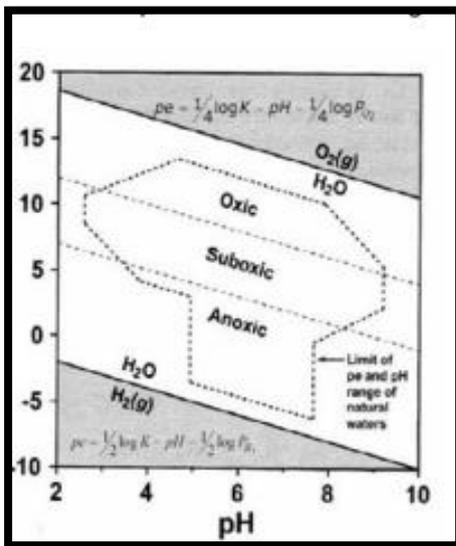


Figura 3: Niveles de oxígeno en el suelo

Fuente: (Sotelo, 2012).

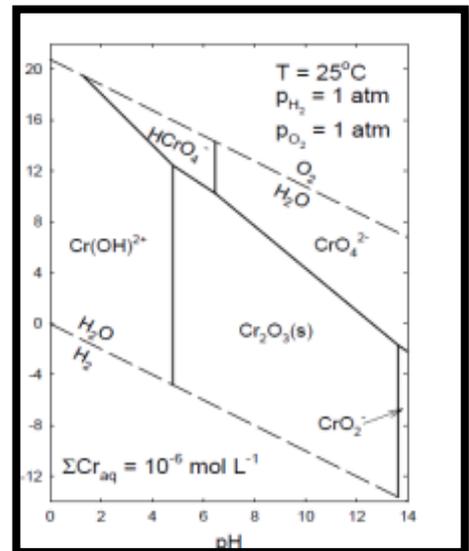


Figura 4. Proceso de oxidación del suelo

Fuente: (Sotelo, 2012).

## Lugares muestreados

**Figura 6: Suelo contaminado S1**

**Elaborado por:** Adriana Morales

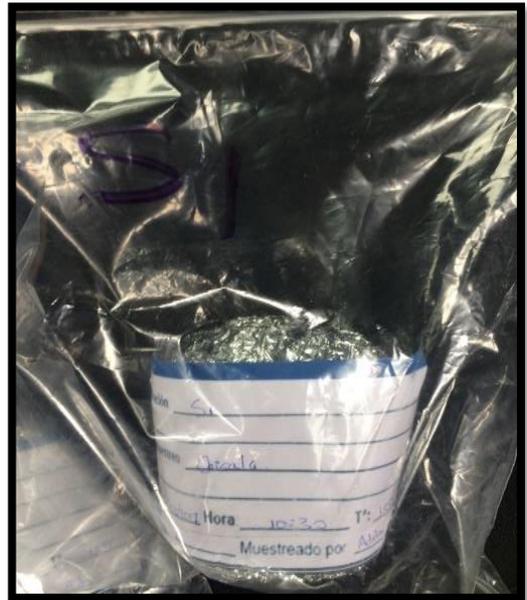


**Figura 8: Cuadrícula de la toma de muestra**

**Elaborado por:** Adriana Morales

**Figura 7: Secado de cueros S2**

**Elaborado por:** Adriana Morales



**Figura 9: Muestra Tomada**

**Elaborado por** Adriana Morales

**Identificación:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
**Lugar muestreo:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
**Fecha:** \_\_\_\_\_ **Hora:** \_\_\_\_\_ **T°:** \_\_\_\_\_  
**Lote:** \_\_\_\_\_ **Muestreado por:** \_\_\_\_\_

**Figura 10: Ficha de muestreo**

**Elaborado por:** Adriana Morales

### **Efectos producidos por el exceso de cromo**



**Figura 11: coloración azulada**

**Elaborado por:** Adriana Morales



**Figura 12: Cambio de coloración en la vegetación**

**Elaborado por:** Adriana Morales

## Triangulo del tipo de textura del suelo

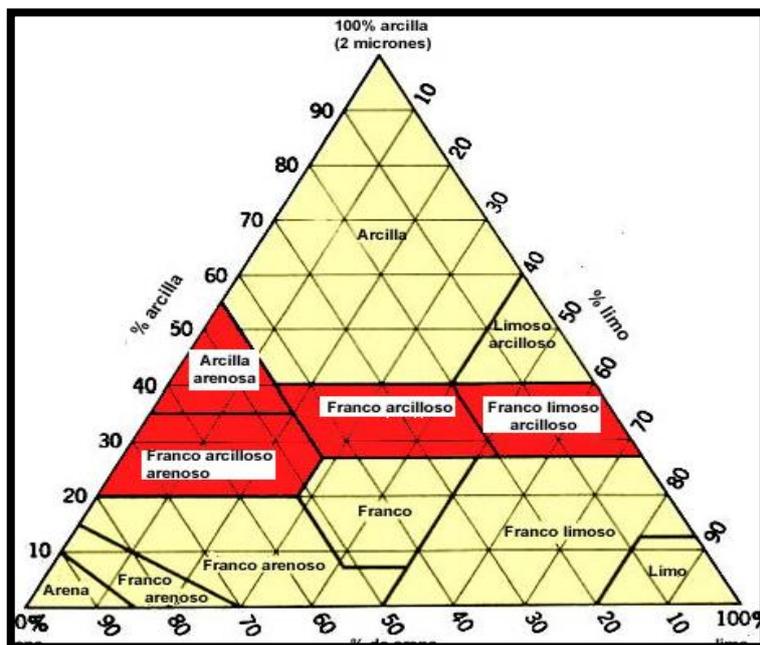


Figura 13: Tipo de textura del suelo

Elaborado por: Adriana Morales

## Mecanismos de interacción con cromo en células fúngicas

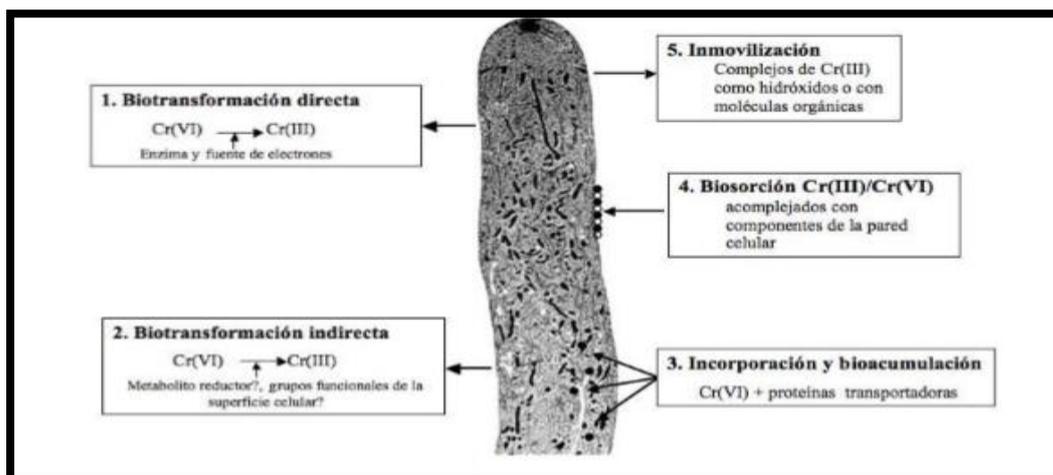


Figura 14: Comportamiento de la Célula Fúngica con la presencia de cromo

Elaborado por: Adriana Morales

## ANEXO 4 TABLA

### Valores de identificación de los efectos ambientales

Valor I (13 y 100)	Calificación	Significado	Color
< 25	BAJO	La afectación del mismo es irrelevante.	
25 ≤ ≤ 50	MODERADO	La afectación del mismo, no precisa prácticas correctoras o protectoras intensivas.	
50 ≤ ≤ 75	SEVERO	La afectación de este, exige la recuperación de las condiciones del medio a través de medidas correctoras o protectoras. prolongado	
≥ 75	CRITICO	La afectación del mismo, es superior al umbral aceptable. Se produce una perdida permanente de la calidad en las condiciones ambientales. NO hay posibilidad de recuperación alguna.	

**Tabla 1: Identificación de acuerdo al impacto**

**Fuente:** (Sabroso & Pastor, 2016)

# ANEXO 5 RESULTADOS DE LA MUESTRAS DEL LABORATORIO

## Análisis de laboratorio B1



**Lacquanálisis S.A.**  
soluciones ambientales



Colaboramos con la realidad



Respetamos la confidencialidad y privacidad



Pensamos en el futuro de nuestros hijos



Contribuimos a la protección del medio ambiente



Desarrollamos trabajo en equipo



Análisis de agua confiables

"Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables"  
www.lacquanalisis.com

### INFORME DE RESULTADOS

<b>LABORATORIO DE ENSAYO, ACREDITADO POR OAE CON ACREDITACIÓN</b>  Nº OAE LE C 11-010	DATOS DEL CLIENTE			Versión: <b>7</b>
	<b>CLIENTE:</b>	-----		Pág. <b>2 de 2</b>
	<b>REPRESENTANTE:</b>	Adriana Morales		Código: <b>REG TEC 018</b>
	<b>DIRECCIÓN:</b>	Juan Benigno V. /Mariano Eguez		Fecha formato: <b>26/03/2014</b>
	<b>TELÉFONO:</b>	032827360		<b>NÚMERO DE INFORME:</b>
<b>CELULAR:</b>	0998552790		LACQUA   1   7   1   7   3   6	
<b>e - mail:</b>	adry_15070@hotmail.es			

<b>CONDICIONES AMBIENTALES</b>	<b>HUMEDAD (%):</b> 50	<b>TEM. AMBIENTE(°C):</b> 20
<b>TIPO DE MUESTRA:</b>	B1- Chisalata	
<b>RESPONSABLE MUESTREO:</b>	Cliente	
<b>TIPO DE TOMA DE MUESTRA:</b>	Puntual	
<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b>	Del 12 de enero al 06 de febrero de 2017	
<b>FECHA EMISIÓN DE INFORME:</b>	06 de febrero de 2017	

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO	INCERTIDUMBRE DEL MÉTODO
CORROSIVIDAD				
Textura del suelo***	%	Franco % Arcilla: 13,80 % Limo: 40,63 % Arena: 45,57	PA - 86.00	-----
pH	UpH	8,57	PRO TEC 056 / EPA 9045 D	± 2,02%

### INFORME ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO	INCERTIDUMBRE DEL MÉTODO
METALES PESADOS				
Cromo Total***	mg/kg	53,4	PA - 18.00	----
Cromo hexavalente***	mg/kg	0,35	PA - 11.00	----

\* Norma de Referencia: N/A  
 \* Parámetro acreditado  
 \* Parámetro acreditado fuera del alcance

\*\* Parámetro No acreditado  
 \*\*\* Parámetro lab. Subcontratado Acreditado:  
 Nº OAE LE 2C 05-005

**PERSONAL RESPONSABLE:**



Ing. Marcelo Tirado  
ANALISTA





Dr. Harold Jiménez  
DIRECTOR TECNICO

NOTA:  
 El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.  
 Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

Dirección: Edificio Plaza Ficoa, local 202, Av. Rodrigo Pachano s/n y Montalvo  
 Teléfono Móvil: 09-5363620 . info@lacquanalisis.com  
 Ambato, Ecuador - Sud América

Muestreado por: Adriana Morales

## Análisis de laboratorio B2



"Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables"  
www.lacquanalisis.com

### INFORME DE RESULTADOS

<b>LABORATORIO DE ENSAYO, ACREDITADO POR OAE CON ACREDITACIÓN</b>  N° OAE LE C 11-010	<b>DATOS DEL CLIENTE</b>		<b>Versión:</b> 7
	<b>CLIENTE:</b>	-----	<b>Pág.</b> 2 de 2
	<b>REPRESENTANTE:</b>	Adriana Morales	<b>Código:</b> REG TEC 018
	<b>DIRECCIÓN:</b>	Juan Benigno V. /Mariano Eguez	<b>Fecha formato:</b> 26/03/2014
	<b>TELÉFONO:</b>	032827360	<b>NÚMERO DE INFORME:</b>
	<b>CELULAR:</b>	0998552790	LACQUA 1   7 - 1   7   3   8
<b>e - mail:</b>	adry_15070@hotmail.es		

<b>CONDICIONES AMBIENTALES</b>	<b>HUMEDAD (%):</b> 50	<b>TEM. AMBIENTE(°C):</b> 20
<b>TIPO DE MUESTRA:</b>	B2- Chisalata	
<b>RESPONSABLE MUESTREO:</b>	Cliente	<b>FECHA TOMA DE MUESTRA:</b> 10 de enero de 2017
<b>TIPO DE TOMA DE MUESTRA:</b>	Puntual	
<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b>	Del 12 de enero al 06 de febrero de 2017	
<b>FECHA EMISIÓN DE INFORME:</b>	06 de febrero de 2017	

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO	INCERTIDUMBRE DEL MÉTODO
<b>CORROSIVIDAD</b>				
Textura del suelo***	%	Franco Arenoso % Arcilla: 7,14 % Limo: 30,34 % Arena: 62,52	PA - 86.00	-----
pH	UpH	8,93	PRO TEC 056 / EPA 9045 D	± 2,02%

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO	INCERTIDUMBRE DEL MÉTODO
<b>METALES PESADOS</b>				
Cromo Total***	mg/kg	7,3	PA - 18.00	----
Cromo hexavalente***	mg/kg	0,32	PA - 11.00	----

<sup>a</sup> Norma de Referencia: N/A  
 Parámetro acreditado  
 \* Parámetro acreditado fuera del alcance  
 \*\* Parámetro No acreditado  
 \*\*\* Parámetro lab. Subcontratado Acreditado:  
 N° OAE LE 2C 05-005

**PERSONAL RESPONSABLE:**

 Ing. Marcelo Tirado <b>ANALISTA</b>	 Lacquanálisis S.A. soluciones ambientales	 Dr. Harold Jiménez <b>DIRECTOR TECNICO</b>
--	--	---

**NOTA:**  
 El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.  
 Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

Dirección: Edificio Plaza Ficoa, local 202, Av. Rodrigo Pachano s/n y Montalvo  
 Teléfono Móvil: 09-5363620 . info@lacquanalisis.com  
 Ambato, Ecuador - Sud América

**Muestreado por: Adriana Morales**

# Análisis de laboratorio S1-Enero



"Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables"  
www.lacquanalisis.com

## INFORME DE RESULTADOS

<b>LABORATORIO DE ENSAYO, ACREDITADO POR OAE CON ACREDITACIÓN</b> Nº OAE LE C 11-010	<b>DATOS DEL CLIENTE</b>		<b>Versión:</b> 7
	<b>CLIENTE:</b>	-----	<b>Pág.</b> 2 de 2
	<b>REPRESENTANTE:</b>	Adriana Morales	<b>Código:</b> REG TEC 018
	<b>DIRECCIÓN:</b>	Juan Benigno V. /Mariano Eguez	<b>Fecha formato:</b> 26/03/2014
	<b>TELÉFONO:</b>	032827360	<b>NÚMERO DE INFORME:</b>
	<b>CELULAR:</b>	0998552790	LACQUA
<b>e - mail:</b>	adry_15070@hotmail.es	1   7 - 1   7   3   5	

<b>CONDICIONES AMBIENTALES</b>	<b>HUMEDAD (%):</b> 50	<b>TEM. AMBIENTE(°C):</b> 20
<b>TIPO DE MUESTRA:</b>	S1- Chisalata	
<b>RESPONSABLE MUESTREO:</b>	Cliente	<b>FECHA TOMA DE MUESTRA:</b> 10 de enero de 2017
<b>TIPO DE TOMA DE MUESTRA:</b>	Puntual	
<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b>	Del 12 de enero al 06 de febrero de 2017	
<b>FECHA EMISIÓN DE INFORME:</b>	06 de febrero de 2017	

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO	INCERTIDUMBRE DEL MÉTODO
<b>CORROSIVIDAD</b>				
Textura del suelo***	%	Franco	PA - 86.00	-----
		% Arcilla: 14,65		
		% Limo: 40,34		
		% Arena: 45,01		
pH	UpH	8,46	PRO TEC 056 / EPA 9045 D	± 2,02%

## INFORME ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO	INCERTIDUMBRE DEL MÉTODO
<b>METALES PESADOS</b>				
Cromo Total***	mg/kg	573,3	PA - 18.00	----
Cromo hexavalente***	mg/kg	0,42	PA - 11.00	----

\* Norma de Referencia: N/A  
 Parámetro acreditado  
 \* Parámetro acreditado fuera del alcance

\*\* Parámetro No acreditado  
 \*\*\* Parámetro lab. Subcontratado Acreditado:  
 Nº OAE LE 2C 05-005

### PERSONAL RESPONSABLE:

Ing. Marcelo Tirado  
 ANALISTA



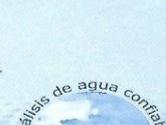
Dr. Harold Jiménez  
 DIRECTOR TECNICO

NOTA:  
 El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.  
 Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

Dirección: Edificio Plaza Ficoa, local 202, Av. Rodrigo Pachano s/n y Montalvo  
 Teléfono Móvil: 09-5363620 . info@lacquanalisis.com  
 Ambato, Ecuador - Sud América

**Muestreado por: Adriana Morales**

## Análisis de laboratorio S1-Marzo



"Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables"

### INFORME DE RESULTADOS



Accreditación N° OAE LE C 11-010  
LABORATORIO DE ENSAYOS

DATOS DEL CLIENTE		Versión: 9	
CLIENTE:	-----	Pág.	2 de 2
REPRESENTANTE:	Adriana Morales	Código:	REG TEC 018
DIRECCIÓN:	Juan Benigno V. /Mariano Eguez	Fecha formato:	20/03/2017
TELÉFONO:	032827360	NÚMERO DE INFORME:	
CELULAR:	0998552790	LACQUA	1   7 -   1   7   8   9
e - mail:	adry_15070@hotmail.es		

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%):	27 a 69	TEM. AMBIENTE(°C):	16 a 23
TIPO DE MUESTRA:	S1- Chisalata	FECHA TOMA DE MUESTRA: 07 de marzo de 2017		
RESPONSABLE MUESTREO:	Cliente			
TIPO DE TOMA DE MUESTRA:	Puntual			
FECHA DE ANÁLISIS:	Del 08 al 28 de marzo de 2017			
FECHA EMISIÓN DE INFORME:	28 de marzo de 2017			

### INFORME ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO	INCERTIDUMBRE DEL MÉTODO
METALES PESADOS				
Cromo Total***	mg/kg	1640,3	PA - 18.00	---
Cromo hexavalente***	mg/kg	<0,30	PA - 11.00	---

Parámetro acreditado

\* Parámetro acreditado fuera del alcance

\*\* Parámetro No acreditado

\*\*\* Parámetro lab. Subcontratado Acreditado: N° OAE LE 2C 05-005

\*\*\*\* Parámetro Subcontratado No Acreditado: N/A

#### PERSONAL RESPONSABLE:

Ing. María Jose Tapia  
ANALISTA

Dr. Harold Jiménez  
DIRECTOR TÉCNICO

#### NOTA:

El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

Dirección: Edificio Plaza Ficoa, local 202, Av. Rodrigo Pachano s/n y Montalvo  
Teléfono Móvil: 09-5363620 . info@lacquanalisis.com  
Ambato, Ecuador - Sud América

Muestreado por: Adriana Morales

# Análisis de laboratorio S1-Mayo





"Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables"

## INFORME DE RESULTADOS



Acreditación N° OAE LE C 11-010  
LABORATORIO DE ENSAYOS

DATOS DEL CLIENTE		Versión:	9
CLIENTE:	-----	Pág.	2 de 2
REPRESENTANTE:	Adriana Morales	Código:	REG TEC 018
DIRECCIÓN:	Juan Benigno V. /Mariano Eguez	Fecha formato:	20/03/2017
TELÉFONO:	032827360	NÚMERO DE INFORME:	
CELULAR:	0998552790	LACQUA	1   7 -   1   7   8   9
e - mail:	adry_15070@hotmail.es		

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%):	27 a 69	TEM. AMBIENTE(°C):	16 a 23
TIPO DE MUESTRA:	S1- Chisalata			
RESPONSABLE MUESTREO:	Cliente	FECHA TOMA DE MUESTRA: 07 de marzo de 2017		
TIPO DE TOMA DE MUESTRA:	Puntual			
FECHA DE ANÁLISIS:	Del 08 al 28 de marzo de 2017			
FECHA EMISIÓN DE INFORME:	28 de marzo de 2017			

### INFORME ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

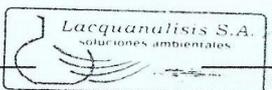
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO	INCERTIDUMBRE DEL MÉTODO
METALES PESADOS				
Cromo Total***	mg/kg	1640,3	PA - 18.00	----
Cromo hexavalente***	mg/kg	<0,30	PA - 11.00	----

\* Parámetro acreditado  
 \*\* Parámetro No acreditado  
 \*\*\* Parámetro lab. Subcontratado Acreditado: N° OAE LE 2C 05-005  
 \*\*\*\* Parámetro Subcontratado No Acreditado: N/A

**PERSONAL RESPONSABLE:**



Ing. Maria Jose Tapia  
ANALISTA



Dr. Harold Jiménez  
DIRECTOR TECNICO



NOTA:  
 El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.  
 Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio



Dirección: Edificio Plaza Ficoa, local 202, Av. Rodrigo Pachano s/n y Montalvo  
Teléfono Móvil: 09-5363620 . info@lacquanalisis.com  
Ambato, Ecuador - Sud América

**Muestreado por: Adriana Morales**

## Análisis de laboratorio S2 –Enero



"Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables"  
www.lacquanalisis.com

### INFORME DE RESULTADOS

LABORATORIO DE ENSAYO, ACREDITADO POR OAE CON ACREDITACIÓN  
Nº OAE LE C 11-010

DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	-----
REPRESENTANTE:	Adriana Morales
DIRECCIÓN:	Juan Benigno V. /Mariano Eguez
TELÉFONO:	032827360
CELULAR:	0998552790
e - mail:	adry_15070@hotmail.es

Versión:	7
Pág.	2 de 2
Código:	REG TEC 018
Fecha formato:	26/03/2014
NÚMERO DE INFORME:	
LACQUA	1 7- 1  7  3  7

CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%): 50	TEM. AMBIENTE(°C): 20
TIPO DE MUESTRA:	S2- Chisalata	
RESPONSABLE MUESTREO:	Cliente	FECHA TOMA DE MUESTRA: 10 de enero de 2017
TIPO DE TOMA DE MUESTRA:	Puntual	
FECHA DE ANÁLISIS:	Del 12 de enero al 06 de febrero de 2017	
FECHA EMISIÓN DE INFORME:	06 de febrero de 2017	

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO	INCERTIDUMBRE DEL MÉTODO
<b>CORROSIVIDAD</b>				
Textura del suelo***	%	Franco Arenoso % Arcilla: 12,59 %Limo: 22,27 % Arena: 65,14	PA - 86.00	-----
pH	UpH	8,74	PRO TEC 056 / EPA 9045 D	± 2,02%

### INFORME ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO	INCERTIDUMBRE DEL MÉTODO
<b>METALES PESADOS</b>				
Cromo Total***	mg/kg	17,0	PA - 18.00	----
Cromo hexavalente***	mg/kg	<0,30	PA - 11.00	----

\* Norma de Referencia: N/A

Parámetro acreditado

\* Parámetro acreditado fuera del alcance

\*\* Parámetro No acreditado

\*\*\* Parámetro lab. Subcontratado Acreditado:

Nº OAE LE 2C 05-005

PERSONAL RESPONSABLE:

Ing. Marcelo Tirado  
ANALISTA



Dr. Harold Jiménez  
DIRECTOR TECNICO

NOTA:

El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.

Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

Dirección: Edificio Plaza Ficoa, local 202, Av. Rodrigo Pachano s/n y Montalvo  
Teléfono Móvil: 09-5363620 . info@lacquanalisis.com  
Ambato, Ecuador - Sud América

Muestreado por: Adriana Morales

## Análisis de laboratorio S2-Marzo



"Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio confiables"  
www.lacquanalisis.com

### INFORME DE RESULTADOS



DATOS DEL CLIENTE		Versión: 9
CLIENTE:	-----	Pág. 2 de 2
REPRESENTANTE:	Adriana Morales	Código: REG TEC 018
DIRECCIÓN:	Juan Benigno V. /Mariano Eguez	Fecha formato: 20/03/2017
TELÉFONO:	032827360	NÚMERO DE INFORME:
CELULAR:	0998552790	LACQUA 17-1790
e - mail:	adry_15070@hotmail.es	

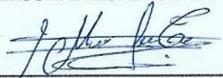
CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%): 27 a 69	TEM. AMBIENTE(°C): 16 a 23
TIPO DE MUESTRA:	S2- Chisalata	
RESPONSABLE MUESTREO:	Cliente	FECHA TOMA DE MUESTRA: 07 de marzo de 2017
TIPO DE TOMA DE MUESTRA:	Puntual	
FECHA DE ANÁLISIS:	Del 08 al 28 de marzo de 2017	
FECHA EMISIÓN DE INFORME:	28 de marzo de 2017	

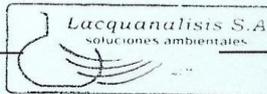
### INFORME ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO	INCERTIDUMBRE DEL MÉTODO
<b>METALES PESADOS</b>				
Cromo Total***	mg/kg	23,8	PA - 18.00	----
Cromo hexavalente***	mg/kg	<0,30	PA - 11.00	----

\* Parámetro acreditado  
 \*\* Parámetro No acreditado  
 \*\*\* Parámetro lab. Subcontratado Acreditado: N°OAE LE 2C 05-005  
 \*\*\*\* Parámetro Subcontratado No Acreditado: N/A

**PERSONAL RESPONSABLE:**

  
 Ing. María Jose Tapia  
 ANALISTA



  
 Dr. Harold Jiménez  
 DIRECTOR TECNICO

NOTA:  
 El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.  
 Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio

Dirección: Edificio Plaza Ficoa, local 202, Av. Rodrigo Pachano s/n y Montalvo  
 Teléfono Móvil: 09-5363620 . info@lacquanalisis.com  
 Ambato, Ecuador - Sud América

**Muestreado por: Adriana Morales**

# Análisis de laboratorio S2-Mayo



**Lacquanálisis S.A.**  
soluciones ambientales



Cumplimos con la legislación vigente



Asesoramos confidencialidad y respeto



Pensamos en el futuro de nuestros hijos



Nos dedicamos a la protección del medio ambiente



Desarrollamos trabajo en equipo



Análisis de agua conables

"Contribuimos a la protección ambiental con análisis de laboratorio conables"  
www.lacquanalisis.com

### INFORME DE RESULTADOS

DATOS DEL CLIENTE		Versión: 9
CLIENTE:	-----	Pág. 1 de 1
REPRESENTANTE:	Adriana Morales	Código: REG TEC 018
DIRECCIÓN:	Juan Benigno V./Mariano Eguez	Fecha formato: 20/03/2017
TELÉFONO:	032827360	NÚMERO DE INFORME:
CELULAR:	0998552790	LACQUA 1   7   1   8   3   8
e - mail:	adry_15070@hotmail.es	



Servicio de Acreditación Ecuatoriano  
Acreditación N° OAE LE C 11-010  
LABORATORIO DE ENSAYOS

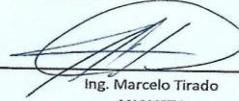
CONDICIONES AMBIENTALES	HUMEDAD (%): 27 a 69	TEM. AMBIENTE(°C): 16 a 23
TIPO DE MUESTRA:	S2- Chisalata	
RESPONSABLE MUESTREO:	Cliente	FECHA TOMA DE MUESTRA: 11 de mayo de 2017
TIPO DE TOMA DE MUESTRA:	Puntual	
FECHA DE ANÁLISIS:	Del 12 al 31 de mayo de 2017	
FECHA EMISIÓN DE INFORME:	31 de mayo de 2017	

### INFORME ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO	INCERTIDUMBRE DEL MÉTODO
<b>METALES PESADOS</b>				
Cromo Total***	mg/kg	28,5	PA - 18.00	----
Cromo hexavalente****	mg/kg	<0,30	PA - 11.00	----

\* Parámetro acreditado  
 \*\* Parámetro No acreditado  
 \*\*\* Parámetro lab. Subcontratado Acreditado: N°OAE LE 2C 05-005  
 \*\*\*\* Parámetro Subcontratado No Acreditado: N°OAE LE 2C 05-005

**PERSONAL RESPONSABLE:**

  
 Ing. Marcelo Tirado  
ANALISTA

  
 Dr. Harold Jiménez  
DIRECTOR TECNICO

**NOTA:**  
 El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo.  
 Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio



Dirección: Edificio Plaza Ficoa, local 202, Av. Rodrigo Pachano s/n y Montalvo  
 Teléfono Móvil: 09-5363620 . info@lacquanalisis.com  
 Ambato, Ecuador - Sud América

Muestreado por: Adriana Morales