



**FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL**

## **TESIS**

**“DESARROLLO DE LA FASE DE IDENTIFICACION  
PREVIO A LA ELABORACION DEL PLAN DE  
DESCONTAMINACION DE SUELOS DE LA PLANTA  
DE PRODUCCION ZINC INDUSTRIAS NACIONAL  
S.A.”**

**PRESENTADO POR LA BACHILLER**

**STEPHANY BETZABET JO RETAMOZO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

**LIMA - PERÚ**

**2017**

## DEDICATORIA

Dedico con todo mi corazón a Mi padre Alberto Francisco Jo Lopez por haberme enseñado tanto y darme el motivo de realizar esta carrera. Sé que ahora el está en el cielo mirándome y sintiéndose muy orgullo, tu eres mi ejemplo de persona y profesional por eso te admiro, cada meta y logro siempre te lo dedicare porque sin ti es imposible, eres el motor que nos impulsa a seguir adelante.

A mí querida madre que siempre está junto a mi incondicionalmente y me brinda su apoyo y paciencia, porque siempre puedo contar con ella. Te adoro.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mi madre Isabel Berzabet Retamozo Zuñiga por darme la motivación e impulsarme a terminar este proyecto, que cada día me parecía imposible. Agradezco tu paciencia y tu amor que siempre es incondicional.

También quiero agradecer a mis hermanos Alberto y Gelka que siempre estuvieron a mi lado apoyándome en cada paso y dándome alegrías

A todas las personas que estuvieron a mi lado dándome su apoyo, sobre todo a esa persona que hace ser mejor cada día y es especial en mi corazón.

## RESUMEN

En el presente trabajo se muestran los resultados de una serie de pruebas que buscan determinar los efectos de las emisiones y residuos de plomo generados por la empresa Zinc Industrias Nacional S.A. "ZINSA S.A.". A partir del año 2015 las empresas se ven obligadas a dar cumplimiento al Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo, en base a los resultados, se aplicara la reciente norma, tomando como referencia los requisitos de la Guía para la elaboración de planes de descontaminación de suelos del MINAM.

ZINSA S.A. es una Fundición de Metales No Ferrosos, teniendo dentro de sus procesos la Aleación de Plomo, donde utiliza como materia prima las baterías de plomo acido usadas provenientes en su mayoría de vehículos automotrices, a las cuales se le separara los plásticos de los metales pesados. Durante el proceso se generan residuos, emisión de gases y material particulado de plomo y/o compuestos derivados del mismo, por lo que un muestreo de detalle de los focos de posible contaminación es esencial para la Fase de Identificación.

Es con este estudio que se determinara si existe la necesidad de Elaborar el Plan de Descontaminación de Suelos, que corresponde a la segunda Fase en la Elaboración del PDS, por lo que en este Trabajo nos centraremos en la fase Inicial que busca realizar la evaluación preliminar, complementando y validando información que permita determinar las áreas de potencial Interés, en si la identificación de las fuentes primarias – causantes de la contaminación.

## **ABSTRACT**

The present work shows the results of a series of tests that seek to determine the effects of the emissions and residues of lead generated by the company Zinc Industrias Nacional S.A. "ZINSA S.A.". From the year 2015, companies are obliged to comply with Supreme Decree No. 002-2013-MINAM, Environmental Quality Standards (ECA) for Soil, based on the results, the recent standard will be applied, taking as reference the Requirements of the Guide for the preparation of MINAM soil decontamination plans.

ZINSA S.A. Is a Casting of Non-Ferrous Metals, having in its processes the Lead Alloy, where it uses raw acid batteries used mainly from automotive vehicles, to which the plastics of the heavy metals will be separated. During the process waste, emission of gases and particulate matter of lead and / or compounds derived from it are generated, so a detailed sampling of the possible sources of contamination is essential for the Identification Phase.

It is with this study that it will be determined if there is a need to elaborate the Soil Decontamination Plan, which corresponds to the second Phase in the elaboration of the PDS, so that in this Work we will focus on the Initial phase that seeks to carry out the preliminary evaluation, Complementing and validating information that allows to determine the areas of potential interest, in itself the identification of the primary sources - causers of the contamination.

## INTRODUCCIÓN

Como Producto del procesamiento y refinación del Zinc y el Plomo, en la planta de producción de manufactura. En la actualidad el gobierno del Perú ha establecido normas que establecen los lineamientos para que los titulares de las actividades productivas o de extracción inicien las actividades de descontaminación de suelos, contaminación que fue provocada por sus actividades.

Debido a esta problemática, se establece el cumplimiento de los Estándares de calidad ambiental para suelo, mediante la elaboración de un Plan de Descontaminación de suelos, que deberá implementar toda empresa que genere o haya podido generar en el pasado con sus actividades, riesgos de contaminación del suelo.

En el caso particular de ZINSA S.A., se ha establecido dar cumplimiento a lo establecido en el Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM, dando inicio a la Fase de identificación, la cual nos permite analizar la información para la identificación de suelos contaminados, su cuantificación y contraste con los estándares de calidad ambiental para suelos que establece la ley. De esta modo se podrá determinar si existe o no la necesidad de elaborar el Plan de Descontaminación de suelos en sus fase de Caracterización y Remediación. Zinc Industrias Nacional S.A. (ZINSA S.A.), se generan diferentes emisiones, residuos de características tóxicas y contaminantes provenientes de los diversas actividades y procesos.

# ÍNDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
INTRODUCCIÓN	v

## CAPÍTULO I

### PLANEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.	Descripción de la realidad problemática	01
1.1.1.	Caracterización del problema	02
1.1.2.	Definición del Problema	02
1.2.	Formulación del problema	04
1.2.1.	Problema general	04
1.2.2.	Problemas específicos	04
1.3.	Objetivo de la investigación	04
1.3.1.	Objetivo general	04
1.3.2.	Objetivos específicos	04
1.4.	Justificación de la investigación	05
1.4.1.	Justificación teórica	05
1.4.2.	Justificación Metodológica	06
1.4.3.	Justificación Práctica	07
1.5.	Importancia de la investigación	07
1.6.	Limitaciones de la Investigación	08

## CAPÍTULO II

### FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.	Marco Referencial	09
2.1.1.	Antecedentes de la Investigación	09

2.1.2. Referencias históricas	10
2.2. Marco Legal	10
2.3. Marco Conceptual	14
2.4. Marco Teórico	18
2.4.1. Calidad de suelo	18
2.4.2. Indicadores de la calidad del suelo	18
2.4.3. Causas de la degradación de los suelos	19
2.4.4. Los contaminantes del suelo	20
2.4.5. Clasificación de los contaminantes del suelo	20
2.4.6. Procesos de transporte	22

### **CAPÍTULO III**

#### **PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO**

3.1. Tipo y Nivel de la Investigación.	27
3.1.1. Tipo de Investigación	27
3.1.2. Nivel de la Investigación	27
3.2. Método de la Investigación	28
3.2.1. Fijar el nivel de análisis (unidad de estudio o muestra)	28
3.2.2. Categorías excluyentes y exhaustivas	29
3.2.3. Tipo de observación, procedimiento de registro de datos	29
3.2.4. Trabajo de campo	30
3.2.5. Conclusiones	31
3.2.6. Informe	31
3.3. Diseño de la Investigación	32
3.4. Hipótesis de la Investigación	32
3.4.1. Hipótesis General	32
3.4.2. Hipótesis Específicas	33
3.5. Variables	33
3.5.1. Variable Independiente	33
3.5.2. Variable Dependiente	33
3.6. Cobertura del estudio de la Investigación	34

3.6.1. Universo	34
3.6.2. Población	34
3.6.3. Muestra	34
3.6.4. Muestreo	35
3.7. Técnicas, instrumentos y fuentes de recolección de datos	35
3.7.1. Técnicas de la Investigación	35
3.7.2. Instrumentos de la Investigación	36
3.7.3. Fuentes de Recolección de Datos	38

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS**

4.1. Organización	38
4.1.1. Descripción de la empresa	39
4.1.2. Uso del suelo actual e histórico	40
4.1.3. Descripción de los procesos productivos	42
4.1.4. Cuadros de materia prima, productos y subproductos	42
4.1.5. Abastecimiento de agua	44
4.1.6. Suministro eléctrico	44
4.1.7. Sitios de disposición y descargas	44
4.2. Características generales naturales del sitio	45
4.2.1. Geología	45
4.2.2. Geomorfología	48
4.2.3. Hidrografía	50
4.2.4. Topografía	54
4.2.5. Datos climáticos	55
4.2.6. Cobertura vegetal	61
4.3. Presentación de resultados	64
4.3.1. Resultados parciales	64
4.3.2. Resultados generales	87
4.4. Contratación de hipótesis	88
4.5. Discusión de resultados	90

CONCLUSIONES	91
RECOMENDACIONES	92
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	93
ANEXOS	94
Anexo N° 1: Mapa de procesos	95

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1:	Impactos Ambientales Derivados de los Residuos Industriales	6
TABLA N° 2:	Parámetros y Muestras como Instrumentos de la Investigación	37
TABLA N° 3:	Datos generales de la Empresa	39
TABLA N° 4:	Materia prima e Insumos empleados	43
TABLA N° 5:	Cuadro Resumen de Productos Finales ZINSA S.A.	43
TABLA N° 6:	Formaciones Geológicas	47
TABLA N° 7:	Ubicación de la Estación Meteorológica.	55
TABLA N° 8:	Temperaturas Máximas y Mínimas	56
TABLA N° 9:	Precipitación Total mensual (mm) (Año 2011-2014)	57
TABLA N° 10:	Humedad Relativa %	58
TABLA N° 11:	Velocidad y Dirección del Viento	59
TABLA N° 12:	Tipos de cobertura Vegetal y Porcentaje de la Región del Callao	62
TABLA N° 13:	Cantidad de Residuos y Manejo de los mismos	64
TABLA N° 14:	Caracterización y Ponderación de Focos Potenciales	69
TABLA N° 15:	Identificación de Suelos Contaminados – Área Almacén de Tochos	71
TABLA N° 16:	Identificación de Suelos contaminados – Área Trituración de Baterías	72
TABLA N° 17:	Identificación de Suelos Contaminados – Área de Horno Rotatorio	73
TABLA N° 18:	Identificación de Suelos Contaminados – Área de Aleaciones de Plomo	74
TABLA N° 19:	Identificación de Suelos Contaminados – Área de Mantenimiento	75
TABLA N° 20:	Identificación de Suelos Contaminados – Área de Almacenamiento de Productos Finales	76
TABLA N° 21:	Caracterización de los Focos Potenciales	77

TABLA N° 22: Resultados de Monitoreo de Suelos – Metales	79
TABLA N° 23: Resultados de Monitoreo de Suelos – Hidrocarburos	84
TABLA N° 24: Resultado de Monitoreo de Suelos – BTEX	87
TABLA N° 25: Resultados Generales	88

## ÍNDICE DE GRAFICAS

GRAFICO N° 1:	Ubicación de los almacenes de Concentrados de Mineral – Callao	8
GRAFICO N° 2:	Representación Gráfica del estudio	28
GRAFICO N° 3:	Mapa Geológico	48
GRAFICO N° 4:	Mapa de Geomorfología	50
GRAFICO N° 5:	Aguas Superficiales	52
GRAFICO N° 6:	Aguas Subterráneas	54
GRAFICO N° 7:	Temperatura Máximas y Mínimas (2011-2014)	56
GRAFICO N° 8:	Precipitación Total Mensual (mm) (Año 2011-2014)	57
GRAFICO N° 9:	Humedad Relativa % (Año 2011-2014)	58
GRAFICO N° 10:	Rosa de Vientos – verano (2011-2014)	59
GRAFICO N° 11:	Rosa de Vientos – otoño (2011-2014)	60
GRAFICO N° 12:	Rosa de Vientos – invierno (2011-2014)	60
GRAFICO N° 13:	Rosa de Vientos – primavera (2011-2014)	60
GRAFICO N° 14:	Mapa de Cobertura Vegetal de la Región del Callao	63
GRAFICO N° 15:	Diagrama de Procesos de la Nueva línea de óxido de Zinc	67
GRAFICO N° 16:	Niveles de Concentración de Arsénico (mg/kg MS)	80
GRAFICO N° 17:	Niveles de Concentración de Bario (mg/kg MS)	81
GRAFICO N° 18:	Niveles de Concentración de Cadmio (mg/kg MS)	82
GRAFICO N° 19:	Niveles de Concentración de Mercurio (mg/kg MS)	83
GRAFICO N° 20:	Niveles de Concentración de Plomo (mg/kg MS)	84
GRAFICO N° 21:	Niveles de Concentración de Hidrocarburos F1 (c5-c10) (mg/kg MS)	85
GRAFICO N° 22:	Niveles de Concentración de Hidrocarburos F2 (C10-C28) (mg/kg MS)	86
GRAFICO N° 23:	Niveles de Concentración de Hidrocarburos F3 (C28-C40) (mg/kg MS)	86

# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA**

El Perú es uno de los países en los que el crecimiento Industrial, no ha ido de la mano con el cuidado del Ambiente, si bien es cierto contamos con diversidad de paisajes y culturas, las cuales se encuentran en ambientes equilibrados donde se desarrolla la vida y del cual aprovechamos los recursos naturales, debemos buscar hacerlo en base a planes que aseguren su uso racional con efectividad y eficiencia.

Zinc Industrias Nacional S.A."ZINSA S.A.", se dedica a la producción de Óxido de Zinc, bolas de Zinc, Sulfato de Zinc, polvo de Zinc, aleaciones de Zinc, aleaciones de Cobre, metal blanco, ánodos de Zinc y aleaciones de plomo. De la línea de producción también se generan Residuos, los que están constituidos básicamente por escoria de plomo, aleaciones de Zinc, las cuales se dan en forma de residuos sólidos y emisiones gaseosas.

Por lo tanto el problema detectado son las emisiones gaseosas puesto que están constituidas de gases tóxicos y material particulado, el cual es transportado por el viento, acusando sedimentación progresiva en las diversas direcciones que tiene el viento lo mismo que las distancias, lo cual estaba determinado por la velocidad del viento y la densidad de las partículas contenidas en las emisiones. Todo lo mencionado ocasiona un clima desfavorable a la salud de la comunidad y al ambiente.

Por lo que se propone plantear un diseño viable para minimizar la presencia de partículas en las emisiones, buscando la reducción de

material particulado que pueda sedimentarse en las zonas cercanas a la Planta de producción.

### **1.1.1. Caracterización del Problema**

ZINSA S.A. se encuentra ubicado en una zona calificada como Zona Industrial (Gran Industria), según el Mapa de zonificación Urbana del Distrito del Callao, la misma que es una zona conformada por diversas empresas, con avenidas afirmadas y asfaltadas, con servicios de energía eléctrica, agua potable y alcantarillado, teléfono y servicios de limpieza pública.

Ante lo mencionado, se ha evidenciado que la superación de los ECA para suelo ha derivado en la existencia de suelos contaminados. Lo cual ha llevado a determinar diversos problemas ambientales en la zona de estudio, como son:

- Contaminación del aire por material particulado (polvo), gases ácidos y humos generados por las actividades industriales.
- Contaminación del agua por presencia de residuos sólidos que son arrojados en los canales de agua.
- Impacto paisajístico en la zona por la acumulación de residuos sólidos.
- Creación de focos infecciosos que permiten la proliferación de vectores (Roedores, moscas) por la presencia de residuos sólidos.

### **1.1.2. Definición del problema.**

Las emisiones provenientes de los hornos, contienen partículas totales en suspensión (PTS), los cuales se estima se encuentren

por encima de los límites referenciales (LMPs) asumidos para fines de comparación, este aspecto ambiental alcanza la categoría de riesgo por las características toxicológicas de los contaminantes que forman parte de las emisiones. Así mismo los procesos para la obtención y refinación del plomo, generan residuos sólidos que se almacenan en las instalaciones.

Los Hornos en los que ZINSA S.A. realiza la fusión de metales no ferrosos para la obtención de sus productos finales, constituyen una fuente de emisión de diversas sustancias tóxicas que afectan a la salud de los trabajadores y de los pobladores. Esto se da cuando las sustancias tóxicas ingresan al organismo por diversas vías tales como el tracto respiratorio en forma directa, o indirecta por consumo de productos vegetales que absorbieron las sustancias tóxicas provenientes del material particulado proveniente de las emisiones se posteriormente se sedimentan.

No se cuenta con un estudio sobre los ECA actuales en las instalaciones, por lo que un análisis de las actividades y sus procesos, nos permitirá determinar los Aspectos ambientales significativos y a su vez el nivel de contaminación que existe comparando los parámetros actuales con los indicados en las Normas Nacionales.

La Probabilidad de lograr una recuperación completa de los suelos del entorno inmediato es Baja, pero una de las metas iniciales que tiene ZINSA S.A. como objetivo es la de reducir la concentración de sustancias tóxicas en las emisiones de los hornos, así como la de eliminar el riesgo de infiltración al subsuelo por lixiviación. Lo que constituye un peligro a la calidad del agua subterránea de la zona.

## **1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. Problema General**

¿Se podrá desarrollar la fase de identificación previa a la elaboración del Plan de Descontaminación de Suelos en la planta de producción Zinc Industrias Nacional S.A.?

### **1.2.2. Problemas Específicos**

- ¿Se podrá identificar los focos de contaminación de suelos en los procesos y actividades que se realizan en la Planta de producción Zinc Industrias Nacional S.A.?
- ¿Se podrá Caracterizar los focos potenciales de contaminación y poder determinar las sustancias de interés?
- ¿Cuál es la situación actual de la calidad del suelo en la planta de producción de ZINC Industrias Nacional S.A.?

## **1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION**

### **1.3.1. Objetivo General**

Desarrollar la fase de identificación previa a la elaboración del Plan de Descontaminación de suelos en la planta de producción Zinc Industrias S.A.

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Identificar los focos potenciales de contaminación en los procesos y actividades que se realizan en la planta de producción Zinc Industrias Nacional S.A.

- Caracterizar los focos potenciales de Contaminación para determinar las sustancias de Interés.
- Evaluar la calidad de suelo, de acuerdo a las sustancias de interés en el área de influencia de la planta de producción de Zinc Industrias Nacional S.A.

#### **1.4. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION**

La Ingeniería Ambiental hace uso de procesos, productos y tecnologías, para prevenir, mitigar y en el mejor de los casos eliminar los problemas ambientales, considerando que se desenvuelve en diversas dimensiones como la social, la ecológica, tecnológica y económica. Siempre con un Objetivo que es el de fomentar las actividades que se basen en el Desarrollo Sostenible.

##### **1.4.1. Justificación Teórica**

El objetivo principal del monitoreo de la contaminación del suelo, es estimar el tipo y magnitud de la exposición a sustancias nocivas para la salud humana al que fue expuesto, así como, evaluar las interacciones de estas sustancias con los sistemas ecológicos afectados.

**TABLA N° 1: Impactos Ambientales Derivados de los Residuos Industriales**

<b>MEDIO ALTERADO</b>	<b>FOCOS DE CONTAMINACIÓN</b>
<b>ATMOSFERA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Partículas de materia derivadas de las operaciones manufactureras y Transporte.</li> </ul>
<b>CUERPOS DE AGUA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desagüe de desechos de planta.</li> <li>• Filtración a la napa Freática por Lixiviación.</li> <li>• Residuos de procesamiento descargados directamente en cuerpos de agua.</li> </ul>
<b>SUELOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descarga de residuos de Procesos.</li> <li>• Trastorno de la agricultura, silvicultura y la recreación por actividades de procesos a cielo abierto.</li> </ul>

En este caso el muestreo ambiental será exploratorio, buscando obtener información preliminar respecto del lugar en el que se ubica la planta de ZINSA S.A.

#### **1.4.2. Justificación Metodológica**

El presente trabajo es parte e instrumento del programa de Gestión Ambiental, que el Estado exige a los titulares de actividades extractivas, productivas o de servicios. En tal sentido se cuentan con las siguientes normas:

- Ley N° 28611- Ley General del Ambiente. La LGA en su artículo 142.2 define el daño ambiental como todo menoscabo material que sufre el ambiente y/o alguno de sus componentes que pueden ser causado contraviniendo o no disposición jurídica, y que genera efectos negativos y actuales o potenciales.

- D.S. N° 002-2013-MINAM – Aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo. establece los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelo, esto con la finalidad de determinar la existencia de contaminación en el suelo, en caso existiera contaminación del suelo, esto llevara al segundo paso que es la remediación del mismo.

#### **1.4.3. Justificación Práctica**

Una vez que se ha determinado la necesidad de elaborar un Plan de Descontaminación de Suelos, se procederá al muestreo de detalle, el estudio de caracterización, y cuando corresponda el estudio de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente (ERSA). Todo lo mencionado buscara establecer que actividades fueron las que causaron la contaminación del suelo, subsuelo y napa freática de darse el caso.

#### **1.5. IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.**

La prioridad del estudio es alta, puesto que el plomo y sus derivados pueden causar daños en el suelo del entorno inmediato, además de cuerpos acuíferos como son los ríos, lagunas y la atmosfera; afectando la Biodiversidad y los ecosistemas.

Así mismo la empresa ZINSA S.A. cuenta con recursos económicos, recurso humano y la disposición del caso para iniciar los estudios, puesto que el Estado promueve el crecimiento de las actividades Industriales y energéticas siempre que se fomenten la prevención y mitigación de los impactos Ambientales y Sociales.

## 1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.

ZINSA S.A. al encontrarse en una zona Industrial, no es la única empresa dedicada al proceso y transporte del Plomo y sus compuestos, se tiene conocimiento de varias empresas dedicadas al Acopio, Deposito y Distribución del mismo material, además de otros metales no férreos.

Es por ello que cuantificar el Impacto que genera ZINSA S.A. en el área de influencia indirecta (entorno), es prácticamente imposible. Por ello el presente trabajo se limitara al área de influencia directa (instalaciones).

**GRAFICO N° 1: Ubicación de los almacenes de Concentrados de Mineral - Callao**



## **CAPÍTULO II**

### **FUNDAMENTOS TEORICOS DE LA INVESTIGACION**

#### **2.1. MARCO REFERENCIAL**

##### **2.1.1. Antecedentes de la Investigación.**

- ***Liliana Inés Huayhua Palomino***, La Respuesta es total para solucionar el problema de la contaminación Ambiental por plomo en el Callao y sus efectos en la protección del Derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de la vida y la salud de la población afectada, 2013, Universidad Pontificia Católica del Perú.

La comunidad científica concuerda en el daño que los depósitos de Plomo ubicados en el Callo hacen a la población, en especial a niños menores de 6 años, quienes no eliminan el plomo de su sangre conservándolo hasta adultos.

- ***Carlos Enrique Nonalaya Soto***, Reducción de plomo y Cadmio en los humos de la fundición de plomo de la Oroya, 2002, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

El ajuste de procesos tiene como uno de sus fines la reducción de emisiones con altas concentraciones de gases y material particulado, evitando así que lleguen a la atmosfera.

## **2.1.2. Referencias Históricas**

- En los años de 1987-1988 en el terreno en evaluación, funcionaba la empresa Quimetal S.A., dedicada a la fabricación de compuestos inorgánicos en base a cobre, azufre, molibdeno, magnesio y aluminio para usos industriales y silvoagropecuarios.
- El 18 de setiembre del 2000, DISA-Callao declara en emergencia sanitaria zonas cercanas a los depósitos de minerales (Zona de Influencia).
- En el año 2001, MPC acordó no otorgar autorización para nuevos depósitos de minerales de plomo.
- En el año 2004, se forma el Grupo Técnico Regional para la prevención, reducción y control de la intoxicación por plomo.
- En el año 2004 el terreno es comprado por ZINSA S.A., cuya actividad es la producción de metales no ferrosos.
- Zinc Industriales Nacionales S.A. (ZINSA S.A.) en cumplimiento de sus obligaciones ambientales y de acuerdo con el Diagnostico Ambiental Preliminar (DAP), mediante Oficio N° 01067-2006-PRODUCE/DIV/DGI-DAAI del año 2006.
- Así mismo la Declaración de Impacto Ambiental fue aprobada mediante Resolución Directoral N° 092-2013-PRODUCE/DVMYPE-I/DIGGAM del año 2013.

## **2.2. MARCO LEGAL**

Dentro de los lineamientos de Política Ambiental se han dictado una serie de normas legales de diverso rango y jurisdicción, de las cuales se han tomado en consideración para la elaboración del presente Estudio, las siguientes:

- Ley General del Ambiente (Ley 28611), establece los principios y normas básicas para asegurar el efectivo ejercicio del derecho a un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, así como el cumplimiento del deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de la población y lograr el desarrollo sostenible del país.

Los principios que rigen esta Ley son los siguientes:

- Principio de Sostenibilidad.
- Principio de prevención.
- Principio precautorio.
- Principio de internalización de costos.
- Principio de responsabilidad ambiental.
- Principio de equidad.
- Principio de gobernación ambiental.

Mediante esta Ley, fue derogado el antiguo Código del Medio Ambiente.

- Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada (D.L. N°757), establece que las autoridades sectoriales competentes para conocer sobre los asuntos relacionados con la aplicación de las disposiciones sobre el Medio Ambiente y los Recursos Naturales, son los ministerios de los sectores correspondientes a las actividades que desarrollan las empresas, sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a los gobiernos regionales y locales conforme a lo dispuesto en la Constitución Política.

- Código Penal D. Leg. N° 635, el Código Penal D. Leg N° 635 (08/04/91) Título XIII, establece en su Art 17° que se sancionará por incumplimiento de Normas Administrativas, antes que un proceso penal, a los funcionarios o representantes legales de las empresas relacionados al medio ambiente.

En los Artículos 304° al 314° se establecen delitos contra la Ecología por contaminar e infringir las normas sobre protección del medio ambiente, Además de los aspectos de prohibición y delitos contra la caza y extracción de la flora y fauna entre otros.

- Reglamento de Protección Ambiental para el desarrollo de las Actividades de la Industria Manufacturera (Decreto Supremo N° 019-97 - ITINCI del 26/09/1997).

En el Artículo 2° de este reglamento, se fijan los lineamientos de política ambiental del MITINCI (hoy el Ministerio de la Producción - PRODUCE) orientada a incorporar el principio de la prevención de la contaminación, con el objetivo prioritario de reducir o eliminar la generación de elementos contaminantes en las fuentes generadoras. El mismo artículo señala que de no ser posible la reducción o eliminación de los contaminantes en la fuente de generación, se promoverá las prácticas de reciclaje de desechos para reducir los niveles de acumulación de estos. De no ser factible, se recurrirá al tratamiento o control de la contaminación y una adecuada disposición de desechos.

- Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo, establece especificaciones para: determinar la existencia de contaminación en el suelo, determinar la dimensión (extensión horizontal y vertical) de la contaminación, determinar las concentraciones de nivel de fondo, y/o determinar si

las acciones de remediación lograron reducir la concentración de los contaminantes en el suelo, de acuerdo a las metas planteadas.

- Otras Normas a Considerar:
  - D.S. 258-65 D.G.S., Reglamento de Apertura y Control Sanitario de Plantas Industriales.
  - D.L. 26786, Ley de Evaluación de Impacto Ambiental para Obras y Actividades.
  - Resolución Ministerial N° 108-99-ITINCI/DM del 28/09/1999, en la cual se aprueban las Guías para Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental, Programas de Adecuación y Manejo Ambiental, Diagnóstico Ambiental Preliminar y Formato de Informe Ambiental. Definiendo el contenido de los mismos, así como, los lineamientos a seguir para su elaboración.
  - R.M. 027-2001-MITINCI/DM del 15/02/2001, Aprueban Guía de Participación Ciudadana para la Protección Ambiental en la Industria Manufacturera.
  - R.M. 026-2000-ITINCI/DM, Protocolos de Monitoreo de Efluentes Líquidos y Emisiones Atmosféricas.
  - Ley 27314 del 21-07-00, “Ley General de Residuos Sólidos”.
  - Decreto Supremo N° 057-2004-PCM “Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos”.
  - Decreto Legislativo N° 1065, que modifica la Ley 27314 “Ley General de Residuos Sólidos”.
  - D.S. 074-2001-PCM y D.S. 003-2010-MINAM, “Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Aire.
  - Decreto Supremo N° 085-2003-PCM “Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido”.

### 2.3. MARCO CONCEPTUAL

Para los efectos de este estudio, se entenderá por:

- **Área de Potencial Interés:** Extensión de terreno sobre el que se realizarán efectivamente las labores de muestreo. Se trata de áreas identificadas durante la Fase de Identificación en las cuales existe alguna evidencia de potencial contaminación del suelo.
- **Agua Subterránea:** Se consideran aguas subterráneas las que dentro del ciclo hidrológico, se encuentran en la etapa de circulación o almacenadas debajo de la superficie del terreno y dentro del medio poroso, fracturas de las rocas u otras formaciones geológicas, que para su extracción y utilización se requiere la realización de obras específicas.
- **Autoridad competente:** Entidad del Estado del nivel nacional, regional o local que con arreglo a sus atribuciones y según lo disponga su normativa específica ejerce competencia en materia de evaluación de impacto ambiental, en el marco de lo establecido por la Ley N° 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental, su Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 019-2009-MINAM, y demás disposiciones complementarias o modificatorias.
- **Bioacumulación:** Concentración resultante acumulada en el ambiente o en los tejidos de organismos a partir de la incorporación, distribución y eliminación de contaminantes obtenidos por todas las rutas de exposición por ejemplo por aire, agua, suelo, sedimento y alimento.

- **Caracterización de sitios contaminados:** Determinación cualitativa y cuantitativa de los contaminantes químicos o biológicos presentes, provenientes de materiales o residuos peligrosos, para estimar la magnitud y tipo de riesgos que conlleva dicha contaminación.
- **Contaminante:** Cualquier sustancia química que no pertenece a la naturaleza del suelo o cuya concentración excede la del nivel de fondo susceptible de causar efectos nocivos para la salud de las personas o el ambiente.
- **Evaluación de riesgos a la salud y el ambiente:** Es el estudio que tiene por objeto definir si la contaminación existente en un sitio representa un riesgo tanto para la salud humana como para el ambiente, así como los niveles de remediación específicos del sitio en función del riesgo aceptable y las acciones de remediación que resulten necesarias.
- **Materiales y residuos peligrosos:** Aquellos que por sus características fisicoquímicas y/o biológicas o por el manejo al que son o van a ser sometidos, pueden generar o desprender polvos, humos, gases, líquidos, vapores o fibras infecciosas, irritantes, inflamables, explosivos.
- **Modelo Conceptual:** Relato escrito y/o representación gráfica del sistema ambiental y de los procesos físicos, químicos y biológicos que determinan el transporte de contaminantes desde la fuente, a través de los medios que componen el sistema, hasta los potenciales receptores que forman parte de él.
- **Muestreo de Identificación:** Es aquel orientado a identificar si el suelo está contaminado o no. Entiéndase que toda referencia

hecha al muestreo exploratorio en el Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM, se entenderá como referida al muestreo de identificación.

- **Muestreo de Detalle:** Es aquel orientado a identificar el área y el volumen del suelo impactado, y de ser el caso, de otros medios afectados por las sustancias señaladas en el Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM.
- **Muestreo de Comprobación:** Es aquel orientado a comprobar si se alcanzaron con los ECA para suelo, los niveles de fondo, los niveles de remediación determinados en el ERSA u otros objetivos de remediación establecidos.
- **Muestreo de Nivel de Fondo:** Es aquel orientado a identificar el nivel de fondo en el suelo.
- **Nivel de Fondo:** Concentración en el suelo de los químicos regulados que no fueron generados por la actividad objeto de análisis y que se encuentran en el suelo de manera natural o fueron generados por alguna fuente antropogénica ajena a la actividad bajo análisis.
- **Nivel de Remediación:** Concentración de un químico de interés determinado de manera específica para las condiciones del sitio, a través del estudio de evaluación de riesgos a la salud y el ambiente.
- **Plan de Descontaminación de Suelos:** Instrumento de gestión ambiental que tiene por finalidad remediar los impactos ambientales originados por una o varias actividades pasadas o presentes en los suelos. Los tipos de acciones de remediación que se podrán aplicar, sola o en combinaciones, son: acciones de

remediación para la eliminación de los contaminantes del sitio, acciones para evitar la dispersión de los contaminantes, acciones para el control del uso del suelo, y acciones para monitoreo del sitio contaminado. La presentación del Plan de Descontaminación de Suelos no exime de la responsabilidad de elaborar y presentar ante la autoridad competente, los demás instrumentos de gestión ambiental propios de la actividad.

- **Puntos de Exposición:** Lugares donde es posible encontrar presencia de contaminantes y donde los receptores, a través de alguna vía, pueden entrar en contacto con los medios contaminados (medios de contacto).
- **Remediación:** Tarea o conjunto de tareas a desarrollarse en un sitio contaminado con la finalidad de eliminar o reducir contaminantes, a fin de asegurar la protección de la salud humana y la integridad de los ecosistemas.
- **Riesgo:** Probabilidad o posibilidad de que un contaminante pueda ocasionar efectos adversos a la salud humana, en los organismos que constituyen los ecosistemas o en la calidad de los suelos y del agua, en función de las características y de la cantidad que entra en contacto con los receptores potenciales, incluyendo la consideración de la magnitud o intensidad de los efectos asociados y el número de individuos, ecosistemas o bienes que, como consecuencia de la presencia del contaminante, podrían ser afectados tanto en el presente como en el futuro.
- **Sitio contaminado:** Aquel suelo cuyas características químicas han sido alteradas negativamente por la presencia de sustancias químicas contaminantes depositadas por la actividad humana, en concentraciones tal que en función del uso actual o previsto.

## **2.4. MARCO TEORICO**

### **2.4.1. Calidad de suelo**

La calidad del suelo es un indicador sensible de las perturbaciones ambientales naturales e inducidas por el hombre. Los cambios pueden afectar la calidad del agua superficial y subterránea. El monitoreo de los cambios en las propiedades del suelo puede ayudar en la predicción del valor futuro de los suelos destinados a la agricultura, la silvicultura y otros propósitos.

Las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos pueden variar considerablemente tanto verticalmente, a través del perfil del suelo, como horizontalmente, por lo que es difícil seleccionar sitios representativos para el monitoreo.

La importancia de controlar la calidad de los suelos, es que se pueden amortiguar y filtrar contaminantes en él, así mismo el suelo puede almacenar humedad y nutrientes, siendo también importantes fuentes y receptores de CO<sub>2</sub>, metano y óxidos nitrosos. Son un sistema clave para el ciclo hidrológico y también constituyen un archivo de información acerca de las condiciones climáticas pasadas y de las influencias humanas.

### **2.4.2. Indicadores de la calidad del suelo**

La calidad del suelo no se puede ser medida directamente, pero puede ser inferida según las variaciones en sus atributos o en los atributos del ecosistema, que son llamados indicadores. Estos deben ser de fácil observación o registro, sencillos de comprender y sus mediciones deben ser reproducibles. Es así que se hablara de un (CDM) o conjunto de datos mínimos que

sirven para evaluar la calidad del suelo, uso, funciones y factores formadores. En el mismo sentido, el conocimiento de la capacidad de recuperación de un suelo ante los cambios estructurales y funcionales provocados por un disturbio es crucial en un planteo sustentable de utilización de los recursos naturales con fines agrícolas, siendo la resiliencia y la resistencia componentes fundamentales de la calidad de los suelos. Según Seybold et al. (1999) la resiliencia está relacionada con la calidad del suelo en términos de recuperación de sus funciones y se mide a partir de la tasa y el nivel de recuperación, mientras que la resistencia se refiere al grado de cambio de las funciones del suelo luego de un disturbio. Lal (1993) sostiene que la resiliencia del suelo es una propiedad basada en los procesos de restauración y puede ser cuantificada.

#### **2.4.3. Causas de la degradación de los suelos**

Los suelos pueden ser degradados o desarrollados tanto por procesos naturales como por actividades humanas. Estas últimas influyen sobre las propiedades de los suelos, al inducir el incremento de su densidad volumétrica mediante la labranza agrícola y operaciones viales, por la acidificación proveniente del uso de fertilizantes inorgánicos y por lluvias ácidas.

La degradación de los suelos es una de las mayores amenazas para la sustentabilidad ambiental: sólo en la mitad del siglo pasado se redujo significativamente la productividad de más de 1200 millones de hectáreas de tierra (un área tan grande como China e India juntas).

Se ha estimado que aproximadamente el 15% de los suelos localizados entre las latitudes 72°N y 57°S han sido degradados

por actividades humanas: 7% a través de la pérdida de nutrientes edáficos y/o materia orgánica (principalmente en África y Sudamérica), 4% por salinización (principalmente en Asia), alrededor del 3% por deterioro físico (compactación, sellado y encostrado) y 1% por contaminación del suelo; estos dos últimos casos principalmente en Europa.

#### **2.4.4. Los contaminantes del suelo**

El suelo es un medio receptivo por excelencia, puesto que interacciona con la litosfera, la hidrosfera y la atmósfera y recibe el impacto de los seres vivos que, de manera directa o indirecta, pueden romper el equilibrio químico establecido en su seno. Es importante notar que el suelo posee una capacidad de auto-depuración, en sus horizontes más contaminados, que le permite asimilar una cierta cantidad de contaminantes.

Los contaminantes edáficos o del suelo pueden clasificarse en endógenos y exógenos. Los endógenos son aquellos que provienen del mismo suelo, mientras que los exógenos son aquellos que provienen del exterior. La presencia de un contaminante endógeno genera cuando se produce un desequilibrio natural que conduce a la proliferación de un componente a niveles nocivos para las especies vivas.

#### **2.4.5. Clasificación de los contaminantes del suelo**

Los contaminantes más característicos y peligrosos son:

- **Metales pesados:** La presencia natural de los metales en el suelo es en cantidades traza como productos de la propia geoquímica de los materiales de los que proceden, siendo

muchos de ellos elementos esenciales para la vegetación y fauna. EL riesgo potencial que su presencia provoca se produce cuando se acumulan en grandes cantidades en el suelo.

- **Contaminantes inorgánicos:** Estos están presente en forma natural en los suelos, en concentraciones reguladas por los ciclos biológicos asociadas a cada suelo. La sobresaturación de alguno de ellos hace que se alcancen concentraciones consideradas como contaminantes, alterando los ciclos de regulación.
- **Contaminantes orgánicos:** Constituyen un grupo formado por un elevado número de sustancias, con gran diversidad estructural y efectos diferentes en el medio, siendo muchas de ellas, altamente toxicas. Entre otros pueden destacarse compuestos aromáticos, hidrocarburos policíclicos, hidrocarburos clorados, pesticidas, etc.
- **Residuos:** El suelo es el vertedero por excelencia de los residuos producidos por el hombre. A medida que la sociedad fue creciendo industrialmente, los residuos generados son mayores a la par que más peligrosos. Se consideran focos potenciales de contaminación por el tiempo que necesitan para su degradación y según sus características se pueden clasificar en:
  - **Residuos inertes:** Que no representan riesgo para el ambiente, se pueden utilizar como relleno de tierras, por ejemplo cascarillas, chatarra, fangos inertes, vidrios, cenizas, polvo, arena, etc.
  - **Residuos Urbanos:** son los residuos fermentables (materia orgánica) y combustibles (papel, cartón, madera, gomas, cueros, trapos, etc.). Una solución para estos residuos puede ser la recolección y tratamiento como residuos domiciliarios.

- **Residuos especiales:** Siendo estos los residuos tóxicos, peligroso, radioactivos o biosanitarios especiales. Por sus características suponen un grave riesgo para la salud humana y el medio ambiente, requiriendo un tratamiento particular y específico, así como un mayor control en su transporte y disposición final.

#### 2.4.6. Procesos de transporte

##### a) Adsorción

La adsorción es un proceso mediante el cual se extrae materia de una fase y se concentra sobre la superficie de otra fase (generalmente sólida). Por ello se considera como un fenómeno sub-superficial. La sustancia que se concentra en la superficie o se adsorbe se llama "adsorbato" y la fase adsorbente se llama "adsorbente". Por contra, la absorción es un proceso en el cual las moléculas o átomos de una fase interpenetran casi uniformemente en los de otra fase constituyéndose una "solución" con esta segunda.

En general, la adsorción desde una disolución a un sólido ocurre como consecuencia del carácter liofóbico (no afinidad) del soluto respecto al disolvente particular, o debido a una afinidad elevada del soluto por el sólido o por una acción combinada de estas dos fuerzas.

El grado de solubilidad de una sustancia disuelta es el factor más importante para determinar la intensidad de la primera de las fuerzas impulsoras. Cuanta mayor atracción tiene una sustancia por el disolvente menos posibilidad tiene de

trasladarse a la interface para ser adsorbida. La sorción y el cambio iónico son procesos de gran interés en hidrogeoquímica ya que regulan de manera notable el transporte de contaminantes químicos en acuíferos y suelos

## **b) Dispersión hidrodinámica**

La dispersión hidrodinámica constituye un proceso transiente y de mezcla irreversible. La dispersión hidrodinámica es el resultado macroscópico del movimiento del soluto debido a efectos microscópicos, macroscópicos y megascópicos. A escala microscópica, la dispersión es causada por:

- Fuerzas externas actuando sobre el fluido,
- Variaciones macroscópicas en la geometría de los poros,
- Difusión molecular a lo largo del gradiente de concentración del soluto, y
- Variaciones en las propiedades del fluido, tales como densidad y viscosidad

## **c) Transferencia de masa o advección**

La transferencia de masa es el movimiento de solutos arrastrados por el flujo de agua. Para este tipo de transporte, el flujo de iones depende, estrictamente del flujo de agua (cantidad de agua que atraviesa una unidad de la sección transversal por unidad de tiempo), siendo, por lo tanto, el flujo de iones entendido como la cantidad de un determinado soluto que atraviesa la unidad de sección transversal al flujo del agua, por unidad de tiempo.

En este proceso, el soluto es transportado por imposición externa, no existiendo un gradiente de actividad química, es decir, la concentración es constante. La fuerza motora para el flujo de iones será la misma que impulsará el flujo de agua, es decir, el gradiente hidráulico. En esta situación, el flujo es descrito adecuadamente por la ecuación de Darcy.

#### **d) Lixiviación**

El movimiento de un químico hacia zonas profundas a través del suelo por medio del agua es llamado lixiviación. Es importante considerar la posibilidad de que un químico se mueva en el suelo y llegue a contaminar el agua subterránea; de suceder, entonces los pozos de agua, organismos acuáticos y la cadena trófica puede contaminarse. Los factores determinantes en la lixiviación incluyen: la solubilidad, biodegradación, disociación, sorción, volatilidad, lluvias y evapotranspiración. Los efectos de la movilidad se describen en los siguientes apartados:

#### **e) Degradación**

El comportamiento químico del suelo es fundamental para la degradación de muchos químicos orgánicos en una o más reacciones químicas (abióticas); en general, cinco reacciones pueden ocurrir en el suelo: Hidrólisis, Sustitución, Eliminación, Oxidación y Reducción

#### **f) Comportamiento del Hidrocarburo en el ambiente**

Un derrame de hidrocarburo, de forma generalizada, lleva consigo una serie de cambios progresivos de sus

propiedades físico-químicas. Estos cambios se atribuyen al proceso de intemperización o meteorización el cual se inicia una vez ocurre el derrame y continúa indefinidamente e incluye: evaporación, disolución, dispersión, oxidación, emulsión, sedimentación y biodegradación (Web Gestión-Calidad Consulting).

La tasa de intemperización varía en función de las características del producto derramado y de las condiciones climáticas existentes en el lugar del derrame.

Generalmente va referida a vertidos al aire libre no en el subsuelo, pero en algunos casos el derrame se produce a ras de suelo y de ahí percola hasta los acuíferos, de modo que parte del hidrocarburo percolado puede haber sufrido o sufrir, durante su movilización, este proceso.

#### **g) Fuentes de contaminación por hidrocarburos**

La contaminación por hidrocarburos se produce de forma frecuente y los principales orígenes de aparición de hidrocarburos en el suelo-subsuelo son por orden de importancia:

- Fuga de depósitos
- Vertidos accidentales
- Enterramiento de residuos que contienen hidrocarburos
- Lavado de aglutinantes de caminos asfaltados
- Riegos de caminos de tierra con aceites residuales para evitar el polvo

## **h) BTEX**

BTEX es un acrónimo de los compuestos químicos benceno, tolueno, etilbenceno y xileno, pertenecen a la categoría de contaminantes que se denomina compuestos orgánicos volátiles.

Se consideran juntos porque juntos suelen aparecer en derivados del petróleo como la gasolina. Por eso, cuando se evalúa la contaminación de suelos o aguas próximos a los centros de producción de petróleo o gas natural o a depósitos de gasolina, se emplea el parámetro “BTEX total” que mide la concentración conjunta de esos compuestos. A veces también se añade el naftaleno (BTEXN) o el estireno (BTEXS).

El tolueno, el etilbenceno y el sileno son especialmente dañinos para el sistema nervioso central.

## **CAPÍTULO III**

### **PLANTEAMIENTO METODOLOGICO**

#### **3.1. TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN.**

##### **3.1.1. Tipo de la Investigación**

El presente trabajo sea define como una Investigación de tipo Analítica-Descriptiva, este tipo de Investigación se definió en base al “Criterio del nivel de conocimientos que se adquieren en cumplimiento de los Objetivos de Investigación”. Y puesto que el objetivo principal es Desarrollar la fase de identificación para la elaboración del Plan de Descontaminación de suelos en la planta de producción Zinc Industrias S.A., se pasara por diversas etapas como la exploración, la descripción, la correlación y finalmente la explicación.

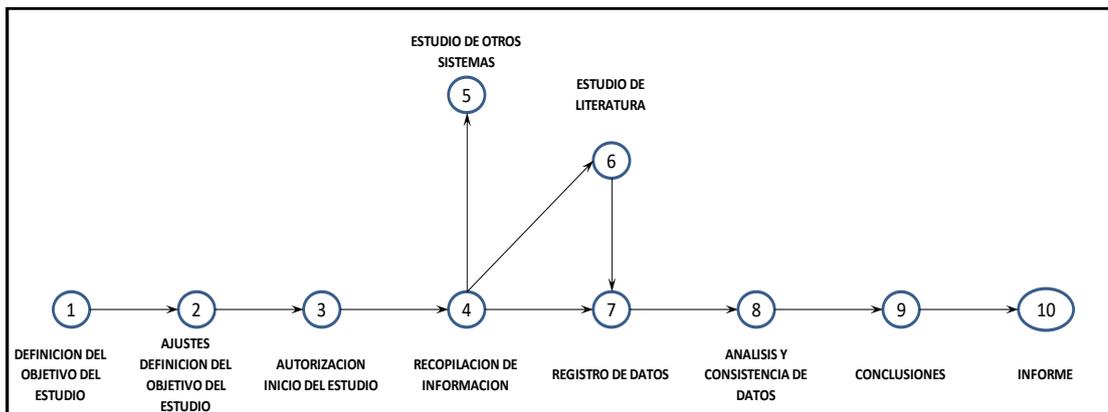
A pesar de tener definido el tipo de investigación, no se puede dejar de mencionar que en el proceso de elaboración del estudio, se hace uso e inclusión de otras tipologías, en este caso en particular, también se considera el tipo de Investigación Exploratoria que se caracteriza “Por los medios usados para la obtención de información”.

##### **3.1.2. Nivel de la Investigación**

Para la elaboración del presente trabajo, se deberán describir procesos y los fenómenos que se suscitan en los mismos para la obtención de compuestos derivados del plomo por ZINSA S.A., es así que se hará uso del nivel de Estudio Descriptivo. De esta manera estaremos dirigiéndonos de forma directa al cumplimiento de los objetivos.

En este trabajo, no podemos apegarnos aun solo nivel de investigación, puesto que se deberán recopilar datos, obtener información que será complementada y verificada durante el proceso de seguimiento y determinación de los aspectos ambientales significativos, por lo que otro de los niveles de Investigación será el Estudio Exploratorio.

**GRAFICO N° 2: Representación Gráfica del estudio**



### 3.2. METODO DE LA INVESTIGACIÓN.

En este punto se procede a describir los procedimientos de investigación a usarse para la obtención de la información necesaria y su procesamiento.

#### 3.2.1. Fijar el nivel de análisis (unidad de estudio o muestra).

El primer paso consiste en fijar el nivel de análisis. Por nivel de análisis se entiende el grado con el que el observador define su unidad de análisis en función de sus necesidades teóricas y metodológicas.

La inspección en campo de los sitios que pueden ser considerados potenciales focos de contaminación, será objeto de muestreo de suelos, así mismo, en campo se determinara el

punto de obtención de la muestra, considerando un enfoque de selección Selectivo o Dirigido.

Los dispositivos de muestreo de suelo deben escogerse luego de considerar la profundidad de la muestra a tomarse, las características del suelo, el contenido de humedad, la textura, etc., y la naturaleza del análisis de interés (por ejemplo, orgánico o inorgánico, volátil o no volátil). El muestreo de superficie se podrá escoger para derrames o contaminación recientes y para tasas reducidas de migración de contaminantes. Si los contaminantes han estado en contacto con el suelo por un período prolongado de tiempo, podrá ser necesario el muestreo a mayores profundidades.

### **3.2.2. Categorías excluyentes y exhaustivas**

**Las Categorías Excluyentes** representan el conjunto de categorías que cumplen el requisito de no solapar su contenido, de tal modo que, dado un elemento del fenómeno bajo observación, sólo puede ser registrado dentro de una categoría de ese conjunto.

**Las Categorías Exhaustivas** son el conjunto de categorías que cumplen el requisito de abarcar todos los elementos que componen el fenómeno bajo observación.

### **3.2.3. Tipo de observación, procedimiento de registro de datos.**

El presente trabajo se realizara aplicando más de un método de observación además de sus respectivos procedimientos:

- **Observación Estructurada:** Conocemos de antemano los tipos de actividades y las características que identificamos y registramos; se tendrá un plan de recogida de datos mediante observación, llevada a cabo en el contexto natural en el que se produce el fenómeno que se quiere observar y en el que el investigador trata de establecer algún tipo de control sobre la situación. En vista de ello, se realizarán muestreos en sitios de potencial interés, seleccionados en las visitas previas.
- **Experimento de Campo:** Es un experimento realizado en una situación natural. Es preciso disponer de una teoría tentativa que explique los datos que se obtengan de la observación. En el caso de suelos los datos obtenidos no serán manipulados, solo serán comparados con los estándares de calidad ambientales ECAs, a fin de determinar si existe contaminación al exceder los valores normales.

#### 3.2.4. Trabajo de campo

En líneas generales los procedimientos que se emplean para la obtención de datos conllevan una serie de actividades previas como la preparación de insumos, herramientas, equipos, etc. En resumen contar con la logística necesaria para el desarrollo del trabajo de campo, una vez que se cuenta con los recursos necesarios, el análisis de la calidad de suelo en ZINSA S.A. conllevará las siguientes actividades:

- **Revisión de la información existente sobre el lugar:** Se considera la evaluación del mapa de procesos, a fin de establecer los sitios de interés, además de las actividades auxiliares que comprenden las funciones de mantenimiento, almacenamiento y soldadura.

- **Reconocimiento del Sitio:** La inspección en campo de los probables sitios potenciales, evidenciara la existencia de focos de contaminación de suelo, en tal caso, se procederá al muestreo de suelos según el enfoque Selectivo que corresponda.
- **Muestreo Representativo del suelo:** Se obtendrán Muestras Simples, las cuales serán colectadas con una sola extracción de suelo en un determinado tiempo y en los sitios de interés encontrados.

Se obtendrán Muestras Superficiales, considerando toma de muestras no mayores a un metro. Debido a su relativa facilidad por ser rápida y de bajo costo permite la factibilidad del muestro en todos los sitios de interés.

### **3.2.5. Conclusiones**

Antes de iniciar el análisis de los datos recibidos del campo y del laboratorio, todos los datos originales deben ser revisados, verificados y comparados. Esta actividad empieza revisando todos los formularios con estos datos para ubicar errores o valores faltantes. Una vez que todos los datos han sido ingresados en el programa deseado, y han sido verificados y aceptados, es posible producir gráficos para mostrar cambios espaciales, temporales y estadísticos para una mayor evaluación.

### **3.2.6. Informe**

En esta sección se presentaran los resultados de la evaluación de la calidad de los suelos existentes en el área de instalaciones de Zinc Industrias Nacional S.A. "ZINSA S.A.". El estudio

mostrará la calidad de los suelos desde el inicio de actividades a la fecha, constituyéndose en el producto final de la Fase de Identificación del plan de Descontaminación de Suelos.

### **3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

CATIE (1986, p.8), argumentan “... el diseño implica una tarea de síntesis, un proceso intelectual, y por lo tanto, está sujeto al entendimiento, opiniones y formación de quien lo realiza. Por esta razón se sugiere que sea un equipo multidisciplinario y no un solo investigador el responsable de esta fase”.

Toro Jaramillo, Parra Ramírez (2006, p. 158), argumentan “La Investigación no experimental es aquella que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, es investigación donde no hacemos variar intencionalmente las variables independientes. Lo que hacemos en la investigación no experimental es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos”.

En vista de lo mencionado, se usara un diseño No Experimental, en el que nos centraremos en analizar cuál es el nivel o estado de una o diversas variables en un punto en el tiempo.

### **3.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.4.1. Hipótesis General**

Al Desarrollar la Fase de Identificación del Plan de Descontaminación de suelos, se determinara que existe daño ambiental en el suelo, de la Planta de Producción de Zinc Industrias Nacional.

### **3.4.2. Hipótesis específica**

- Las actividades y procesos que se realizan en Zinc Industrias Nacional S.A., generan contaminación del suelo en su planta de producción.
- En la planta de producción de ZINSA S.A. existen sustancias de interés en los focos potenciales de contaminación.
- La evaluación de la calidad del suelo permitirá identificar la concentración de las sustancias de interés, determinando la existencia de contaminación.

## **3.5. VARIABLES**

### **3.5.1. Variables independientes**

#### **A. Descripción**

- Calidad del suelo en la planta de producción de ZINSA S.A.

#### **B. Indicadores**

- Estándares de Calidad Ambiental Suelos (ECAs).

### **3.5.2. Variable dependiente**

#### **A. Descripción**

- Actividades a realizar posteriores a la fase de Identificación del PDS ante Daño Ambiental en el medio suelo (Contaminación).

#### **B. Indicadores**

- Fase de caracterización (Elaboración del PDS).
- Fase de Remediación (Posterior al PDS)

### **3.6. COBERTURA DEL ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN.**

#### **3.6.1. Universo**

Tamayo (2004, p. 148), Indica *“Universo: Totalidad de elementos o fenómenos que conforman el ámbito de un estudio o investigación.// Población total de la cual se toma una muestra para realizar una investigación”*

El Universo de Estudio que se identifica en el presente estudio son las diversas áreas de procesos y actividades de la planta de producción de ZINSA S.A.

#### **3.6.2. Población**

Tamayo (2004, p. 111), Indica *“Población: Totalidad del fenómeno a estudiar.// Grupo de entidades. // Personas o elementos cuya situación se está investigando”*

La población la constituye los procesos y actividades de la planta de producción de ZINSA S.A., que se consideran son generadoras de aspectos ambientales significativos.

#### **3.6.3. Muestra**

Neil J. (1999, p. 96), Indica *“Si no es posible someter a prueba a todos los miembros de la población, la única opción es seleccionar una muestra, un subconjunto de la población”.*

La toma de muestras se definió utilizando la información del sitio de potencial interés y la información recabada por parte de los profesionales expertos in-situ en la visita a la planta de producción de ZINSA S.A.

#### **3.6.4. Muestreo**

En el presente trabajo se han ubicado diversos puntos de monitoreo, de los cuales se han obtenido resultados de cada uno de los parámetros monitoreados para Calidad de Suelos; cuyos resultados están sustentados con los Informes de Ensayo (Ver Anexos) realizados por los Laboratorios que se encuentran debidamente acreditados.

### **3.7. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y FUENTES DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **3.7.1. Técnicas de la investigación**

- **Planeación:** Dentro de los diversos propósitos que contiene, nos centraremos en Establecer el procedimiento adecuado para realizar el trabajo, así como fijar el tiempo y el orden en el que se desarrollaran las operaciones.
- **Elaboración de Esquemas:** Con el que identificaremos en forma gráfica y analítica los puntos de monitoreo, de acuerdo a su importancia relativa y la relación que existan entre las mismas.
- **La Observación Científica:** Con la que tomaremos información, la registraremos y posteriormente la analizaremos, considerando que tenemos un objetivo claro, definido y preciso; que es obtener de las muestras los parámetros y características actuales para su posterior contraste con los estándares que la norma exige.

### 3.7.2. Instrumentos de la investigación

Heinemann (2003, p. 10), argumenta “*Los métodos y técnicas de investigación empírica son instrumentos por medio de los cuales se puede obtener valores exactos de medición respecto a los correspondientes objetos de investigación para, así, solucionar problemas científicos. Estos instrumentos deben conocerse y su aplicación, dominarse*”

El correcto uso y cuidado de las herramientas utilizadas en el muestreo de suelos contaminados, acompañado de una metodología, en este caso la de SGS del Perú, empresa especializada que garantiza la calidad de la muestra . A continuación se describirá la metodología aplicada para garantizar la calidad de la muestra y su preservación.

**TABLA N° 2: Parámetros y Muestras como Instrumentos de la Investigación**

<b>Parámetro</b>	<b>Tipo de envase</b>	<b>Tamaño mínimo de muestra</b>	<b>Tipo de muestra</b>	<b>Preservación</b>	<b>Tiempo de Almacenamiento</b>
Fracción de hidrocarburos F1 (C5-C10)	Vial de 40 ml	1 Vial de 40 ml con agua purificada	Puntual	1° Vial con preservante: Añadir aproximadamente 5g de muestra (2.5 a 3 cm de muestra) al vial que contiene 1 gr de bisulfato de sodio. 2° Vial: llenar completamente de muestra. Refrigerar a menor de 6°C	7 días
Fracción de Hidrocarburos F2 (C10-C28)	Vidrio ámbar o protegida de la luz tapas con sepa teflón o lamina de aluminio.	150 gr. (un solo frasco para los dos fracciones F2 y F3)	Puntual	Refrigerar a 4°C +/- 2 °C	14 días
Fracción de Hidrocarburos F3 (C28 – C40)	Vidrio ámbar o protegida de la luz, tapas con sepa teflón o lamina de aluminio	150 gr. (un solo frasco para las dos fracciones F2 F3)	Puntual	Refrigerar a 4°C +/- 2°C	14 días
BTEX (benceno, etilbenceno, m-p xileno, o-xileno, tolueno)	Frasco de vidrio boca ancha, con tapa y sello de teflón	250 gr.	Puntual	Refrigerar a 4°C +/- 2°C	14 días
Metales	Plástico denso boca ancha	250 gr.	Puntual	≤ 6°C	3 meses, el mercurio solo 28 días.

### **3.7.3. Fuentes de recolección de datos.**

- Informe de Monitoreo Ambiental ZINSA S.A. primer semestre 2014, Emisiones atmosféricas, calidad del aire, parámetros meteorológicos; se realizó en julio del año 2014.
- Informe de Monitoreo Ambiental ZINSA S.A. segundo semestre 2014, Emisiones atmosféricas, calidad del aire, parámetros meteorológicos; se realizó en diciembre del año 2014.
- Monitoreo Metales PDS 2015 ZINSA S.A., monitoreo de suelos – metales, hidrocarburos, BTEX (benceno, etilbenceno, m-p Xileno, o-Xileno, Tolueno); se realizó en marzo del año 2015.
- Registro de Historial de actividades previas y posteriores, que se dieron en el terreno donde se ubica Zinc Industrias Nacional; evaluación de fuentes potenciales de interés, se realizó en marzo del año 2015.

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

#### 4.1. ORGANIZACION

##### 4.1.1. Descripción de la Empresa

La planta Zinc Industrias Nacionales S.A. (ZINSA S.A.), fundada en 1974 en la actualidad se encuentra ubicado en la Av. Néstor Gambeta N° 9053 Callao, el giro principal es la fabricación de productos no ferrosos. El área que ocupa es de 20,800.02 m<sup>2</sup>.

La planta colinda con:

- Por el Norte : Empresa FADESA.
- Por el Sur : Av. B.
- Por el Este : Av. Néstor Gambeta.
- Por el oeste : Empresa SAMTPESA.

**TABLA N° 3: Datos generales de la Empresa**

<b>DATOS GENERALES</b>	
Nombre de la empresa:	ZINC Industrias Nacionales S.A
RUC:	20100015014
Dirección:	Av. Néstor Gambeta No 9053
Distrito:	Callao
Provincia:	Constitucional del callao
Región:	Lima
CIU:	27320 – Fundición de metales No Ferrosos
Fecha de inicio de Actividades:	30 de abril 1974
Representantes legal:	Raúl Alberto Rivero Aguilar
Teléfono / Fax:	613-7500/577-6452
E-mail:	Alberto.rivero@zinsa.com.pe

#### **4.1.2. Usos del Suelo Actual e Histórico**

Zinc Industrias Nacionales (Zinc) fue fundada en 1974, dedicada a la Fundición de Metales No Ferrosos como: bolas de Zinc, Sulfato de Zinc, Polvo de Zinc, Aleaciones de (Zinc, cobre, Plomo), ánodos de Zinc.

Aproximadamente en 1988 a 1989 la industria ZINSA S.A. se traslada al callao en el área que hoy se conoce como ZINSA S.A. 1 y al ver la gran demanda de sus productos a nivel nacional e internacional aproximadamente en el año 2004 adquieren el terreno donde se encuentra actualmente ZINSA S.A. 2.

A continuación se describirá de los antecedentes de cada uno de los terrenos adquiridos por parte de ZINSA S.A., cabe señalar que no se encuentran muchas evidencias acerca de los antecedentes del uso del suelo. La información que se ha podido recabar se encuentra en las partidas registrales de ZINSA S.A. y en las encuestas que se ejecutaron a los trabajadores más antiguos, basándonos en el modelo que se encuentra en la guía de la identificación de suelos contaminados.

##### **Pasado Histórico ZINSA S.A.**

- ZINSA S.A. 1: De acuerdo a la información recolectada por medio de las encuestas realizadas a los trabajadores más antiguos de la industria de tiene que: aproximadamente en los años de 1987 1988 funcionaba la empresa Quimetal S.A., dedicada a la fabricación de compuestos inorgánicos en base a cobre, azufre, molibdeno, magnesio y aluminio para usos industriales y silvoagropecuarios. Cabe señalar que la empresa Quimetal S.A. tenía todo el suelo asfaltado, esto según los trabajadores encuestados.

- ZINSA S.A. 2.- El historial de este terreno no se sabe con exactitud, puesto que por los años de 1998 los propietarios eran una sociedad conyugal, que según declaratoria de fábrica contaba con cochera para unos 23 autos, lo que lleva a concluir que posiblemente lo usaban de estacionamiento. Según las encuestas que se realizaron indicaron que antes de que ZINSA S.A. lo comprara, funcionaba la empresa Listos S.A., su actividad era la fabricación de cercos de cemento y postes de cemento; posterior a ello indicaron que fue alquilado por una empresa de soldadura y también era depósitos de grúas y maquinarias textiles. En el año 2004 es comprado por ZINSA S.A. y según reportes de ellos y los trabajadores indicaron que el piso era de tierra.

#### **Actualidad ZINSA S.A.**

- La Empresa ZINSA S.A., tiene un área de 20,800.02 m<sup>2</sup> donde funciona ZINSA S.A. 1 y ZINSA S.A. 2. En la actualidad la empresa ZINSA S.A. cuenta suelo asfaltado y de concreto, esto con la finalidad que no haya infiltraciones a causa de los diferentes procesos que realizan. La actividad principal de la empresa en la producción de metales no ferrosos como bolas de Zinc, Sulfato de Zinc, Polvo de Zinc, Aleaciones de (Zinc, cobre, Plomo), ánodos de Zinc, sus productos son requeridos a nivel nacional e internacional, llegando a vender sus productos a más de 47 países en los 5 continentes.. La materia prima principal es Zinc, electrolítico.

#### **4.1.3. Descripción de los Procesos Productivos**

La planta industrial de ZINSA S.A. cuenta con las siguientes líneas de producción:

- Líneas de polvo de Zinc.
- Línea de polvo de Zinc ultra fino
- Línea de aleaciones de Zinc.
- Líneas de aleaciones de Estaño.
- Línea de aleaciones de Plomo.
- Línea de aleaciones de Aluminio.
- Línea de aleaciones de Cobre.
- Línea de sulfato de zinc.
- Línea de sulfato de cobre
- Línea de óxido de zinc Sello D.
- Línea de ánodos de Zinc.
- Línea de bolas de Zinc.

Cada línea de Producción cuenta con su respectivo mapa de procesos (Ver Anexos).

#### **4.1.4. Cuadros de Materia Prima, Productos y Subproductos**

- Materia Prima e Insumos Empleados en el Proceso Industrial.

**TABLA N° 4: Materia prima e Insumos empleados**

<b>INSUMO / MATERIA PRIMA</b>	<b>2014</b>	<b>Consumo Mensual</b>
Zinc Electrolítico	1500TM	307 TM/mes
Aluminio Electrolítico	20TM	20 TM
Plomo Electrolítico	10TM	10 TM
Chatarra de Plomo	500TM	500 TM
Estaño Electrolítico	8TM	8 TM
Cadmio	1TM	1 TM
Magnesio Electrolítico	0.5TM	0.5 TM
Cobre Electrolítico	8TM	8 TM
Chatarra de Aluminio	10TM	10 TM

- Productos Finales, La Empresa ZINSA S.A. se dedica a la producción y exportación de productos no ferrosos desde abril de 1974 entre los que tenemos:

**TABLA N° 5: Cuadro Resumen de Productos Finales ZINSA S.A.**

<b>Nombre</b>	<b>Volumen de Producción (Promedio Mensual)</b>	<b>2015</b>			
		<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>
Óxido de Zinc	1587 TM	1324.296	1610.000	1532.925	1449.150
Aleaciones de Zinc	307 TM	407.790	280.799	296.264	2.598
Bolas y medias bolas de Zinc	356 TM	229.107	236.244	361.954	324.625
Anodos de Zinc	7 TM	2.300	9.093	0.756	2.211
Polvo de Zinc	76 TM	73.200	40.050	-	15.400
Sulfato de Zinc	255 TM	358.500	342.225	499.625	322.150
Aleaciones de Plomo	472 TM	384.072	393.537	324.426	473.175
Aleaciones de Aluminio	--	1.018	5.214	2.038	3.699
Aleaciones de Cobre	--	-	-	-	-
Aleaciones de Estaño	--	3.019	1.689	4.574	1.316
Sulfato de Cobre Pentahidratado	111 TM	109.825	156.175	164.050	80.800
Polvo Zinc Ultrafino	--	28.700	12.100	-	29.800

#### **4.1.5. Abastecimiento de agua**

El agua empleada para el uso de las actividades realizadas en ZINSA S.A., es obtenida mediante pozo de extracción cuyo nivel freático se ubica a una profundidad de 15 m. El agua para consumo es comprada a camiones cisterna. El consumo mensual de agua es aproximadamente de 30m<sup>3</sup>

#### **4.1.6. Suministro Eléctrico**

ZINSA S.A. se abastece del suministro eléctrico de EDELNOR, siendo el consumo mensual de aproximadamente 205kwh.

#### **4.1.7. Sitios de Disposición y Descargas**

##### **a) Almacenamiento Intermedio**

ZINSA S.A. cuenta con un área destinada al almacenamiento temporal la cual cumple con las medidas adecuadas de seguridad y cuidado del medio ambiente exigidas por la Ley general de los Residuos Sólidos -N° 273144 y su Reglamento D.L. 1065 y Modificadorio D.S. 057-2004.

##### **b) Transporte**

La disposición final de los Residuos Sólidos industriales Peligrosos y no Peligrosos, se realizan en rellenos sanitarios autorizados por DIGESA.

- **Residuos Sólidos de Origen industrial (peligrosos y no peligrosos):** Constituido básicamente por escoria de plomo, aleaciones de Zinc. La disposición final de estos

residuos lo realiza la EPS-RS: Inversiones Generales M & V E.I.R.L. RUC: 20523663641 o ANCRO S.R.L. RUC: 20431084172 y son dispuestos en los rellenos sanitarios como “RELIMA” y/o “PETRAMAS”. Es necesario acotar que las escorias de Zinc generadas en el proceso productivo (en un volumen aproximado de 25 TM por mes) son retornados al proceso, es decir son reciclados.

- **Residuos Sólidos de origen Doméstico:** En cuanto a estos residuos domésticos (papelería, envases, cartones, etc.) son dispuestos por la EC-RS.

## **4.2. CARACTERISTICAS GENERALES NATURALES DEL SITIO**

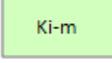
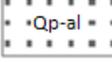
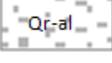
### **4.2.1. Geología**

La historia geológica del área refleja los acontecimientos más importantes de la orogenia andina en el centro del país, la cual está ligada a la evolución del geosinclinal andino. Se considera que durante casi todo el Mesozoico la región habría constituido parte del geosinclinal andino; que por ese entonces era un fondo marino, en el que se acumulaban gruesas capas de sedimentos intercalados con emisiones volcánicas submarinas. El inicio de la orogenia andina, a finales del Cretácico, eleva a posiciones continentales los volúmenes volcánicos sedimentarios mesozoicos. Paralelamente, y hasta períodos del Terciario, ocurrió la intrusión del gigantesco batolito costanero. La cuenca baja de los ríos que cruzan el área, está asentada sobre rocas de origen ígneo y sedimentario, cuyas edades corresponden al Jurásico y Cretáceo Inferior. En este periodo de tiempo ocurrieron intensas actividades volcánicas, con levantamientos y hundimientos sucesivos del nivel del mar, dando lugar a la deposición de cuerpos lávicos con intercalaciones de lutitas y

calizas; producto de dicha actividad resultaron las formaciones Santa Rosa, Puente Inga, Ventanilla, Cerro blanco, entre otros. Consecutivamente, en un ambiente de mar profundo, se depositaron sedimentos calcáreos que dieron origen a las formaciones Marcavilca, Pamplona y Atocongo. Durante el Cretáceo superior, se inicia el levantamiento de la Cordillera Occidental de los Andes, acompañado de intensa actividad magmática y volcánica, que deformó las secuencias rocosas, formando la estructura conocida como el “anticlinal de Lima“. La secuencia de los eventos antes referidos, tuvo influencia drástica e irreversible sobre la fisiografía, clima y desarrollo de la flora y fauna, que generó la inversión de la corriente de los ríos de oeste a este, (desde los andes hacia el Atlántico, formación de los valles en el flanco occidental, entre ellas las de Lurín, Rímac y Chillón. A fines del Terciario, al retirarse los mares, emergen las áreas continentales, que constituyeron los primitivos suelos de Lima.

En el cuadro N° 6, se presentan las formaciones geológicas del distrito de callao.

**TABLA N° 6: Formaciones Geológicas**

FORMACION GEOLÓGICA	SIMBOLO	LITOLOGÍA
Formación Ventanilla		Limonitas y arcillas abigarradas (illita), blandas al tacto y muy fosilíferas, se intercalan con limolitas y areniscas limosas de color gris beige finamente estratificados
Formación Cerro Blanco		Areniscas, capas de chert y algunos horizontes calcáreos que se intercalan con andesitas afaníticas
Formación Herradura		Lutitas arcillosas, areniscas, caliza silícea blanca
Formación Marcavilca		Areniscas cuarcíticas de grano fino a medio con algunas intercalaciones de lutitas
Depósitos marinos		Bolonería y gravas gruesas inconsolidadas envueltas en matriz mayormente arenosa y cementada por horizontes salinos (comúnmente denominado caliche)
Depósitos aluviales		Cantos rodados y gravas heterométricas, con matriz areno-limoso. Ocupan el cauce actual de los ríos y terrazas anegadizas
Depósitos eólicos		Acumulaciones de arena fina
Depósitos marinos		Fajas angostas de arenas de playas recientes
Depósitos aluviales		Conglomerado inconsolidado de matriz limo-arenosa, siendo frecuente observar la ocurrencia de capas lenticulares de arcillas
Depósitos eólicos		Arenas eólicas de grano fino a medio, que ocurren como mantos de arenas de grosor variable

**Elaboración: Equipo Técnico MZEE – 2011**

Tal como se puede apreciar en el Mapa N° 3.1, el área de influencia, se encuentra asentada sobre formaciones geológicas de los siguientes depósitos aluviales:

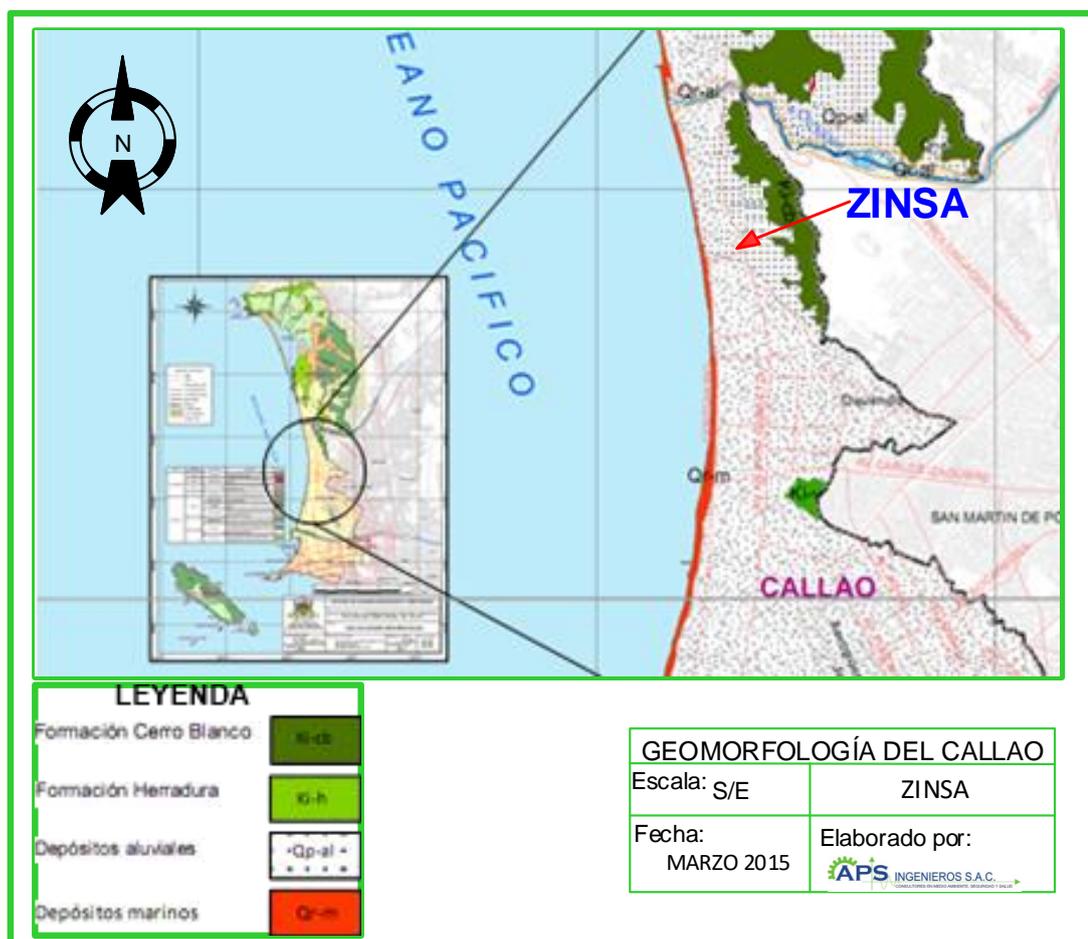
- **Depósitos aluviales (Qr-al):**

Son depósitos modernos elongados constituidos por un conglomerado inconsolidado de matriz limo-arenosa, siendo frecuente observar la ocurrencia de capas lenticulares de arcillas. Conforman los lechos y conos de deyección de ríos y quebradas.

- **Formación Cerro Blanco (Ki-cb):**

Se halla constituido por una secuencia sedimentaria volcánica que se presenta en horizontes medios a gruesos bien estratificados; consiste en arenisca, capas de chert y algunos horizontes calcáreos que se intercalan con andesitas afaníticas.

**GRAFICO N° 3: Mapa Geológico**



**4.2.2. Geomorfología.**

Esta sección describe en forma sucinta las características principales de las unidades fisiográficas las cuales son resultado de procesos de sedimentarios, tectónicos, erosivos y abanicamiento deltaico de los ríos Rímac y Chillón, proceso que

origina las planicies de valles y quebradas. El levantamiento tectónico ha originado el ondulado del terreno que luego de procesos erosivos han quedado en la actualidad como lomas y colinas o terrazas marinas.

En el área de estudio se pudo identificar la unidad morfológica de Valles y quebradas, limitando por el este con la unidad geomorfológica colinas altas, ver mapa N° 3.2.

**a) Valles y quebradas (V-q):**

Con este nombre definimos a las planicies de valles, constituidas a su vez por extensas fajas de terrazas aluviales no inundables de los sectores inferiores de los ríos Rímac y Chillón.

**b) Colinas (Ca)**

Son relieves accidentados de fuerte pendiente y poca altura. Las pendientes mayormente están comprendidas entre 15 y 50% y por definición, la altura de las elevaciones topográficas no es mayor a 300m sobre el nivel de las llanuras circundantes.

**GRAFICO N° 4: Mapa de Geomorfología**



### 4.2.3. Hidrografía.

El área metropolitana conformada por las provincias de Lima y Callao, es considerada como una sola desde el punto de vista de aguas superficiales, ya que ambos están comprometidos como parte de las cuencas de los ríos Chillón y Rímac y las actividades que se desarrollan en ambas repercuten por cada uno de ellos.

La temporalidad de los ríos Chillón y Rímac hace que solo en la estación de verano presenten caudales mayores, en los otros meses los ríos están totalmente secos debido principalmente al uso de agua en su recorrido

## **a) Aguas superficiales**

Es escasa la disponibilidad superficial de agua, existe una distribución temporal e irregular frente a la continua y creciente necesidad del agua, no solo para el uso de la población del Callao, si no para los usos de actividades agrícolas, energéticas e industriales, etc.

La extensión total de la Provincia Constitucional del Callao, abarca en gran medida la parte final de los valles del río Rímac y Chillón, y si consideramos desde el punto de vista hidrológico ello compromete a las dos cuencas en su totalidad. Los usuarios directos y principales de estos ríos incluyendo las aguas subterráneas son la población del Callao y sus distritos.

El río Chillón y el río Rímac constituyen importantes fuentes de recursos hídricos que abastecen a la Provincia Constitucional del Callao; sin embargo también constituyen fuentes de contaminación marina del litoral del Callao, tanto por el tipo de carga orgánica, inorgánica y microbiana que arrastran sus aguas.

Los análisis de aguas superficiales se basan principalmente en la distribución de caudales en las cuencas de estudio regidas por el año hidrológico. El año hidrológico se inicia el 1 de septiembre de cada año y culmina el 31 de agosto del siguiente año. En este ciclo hidrológico de 12 meses, los mayores caudales se presentan generalmente entre diciembre y abril, debido al aporte de precipitaciones estacionales, entre mayo a noviembre el río Rímac recibe los aportes del sistema regulado, es decir, las aguas

almacenadas por un conjunto de 19 lagunas, el embalse de Yuracmayo y el agua disponible del río Chillón, para el suministro de agua potable a la población de Callao y Lima.

Siendo el cuerpo de agua superficial más cercano a las instalaciones de la empresa, el río Chillón a unos 3.42 km aprox., y el mar a una distancia de 0.83 km, tal como se puede apreciar en la siguiente imagen satelital.

**GRAFICO N° 5: Aguas Superficiales**



## **b) Aguas Subterráneas**

Una parte del agua que cae a la tierra en forma de lluvia, se infiltra en el suelo, formando las acumulaciones de agua subterránea, y otra parte escurre por la superficie hacia los ríos, lagos o pantanos o se evapora.

Los acuíferos son estratos de terrenos porosos saturados de agua, de los que se puede extraer grandes cantidades de este recurso en forma rentable, siempre que los pozos sean localizados en áreas hidrogeológicamente favorables, su estructura y equipamiento sean debidamente diseñados y construidos. Por lo general, los acuíferos se van recargando de forma natural mediante filtraciones a partir de los lechos de las fuentes de agua superficial, de las áreas bajo riego, así como también de la precipitación pluvial que se infiltra en el suelo y en las rocas.

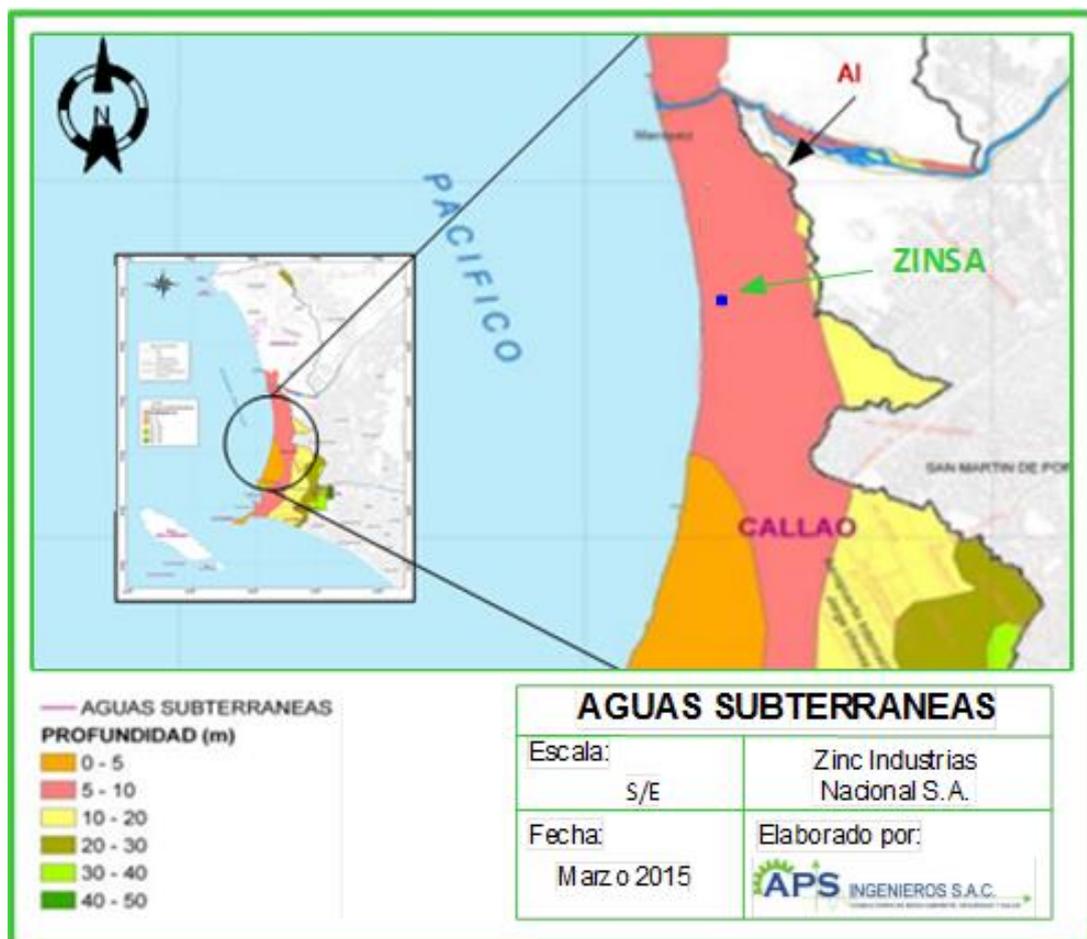
Esta agua constituye para el Callao, un recurso indispensable para abastecer a la población, industria, agricultura, etc. La calidad del agua subterránea depende en gran medida de la constitución geológica de la cuenca hidrológica y la composición litológica del acuífero

Las aguas subterráneas del Distrito del Callao, proviene básicamente de los ríos Chillón y Rímac, en el área de influencia del proyecto la profundidad de la Napa freática varía de 5 a 10 m.

Para los acuíferos del Rímac y Chillón, las principales fuentes de alimentación de la napa son las filtraciones que se producen a través del lecho de los ríos Rímac y Chillón, las

subcorrientes subterráneas provenientes de las partes altas, los canales y áreas que aún se encuentran bajo riego; a esto se suma las pérdidas por fugas en los sistemas de distribución en las áreas urbanas, dada la reducción de las áreas bajo riego por el progresivo cambio de uso de las tierras – de agrícola a urbano – las fuentes de recarga vienen disminuyendo significativamente.

**GRAFICO N° 6: Aguas Subterráneas**



#### 4.2.4. Topografía

El relieve topográfico típico a esta zona es plano a ligeramente ondulado, variando a colinas con pendientes suaves, las que se van haciendo abruptas a medida que se gana altitud, estas se encuentran en dirección al norte.

#### 4.2.5. Datos Climáticos

##### a) Aspectos Climatológicos y Meteorológicos

Para caracterizar el aspecto climatológico y meteorológico del área de influencia se utilizó información de la estación de Meteorológica más cercana al área del proyecto, siendo esta la estación CORPAC.

**TABLA N° 7: Ubicación de la Estación Meteorológica.**

Estación	Altitud (m.s.n.m.)	Latitud Sur	Longitud Oeste	Distrito	Provincia
CORPAC	12	12°01'	77°07'	Callao	Callao

**Fuente: Corpac**

Cabe indicar que se considerará la data meteorológica de los años 2011, 2012, 2013 y 2014 para apreciar la variación de las condiciones meteorológicas a través de los años.

**a) Clima.-** El clima del área de estudio, está bajo la influencia de la corriente de Humboldt, de los vientos alisios y de la Cordillera de los Andes, con diferencias regionales debidas a la latitud, altura sobre el nivel del mar y configuración geográfica del área.

**b) Temperatura.-** De acuerdo a los datos reportados en el cuadro N° 3.2 se observa que la temperatura máxima que se registra en los años 2011, 2012, 2013 y 2014 fueron en el mes de febrero, con temperatura de 27.5°C, 27.9°C, 27.8°C, 26.9°C respectivamente; mientras que la temperatura mínima para el año 2011 se registró en el mes de Septiembre (14.9°C), para el año 2012 fue en el mes

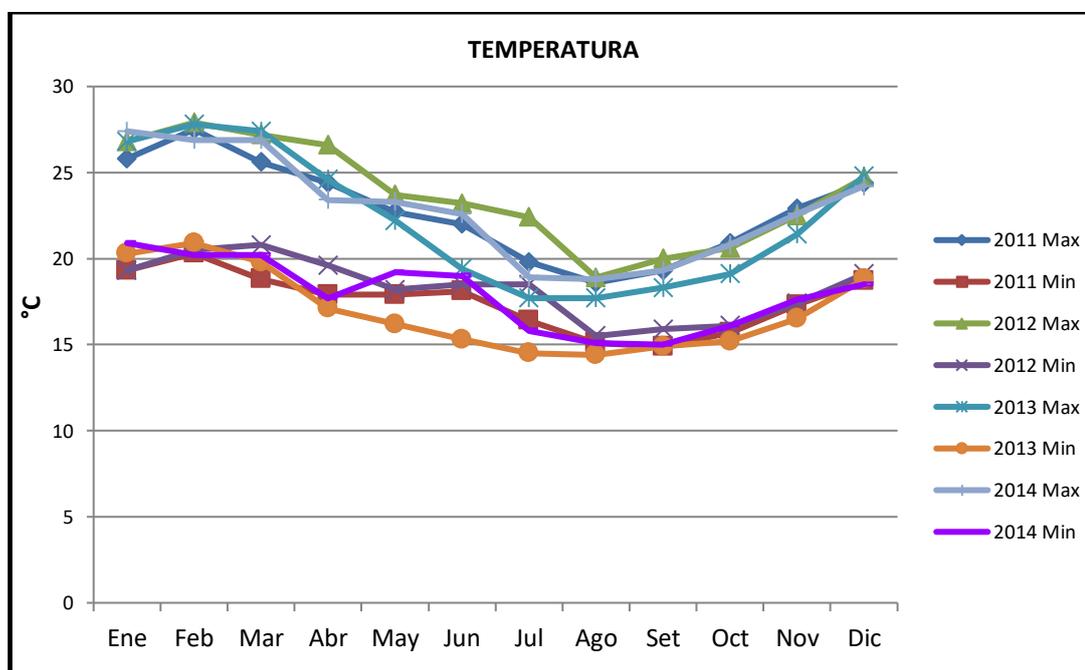
de agosto (15.5°C), para el año 2013 fue de (14.4°C) en el mes de agosto y para el año 2014 fue en el mes de Septiembre con (15°C). En el Gráfico 3.1 se observan las temperaturas máximas y mínimas de los años en mención.

**TABLA N° 8: Temperaturas Máximas y Mínimas**

Año	T°	Verano			Otoño			Invierno			Primavera		
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago.	Set	Oct	Nov	Dic
2011	Max	25.8	27.5	25.6	24.4	22.7	22	19.8	18.6	19.3	20.9	22.9	24.4
	Min	19.3	20.3	18.8	17.9	17.9	18.1	16.4	15.1	14.9	15.7	17.3	18.7
2012	Max	26.8	27.9	27.2	26.6	23.7	23.2	22.4	18.9	20	20.6	22.5	24.7
	Min	19.3	20.5	20.8	19.6	18.2	18.5	18.5	15.5	15.9	16.1	17.4	19.1
2013	Max	26.8	27.8	27.4	24.6	22.2	19.4	17.7	17.7	18.3	19.1	21.4	24.8
	Min	20.3	20.9	19.8	17.1	16.2	15.3	14.5	14.4	14.9	15.2	16.5	18.8
2014	Max	27.4	26.9	26.9	23.4	23.3	22.6	18.9	18.8	19.3	20.8	22.6	24.2
	Min	20.9	20.2	20.2	17.7	19.2	19	15.8	15.1	15	16.1	17.6	18.5

Fuente: CORPAC

**GRAFICO N° 7: Temperatura Máximas y Mínimas (2011-2014)**



c) **Precipitación.-** Las precipitaciones que se presentaron en el año 2011 fueron bajas, registrándose valores entre 0,25

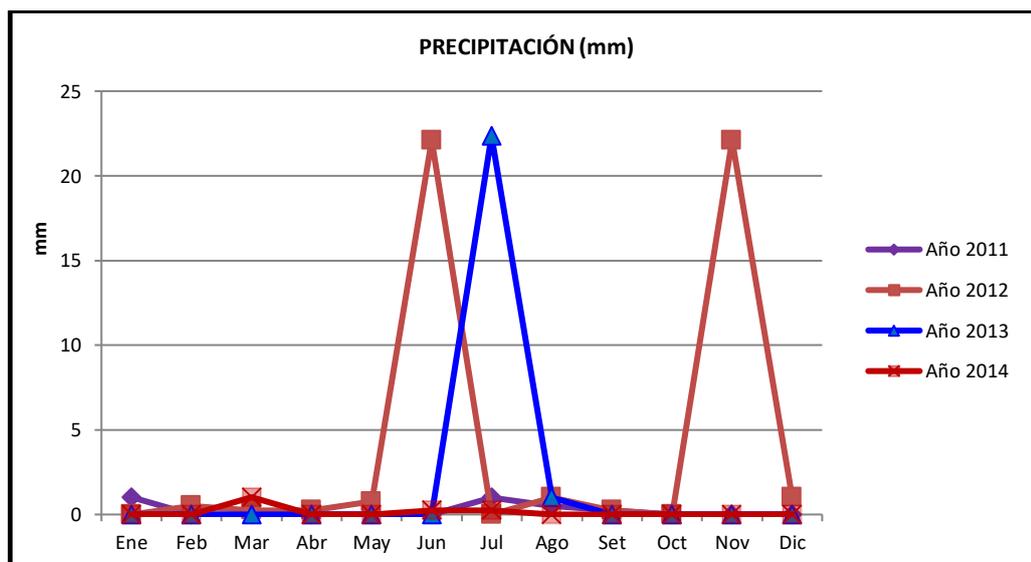
mm y 1,02 mm; para el año 2012 las precipitaciones en los meses de Junio, Noviembre fueron altos (22.1mm ) y en los meses de febrero, marzo, abril, mayo, agosto, septiembre y diciembre se registraron valores bajos entre 0,25 mm y 1,02; en el año 2013 solo se presentó precipitaciones en los meses de julio y agosto, 22,35 mm y 1,01 mm respectivamente; mientras que en el año 2014 solo se presentó precipitaciones en los meses de Marzo, Junio y Julio (1.02mm, 0.25mm y 0.25mm ) respectivamente tal como se muestra en *el cuadro 3.3 y en el gráfico 3.2.*

**TABLA N° 9: Precipitación Total mensual (mm) (Año 2011-2014)**

Año	Verano			Otoño			Invierno			Primavera		
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
2011	1.02	0	0	0	0	0	1.01	0.5	0.25	0	0	0
2012	0	0.51	0.25	0.25	0.76	22.1	0	1.01	0.25	0	22.1	1.02
2013	0	0	0	0	0	0	22.35	1.01	0	0	0	0
2014	0	0	1.02	0	0	0.25	0.25	0	0	0	0	0

*Fuente: CORPAC*

**GRAFICO N° 8: Precipitación Total Mensual (mm) (Año 2011-2014)**



*Fuente: APS ingenieros*

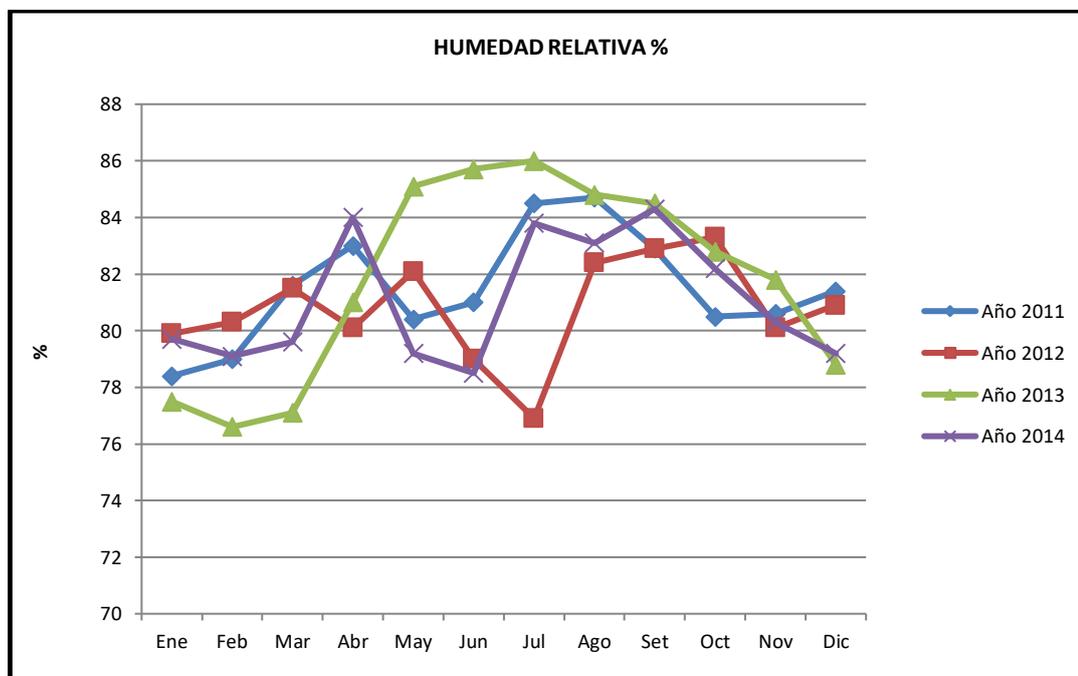
**d) Humedad Relativa:** De los datos reportados por la estación CORPAC, se observa que la humedad relativa registró el mayor porcentaje en el mes de Agosto con un valor de 84,7 % para el año 2011; 83,3% en el mes de Octubre para el año 2012, en el mes de Julio para el año 2013 (86%), y un valor de 84% en el mes de abril para el año 2014 tal como se puede observar en el cuadro 3.4. y gráfica 3.3.

**TABLA N° 10: Humedad Relativa %**

Año	Verano			Otoño			Invierno			Primavera		
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
2011	78.4	79	81.6	83	80.4	81	84.5	84.7	82.9	80.5	80.6	81.4
2012	79.9	80.3	81.5	80.1	82.1	79	76.9	82.4	82.9	83.3	80.1	80.9
2013	77.5	76.6	77.1	81	85.1	85.7	86	84.8	84.5	82.8	81.8	78.8
2014	79.7	79.1	79.6	84	79.2	78.5	83.8	83.1	84.3	82.2	80.3	79.2

**Fuente:** Fuente: CORPAC

**GRAFICO N° 9: Humedad Relativa % (Año 2011-2014)**

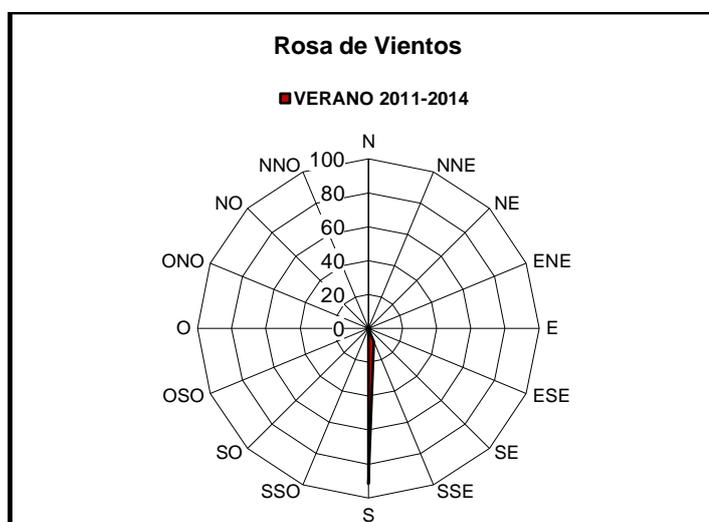


e) **Velocidad y Dirección del viento.**- La velocidad del viento registrado en el año 2011 estuvo entre los valores 2,53 y 3,92 m/s, mientras que la velocidad registrada en el año 2009 fluctuó de 2,11 a 3,65 m/s; así mismo la dirección predominante en los dos 2 años es Sur. Ver cuadro 4.5. La rosa de vientos de la dirección predominante se observa en el diagrama 5.3, 5.4 y 5.5.

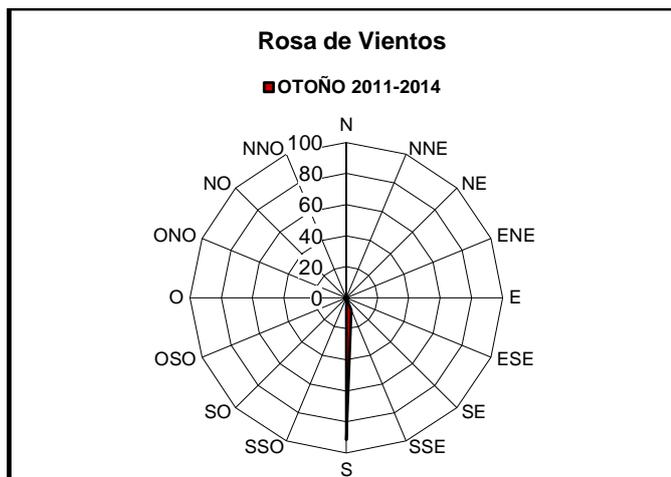
**TABLA N° 11: Velocidad y Dirección del Viento**

Año	T°	Verano			Otoño			Invierno			Primavera		
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
2011	Velocidad (Km/h)	3.25	2.94	2.14	2.75	2.75	2.86	2.81	2.50	2.94	3.17	3.17	3.50
	Dirección Prevalente	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
2012	Velocidad (Km/h)	2.86	3.03	2.83	2.53	2.39	2.89	3.11	3.06	3.22	3.08	3.58	3.53
	Dirección Prevalente	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
2013	Velocidad (Km/h)	3.81	3.39	3.08	3.14	3.14	2.89	2.94	3.50	3.31	3.97	3.67	4.39
	Dirección Prevalente	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
2014	Velocidad (Km/h)	4.06	3.25	3.42	3.39	3.81	3.83	3.44	3.53	3.47	3.75	3.75	4.19
	Dirección Prevalente	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S

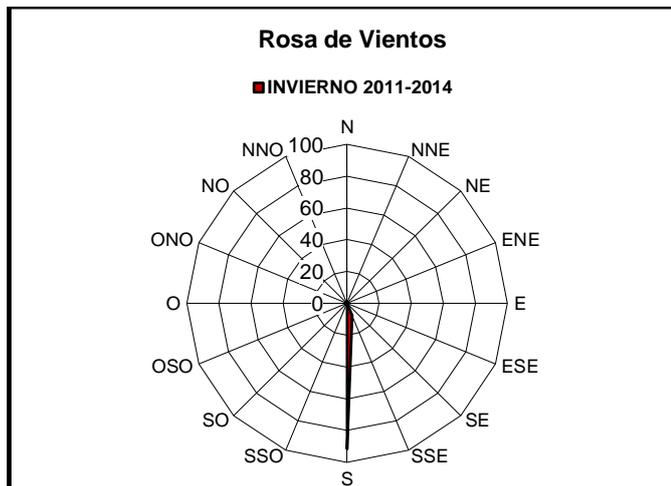
**GRAFICO N° 10: Rosa de Vientos – verano (2011-2014)**



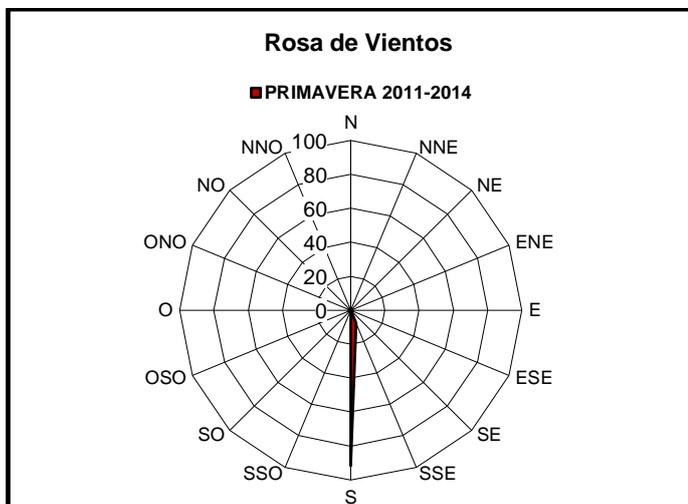
**GRAFICO N° 11: Rosa de Vientos – otoño (2011-2014)**



**GRAFICO N° 12: Rosa de Vientos – invierno (2011-2014)**



**GRAFICO N° 13: Rosa de Vientos – primavera (2011-2014)**



#### **4.2.6. Cobertura Vegetal**

De acuerdo a la clasificación de cobertura vegetal presenta 03 tipos de áreas (Cuadro N°; Mapa N°).

El área de estudio se encuentra ubicada en el área de Centros Poblados, pero se encuentra cerca de la zona de cultivos agropecuarios y de la zona de planicies costeras y estribaciones andinas sin vegetación.

##### **a) Cultivos agropecuarios.**

Este tipo de cobertura vegetal se extiende sobre una superficie aproximada de 117 92 has, que representa el 0.96% del área de la Provincia Constitucional del Callao.

Es importante precisar que estas áreas cubren una mayor superficie en los valles costeros de los ríos Fortaleza, Pativilca, Chancay, Chillón, Rímac, Lurín, Mala y Cañete. Otras áreas se ubican en las laderas del macizo andino. Se distinguen dos grandes grupos de cultivo agropecuarios: los cultivos de los valles de la costa con riego y los cultivos de la serranía en seco.

Entre los cultivos costeros bajo riego se mencionan a los siguientes: algodón, maíz, menestras (frijoles canario y castilla, pallares, camote, vid, marigol, esparrago, ají, hortalizas diversas, sorgo, alfalfa, frutales (manzana, durazno, melocotón, vid, pepino, higos, naranjas, sandía etc.). Entre los principales cultivos de seco figura el maíz.

**b) Planicies costeras y estribaciones andinas sin vegetación (PI ce /Sv)**

Este tipo de cobertura vegetal ocupa una superficie de 3766,10 has, que representa el 59.00% del área total de la provincia constitucional del callao, localizado por debajo de ámbito de los matorrales.

Es importante destacar que en este lugar la vegetación silvestre es muy escasa. Sin embargo es posible encontrar algunas especies de cactáceas que soportan condiciones de extrema sequía, también se pueden localizar alguna vegetación herbácea de vida efímera o temporal. La isla san Lorenzo, no ha sido incluida en esta unidad por encontrarse fuera del ámbito continental.

**c) Centros Poblados (Pb)**

Se refiere a la conformación urbana (Urbanizaciones, Asentamientos urbanos), se extiende sobre una superficie aproximada de 5879 76ha, equivale al 40.04% del área total de la Provincia Constitucional del Callao.

**TABLA N° 12: Tipos de cobertura Vegetal y Porcentaje de la Región del Callao**

<b>SIMBOLO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ha</b>	<b>%</b>
Cuap	Cultivos Agropecuarios	140.62	0.96
PI ce / Sv	Planicie costeras y estribaciones andinas sin vegetación	8 671.10	59.00
Pob.	Centros poblados	5 886.28	40.04
<b>TOTAL</b>		<b>14 698.00</b>	<b>100.00</b>

**Fuente: MZEE de la Región Callao – 2008**

**GRAFICO N° 14: Mapa de Cobertura Vegetal de la Región del Callao**



**Fuente: MZEE de la Región Callao – 2008**

### 4.3. PRESENTACION DE RESULTADOS

#### 4.3.1. Resultados parciales

##### a) Identificación de los focos Potenciales de Contaminación según los Procesos y Actividades de ZINSA S.A.

Para cada línea de Producción se determinó una determinada actividad, residuo que genera, manejo del residuo y su caracterización, en el siguiente cuadro se detalla lo mencionado según la actividad

**TABLA N° 13: Cantidad de Residuos y Manejo de los mismos**

Actividad Interna Generadora	Residuo Generado	Manejo del Residuo	Caracterización
Sistema de recuperación de polvos.	Partículas y polvos de zinc.	Reciclaje para la elaboración de sulfato de zinc.	No peligroso
Aleaciones de zinc.	Cenizas y escorias	Reciclaje para la elaboración de Sulfato de zinc	No peligroso
Elaboración de sulfato de zinc	Residuo solido de zinc.	Almacenamiento temporal en nuestras instalaciones para luego ser dispuesto por una EPS-RS a un relleno sanitario.	Peligroso
Sistema de recuperación de polvos	Partículas y polvos de plomo	Reciclaje en el mismo horno por 2 ciclones	Peligroso
Fundición de chatarra de plomo	Escoria de plomo	Almacenamiento temporal en nuestras instalaciones para luego ser dispuesto por una	No peligroso

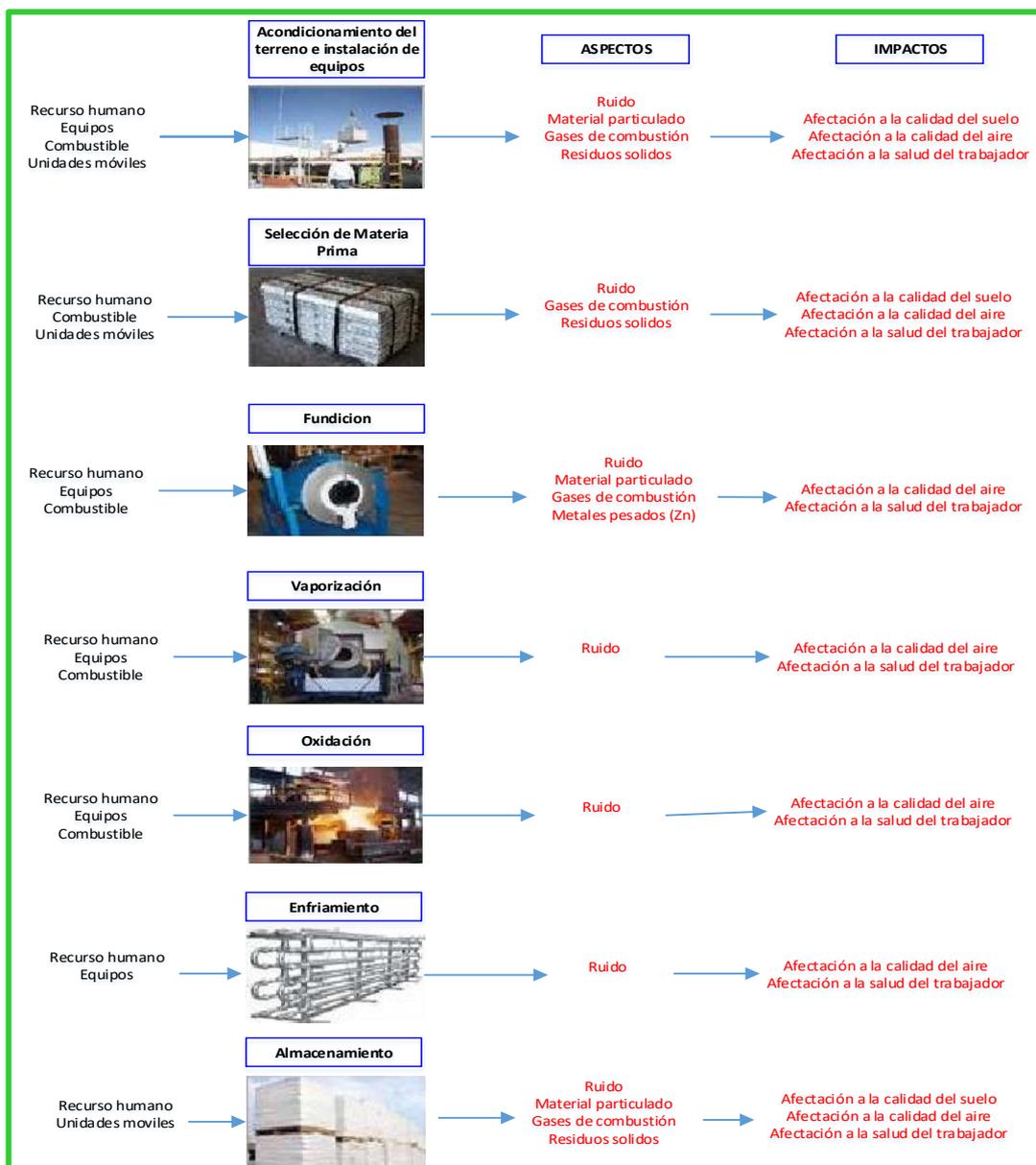
<b>Actividad Interna Generadora</b>	<b>Residuo Generado</b>	<b>Manejo del Residuo</b>	<b>Caracterización</b>
		EPS-RS al relleno industrial de RELIMA – HUAYCOLORO.	
Elaboración de aleaciones de plomo	Cenizas de aleaciones	Reciclaje para aleaciones de plomo y/o plomo puro	Peligroso
Oficinas administrativas	Papelería, envases, cartones, etc.	Almacenamiento temporal en nuestras instalaciones para luego ser comercializado a una EC-RS	No peligroso
Pozo séptico	Lodos	Disposición a través de EPS-RS al relleno sanitario PETRAMAS-HUAYCOLORO.	No peligroso
Procesos operativos	EPP y RRSS contaminados	Disposición a través de EPS-RS al relleno sanitario PETRAMAS-HUAYCOLORO	Peligroso
Procesos productivos	No reciclables	Almacenamiento temporal en nuestras instalaciones para luego ser llevado al relleno industrial de PETRAMAS – MODELO CALLAO.	No peligros.
Destape de baterías	Cascos de baterías	Almacenamiento temporal en nuestras instalaciones para luego ser dispuesto a una EC-RS	Peligroso

Como parte del cumplimiento de sus obligaciones ambientales y de acuerdo con el Diagnostico Ambiental Preliminar (DAP) aprobado mediante Oficio N° 01067-2006-PRODUCE/DIV/DGI-DAAI del año 2006, y a la Declaración de

Impacto Ambiental aprobada mediante Resolución Directoral N° 092-2013-PRODUCE/DVMYPE-I/DIGGAM del año 2013. Se desarrollaron estudios, utilizando información proporcionada por Zinsa, obtenidas de visitas a las instalaciones de la planta industrial y al entorno, por personal especializado, además de la realización del monitoreo ambiental de los siguientes estándares.

Se realizó también la calificación previa para las nuevas líneas de producción para la obtención de óxido de zinc. El estudio tiene por finalidad la identificación de los aspectos y evaluación de los impactos ambientales, así como los efectos que generaría el desarrollo del proyecto dentro de la planta y su entorno.

**GRAFICO N° 15: Diagrama de Procesos de la Nueva línea de óxido de Zinc**



Otra herramienta usada fue el mapa de riesgos, que permitió organizar la información sobre los riesgos de la empresa y visualizar su magnitud, además de conocer las estrategias implementadas ante los riesgos identificados.

Toda la información mencionada fue revisada previa a la visita de campo en la que se identificaron los focos potenciales de contaminación por parte de los profesionales expertos in-situ.

## **b) Caracterización de Focos Potenciales de Contaminación**

### **Metodología**

A fin de caracterizar y ponderar los focos potenciales de contaminación se estableció una metodología de análisis del Sitio, para lo cual se identificaron las actividades, los procesos, los aspectos ambientales y finalmente los riesgos de contaminación, todo ello en base a las condiciones y/o vulnerabilidades en el sitio. Además se tomó en cuenta la situación ambiental actual del entorno y sus componentes (aspectos sociales, económicos, culturales y ambientales) en el área de influencia directa e indirecta. Los tipos de selección de áreas de análisis fueron:

- **Selección No Formal:** Esta modalidad se basa en la experiencia de los profesionales encargados de la identificación de los focos de contaminación, sin previa adquisición de información y usando como herramienta la observación in situ.
- **Selección Formal:** Esta modalidad se basa en la identificación y selección basada en Información Previa como: Monitoreos anteriores, Informes, Análisis de Procesos, Insumos usados, etc.

Una vez seleccionadas las áreas en análisis, estas se clasificaron de acuerdo a un nivel de evidencia el cual se describe a continuación:

**TABLA N° 14: Caracterización y Ponderación de Focos Potenciales**

<b>NIVEL DE EVIDENCIA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>Confirmado +++</b>	El foco está probado en campo y su existencia se infiere del análisis de los procesos industriales (diagrama de flujo) o procesos complementarios (mantenimiento, almacenaje).
<b>Probable ++</b>	El foco solo se menciona en el diagrama de flujo o planos, sin embargo no se encuentran indicios en campo.
<b>Posible +/-</b>	El foco solo se cita a menudo, sin mención específica o evidencia visual.
<b>Sin evidencias (no confirmado)</b>	La evidencia es débil, solo una mención o sugerencia.

### **Caracterización de las sustancias de interés**

Las áreas de interés se seleccionaron en base a las fuentes de contaminación encontrados como resultados de los procesos industriales y actividades complementarias, al mismo tiempo se consideraron los antecedentes del predio, para determinar. A continuación de presentaron las fichas de identificación de suelos potencialmente contaminados.

Las formas más importantes de propagación son: la dispersión por la acción del viento, la infiltración que puede tenerse en determinados sitios donde se ha concentrado y depositado los contaminantes.

La infiltración de contaminantes en el suelo es aplicable a líquidos y sólidos. (Téngase presente que la infiltración también puede producirse en lugares en que los contaminantes se han ido acumulando, por ejemplo, debido a la esorrentía o a la carga y descarga). La gran mayoría de los contaminantes líquidos se filtrarán en el suelo y se

disolverán en la humedad del suelo. Los contaminantes sólidos normalmente se propagarán en primer lugar por la superficie del suelo desde el lugar de almacenamiento (por ejemplo, por la acción del viento o de la escorrentía) y, subsiguientemente, también pueden infiltrarse en el suelo después de haber sido disueltos por la lluvia. En cualquier caso, los contaminantes se diluirán siempre en la humedad del suelo. Por lo tanto, la concentración de contaminantes en el suelo equivale a la concentración de contaminante en la humedad del suelo. Se estima que la concentración máxima del contaminante en el suelo depende de la solubilidad del mismo en el agua.

Teniendo en consideración lo mencionado y con el fin de caracterizar y ponderar los focos potenciales de contaminación en la planta de producción de ZINSA S.A., se realizó el reconocimiento de las instalaciones encontrando los siguientes sitios de Potencial Interés.

**TABLA N° 15: Identificación de Suelos Contaminados – Área Almacén de Tochos**

FUENTE		Almacén de Tochos de Plomo		SUE-01
<b>Sitio de potencial Interés</b>	Área de almacenamiento de Escorias y Tochos de Plomo			
<b>Sustancias (Componentes peligrosos)</b>	Plomo, Tierras y residuos fundentes y escorias provenientes de los hornos.			
<b>Cantidad</b>	No se determino			
<b>Condiciones</b>	El área de almacenamiento de las escorias de Plomo, se encuentran ubicados sobre una capa concreto, cercada por 03 muros, sin cubierta (techo), aquí también se realiza el proceso de quemado de escorias de Plomo.			
<b>Esquema</b>				
<b>Definición del riesgo de contaminación</b>	<b>Vías de dispersión</b>	<b>Medidas preventivas de defensa</b>	<b>Nivel de Evidencia</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción</b>			
SUE-01	Almacenamiento de Escorias de Plomo	Emisión de gases, Emisión de partículas, Infiltración	El suelo cuenta con una capa de concreto con un espesor aproximado de 0.60 m. a partir del Nivel del terreno actual y el cemento en contacto con el suelo es Portland tipo I.	Confirmado
<b>OBSERVACIONES</b>				
En la visita se observó, que las escorias de Plomo estaban en proceso de quemado				

**TABLA N° 16: Identificación de Suelos contaminados – Área Trituración de Baterías**

FUENTE		Trituración de Baterías		SUE-02	
<b>Sitio de potencial Interés</b>		Sección para Trituración de Baterías			
<b>Sustancias (Componentes peligrosos)</b>		Compuestos de plomo, Plásticos y sulfuros			
<b>Cantidad</b>					
<b>Condiciones</b>		Esta área se encuentra ubicada sobre una base de concreto, aquí se almacenan de manera temporal, las baterías para luego pasar al proceso de trituración.			
<b>Esquema</b>					
Definición del riesgo de contaminación		Vías de dispersión	Medidas preventivas de defensa	Nivel de Evidencia	
Código	Descripción				
SUE-02	Área de Trituración de baterías	Emisión de gases, Emisión de partículas, Infiltración por lixiviación.	El suelo cuenta con una capa de concreto con un espesor aproximado de 0.60 m. a partir del Nivel del terreno actual y el cemento en contacto con el suelo es Portland tipo I.	Confirmado	
<b>OBSERVACIONES</b>					

**TABLA N° 17: Identificación de Suelos Contaminados – Área de Horno Rotatorio**

FUENTE	Horno Rotatorio			SUE-03
<b>Sitio de potencial Interés</b>	Área de Hornos Rotatorios			
<b>Sustancias (Componentes peligrosos)</b>	Compuestos de Plomo, Zinc, Antimonio, Cadmio.			
<b>Cantidad</b>	No se determino			
<b>Condiciones</b>	El Horno se encuentra ubicado sobre una base de concreto, con un espacio libre que es tierra bajo la estructura tal como se muestra en la imagen.			
<b>Esquema</b>				
<b>Definición del riesgo de contaminación</b>	<b>riesgo de</b>	<b>Vías de dispersión</b>	<b>Medidas preventivas de defensa</b>	<b>Nivel de Evidencia</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción</b>			
SUE-03	Área de Horno Rotatorio	Emisión de gases, Emisión de partículas.	El suelo cuenta con una capa de concreto con un espesor aproximado de 0.60 m. a partir del Nivel del terreno actual y el cemento en contacto con el suelo es Portland tipo I.	Confirmado
<b>OBSERVACIONES</b>				

**TABLA N° 18: Identificación de Suelos Contaminados – Área de Aleaciones de Plomo**

FUENTE		Aleaciones de Plomo			SUE-04
<b>Sitio de potencial Interés</b>	Área de Elaboración de Aleaciones de Plomo				
<b>Sustancias (Componentes peligrosos)</b>	Plomo, Selenio, Antimonio, Cobalto, etc., etc.				
<b>Cantidad</b>	No se conoce				
<b>Condiciones</b>	Esta área, se encuentra sobre una base de concreto, se encuentra ubicada la infraestructura usada en los procesos para la obtención de aleaciones de Plomo.				
<b>Esquema</b>					
<b>Definición del riesgo de contaminación</b>	<b>Vías de dispersión</b>	<b>Medidas preventivas de defensa</b>	<b>Nivel de Evidencia</b>		
<b>Código</b>	<b>Descripción</b>				
SUE-04	Área de Aleaciones de Plomo	Emisión de gases, Emisión de partículas, Infiltración	El suelo cuenta con una capa de concreto con un espesor aproximado de 0.60 mts a partir del Nivel del terreo actual y el cemento con contacto con el suelo es Portland tipo I.	Confirmado	
<b>OBSERVACIONES</b>					

**TABLA N° 19: Identificación de Suelos Contaminados – Área de Mantenimiento**

FUENTE		Área de Mantenimiento		SUE-05
<b>Sitio de potencial Interés</b>	Área de Mantenimiento			
<b>Sustancias (Componentes peligrosos)</b>	Soldaduras, Metales, Etc.			
<b>Cantidad</b>	No se sabe			
<b>Condiciones</b>	El área de mantenimiento, se encuentran ubicados sobre una capa de concreto, cercada con paredes de concreto y con techo, aquí se realizan todo los trabajos de mantenimiento de equipos y maquinarias en general.			
<b>Esquema</b>				
<b>Definición del riesgo de contaminación</b>		<b>Vías de dispersión</b>	<b>Medidas preventivas de defensa</b>	<b>Nivel de Evidencia</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción</b>			
SUE-05	Área de Mantenimiento	Infiltración	El suelo cuenta con una capa de concreto con un espesor aproximado de 0.60 mts a partir del Nivel del terreo actual y el cemento con contacto con el suelo es Portland tipo I.	Confirmado
<b>OBSERVACIONES</b>				

**TABLA N° 20: Identificación de Suelos Contaminados – Área de Almacenamiento de Productos Finales**

FUENTE		Almacenamiento de Insumos		SUE-06
<b>Sitio de potencial Interés</b>	Área de almacén de insumos			
<b>Sustancias (Componentes peligrosos)</b>	Zinc, etc.			
<b>Cantidad</b>	No se sabe			
<b>Condiciones</b>	Esta área se encuentra ubicada sobre una capa de concreto, aquí se almacena de manera temporal los productos, para luego ser distribuidos a los procesos finales			
<b>Esquema</b>				
<b>Definición del riesgo de contaminación</b>	<b>Vías de dispersión</b>	<b>Medidas preventivas de defensa</b>	<b>Nivel de Evidencia</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción</b>			
SUE-06	Área de almacenamiento de insumos o Materia prima	Infiltración	El suelo cuenta con una capa de concreto con un espesor aproximado de 0.60 mts a partir del Nivel del terreo actual y el cemento con contacto con el suelo es Portland tipo I.	Confirmado
<b>OBSERVACIONES</b>				

Finalmente y de acuerdo a la calificación dada, se determinaron las siguientes fuentes:

- Almacén de Tochos de Plomo.
- Área Trituración de Baterías.
- Horno Rotatorio.
- Área de Aleaciones de plomo.
- Área de mantenimiento.
- Área de Almacenamiento de Insumos.

**TABLA N° 21: Caracterización de los Focos Potenciales**

<b>N° en Mapa</b>	<b>Foco Potencial</b>	<b>Substancia de + Interés</b>	<b>Clasificación según Evidencia</b>
01	Área de almacenamiento de Escorias y Tochos de Plomo	Compuestos de Plomo, Antimonio, Cadmio, Zinc.	+++
02	Sección para Trituración de Baterías	Compuestos de plomo, Plásticos, compuestos ácidos.	+++
03	Área de Hornos Rotatorios	Compuestos de Plomo, Monóxido y Dióxido de Carbono	+++
04	Área de Elaboración de Aleaciones de Plomo	Plomo, Selenio, Antimonio, Cobalto, etc., etc.	+++
05	Área de Mantenimiento	Óxidos de hierro y Manganeso	+++
06	Área de almacén de insumos	Compuestos fundentes	+++

### **c) Evaluación de la calidad del suelo ZINSA S.A.**

Una vez identificados los focos potenciales de contaminación y las sustancias de interés que generan, se realizó el Muestreo de identificación de suelos contaminados en la Industria ZINSA S.A. Para ello se utilizó la información de los sitios de potencial interés y la información recabada por parte de los profesionales expertos in-situ en la visita a la planta, para la adecuada identificación y selección de los puntos de donde se obtuvieron las muestras, en los diversos puntos de obtención de muestras, se consideró:

- Observar las diferencias en las áreas seleccionadas.
- El cambio de color del suelo.
- Perturbaciones físicas y la vez permitió realizar ajustes durante las actividades de campo.

Los resultados analíticos del Muestreo de Identificación, fueron comparados inicialmente con los ECA suelo.

En el presente capítulo se muestran los resultados de cada uno de los parámetros monitoreados para Calidad de Suelos; cuyos resultados están sustentados con los Informes de Ensayo realizados por Laboratorios que se encuentran debidamente acreditados.

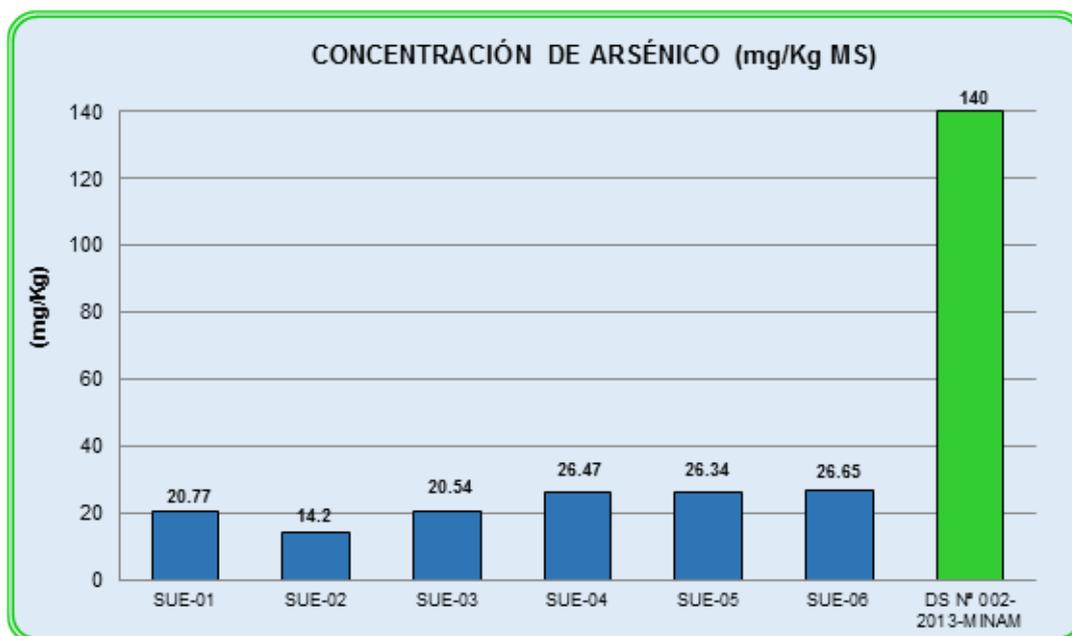
## Monitoreo de metales

**TABLA N° 22: Resultados de Monitoreo de Suelos - Metales**

Estación	Ptos. Monitoreos	Fecha	Hora		METALES				
					Arsénico (mg/Kg MS)	Bario (mg/Kg MS)	Cadmio (mg/Kg)	Mercurio (mg/Kg)	Plomo (mg/Kg)
			Inicio	Fin					
SUE-01	Tocho de escoria de plomo	20-04-2015	15:30	19:00	20.77	51.8	2.903	<0.0025	506.88
SUE-02	Trituradora de baterías	20-04-2015	15:30	19:00	14.2	47.97	0.437	<0.0025	704.44
SUE-03	Horno aleatorio	20-04-2015	15:30	19:00	20.54	52.15	2.963	<0.0025	757.9
SUE-04	Aleaciones de plomo	20-04-2015	15:30	19:00	26.47	64.08	1.502	0.0061	609.55
SUE-05	Área de mantenimiento	20-04-2015	15:30	19:00	26.34	78.52	1.012	0.0293	151.4
SUE-06	Almacén de insumos	20-04-2015	15:30	19:00	26.65	93.48	1.003	0.0333	35.24
<b>DS N° 002-2013-MINAM</b>					<b>140</b>	<b>2000</b>	<b>22</b>	<b>24</b>	<b>1200</b>

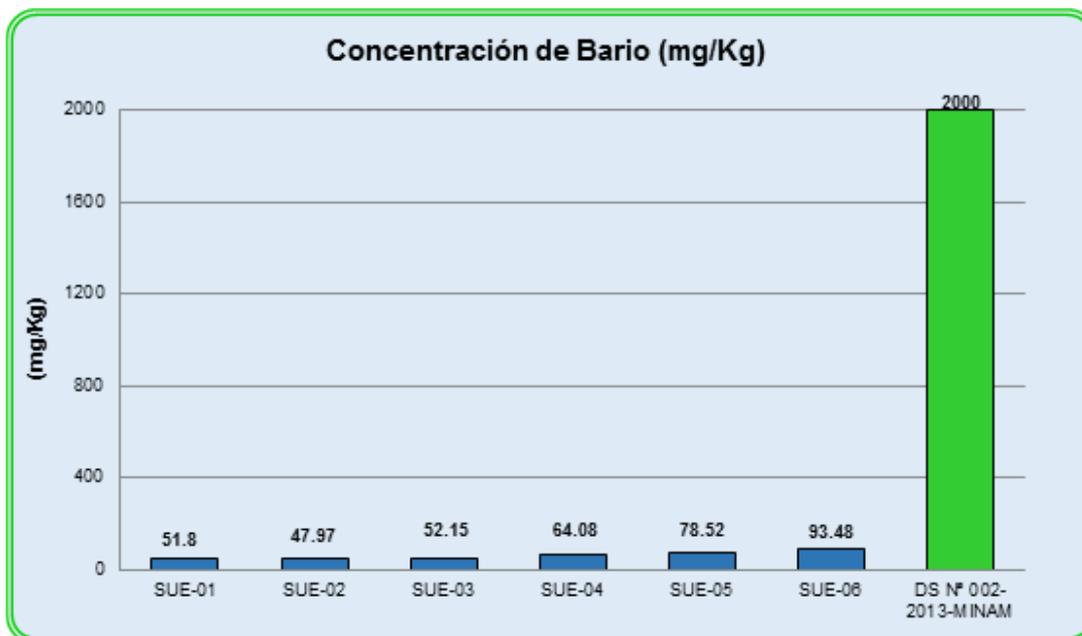
- Concentración de arsénico** según la Grafica N° los valores registrados en las 06 diferentes áreas de trabajo NO EXCEDEN el valor del ECA de 140 (mg/kg MS), establecido en el DS N° 002-2013-MINAM. Los valores más altos registrados fueron: Área de almacén de insumo (SUE-06) con 26.65 (mg/kg MS), Área de Aleaciones de Plomo (SUE-04) con 26.47 (mg/kg MS), Área de mantenimiento (SUE-05) con 26.34 (mg/kg MS). Mientras que el valor más bajo fue en el Área trituradora de baterías (SUE-02) con valor de 14.2 (mg/kg MS).

**GRAFICO N° 16: Niveles de Concentración de Arsénico (mg/kg MS)**



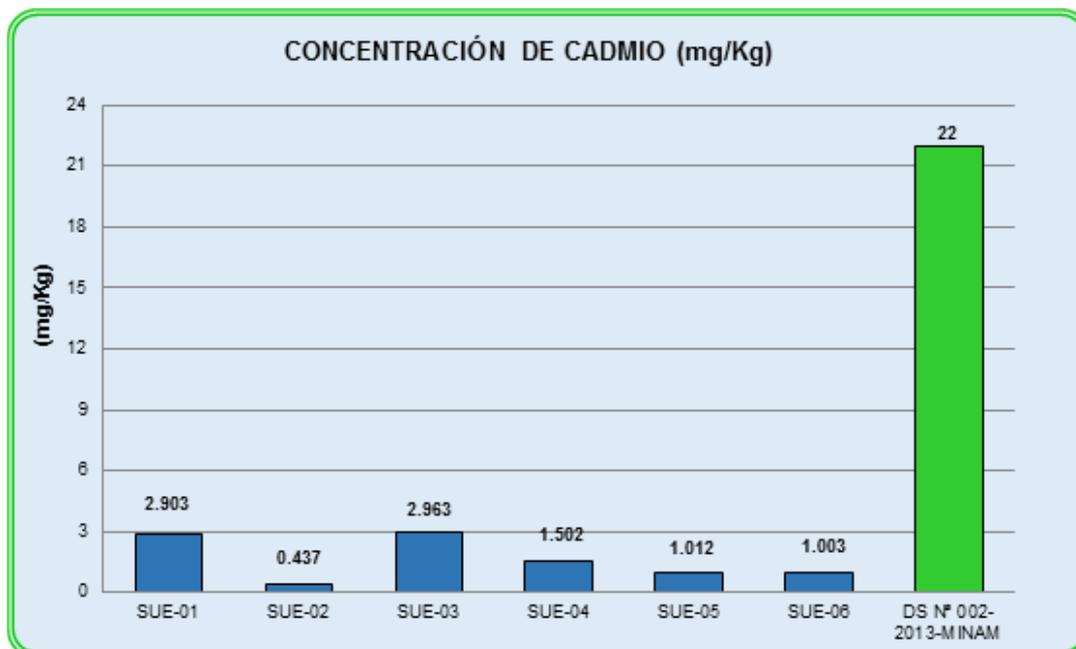
- **Concentración de Bario** según la gráfica N° los valores registrados en las 06 diferentes áreas de trabajo NO EXCEDEN el valor del ECA de 200 (mg/kg MS), establecido en el DS N° 002-2013-MINAM. Los valores más altos registrados fueron: Área de Almacén de insumos (SUE-06) con 93.48 (mg/kg MS), Área de mantenimiento (SUE-05) con 78.52 (mg/kg MS), Área de Aleaciones de Plomo (SUE-04) con 64.08 (mg/kg MS). Mientras que el valor más bajo fue en el Área de Trituradora de baterías (SUE-02) con 47.97 (mg/kg MS).

**GRAFICO N° 17: Niveles de Concentración de Bario (mg/kg MS)**



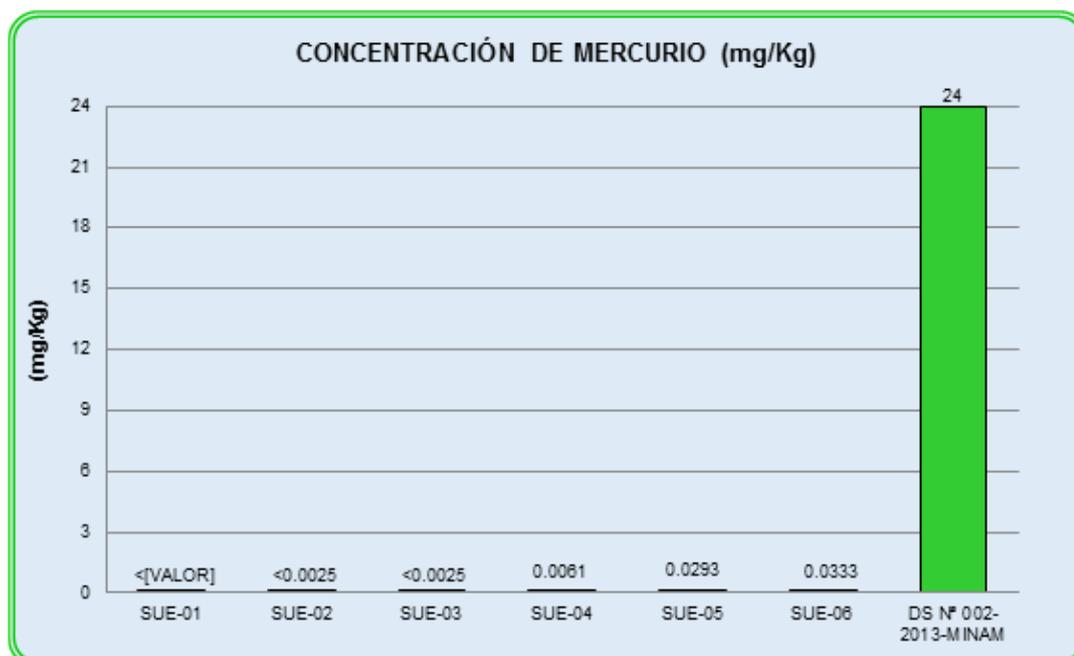
- **Concentración de Cadmio** según la gráfica N° los valores registrados en las 06 diferentes áreas de trabajo NO EXCEDEN el valor del ECA de 22.8 (mg/kg MS), establecido en el DS N° 002-2013-MINAM. Los valores más altos registrados fueron: Área de Horno Aleatorio (SUE-03) con 2.963 (mg/kg MS), Área de Tocho de Escoria de Plomo (SUE-01) con 2.903 (mg/kg MS), Área de Aleaciones de Plomo (SUE-04) con 1.502 (mg/kg MS). Mientras que el valor más bajo fue en el Área de Trituradora de baterías (SUE-02) con 0.437 (mg/kg MS).

**GRAFICO N° 18: Niveles de Concentración de Cadmio (mg/kg MS)**



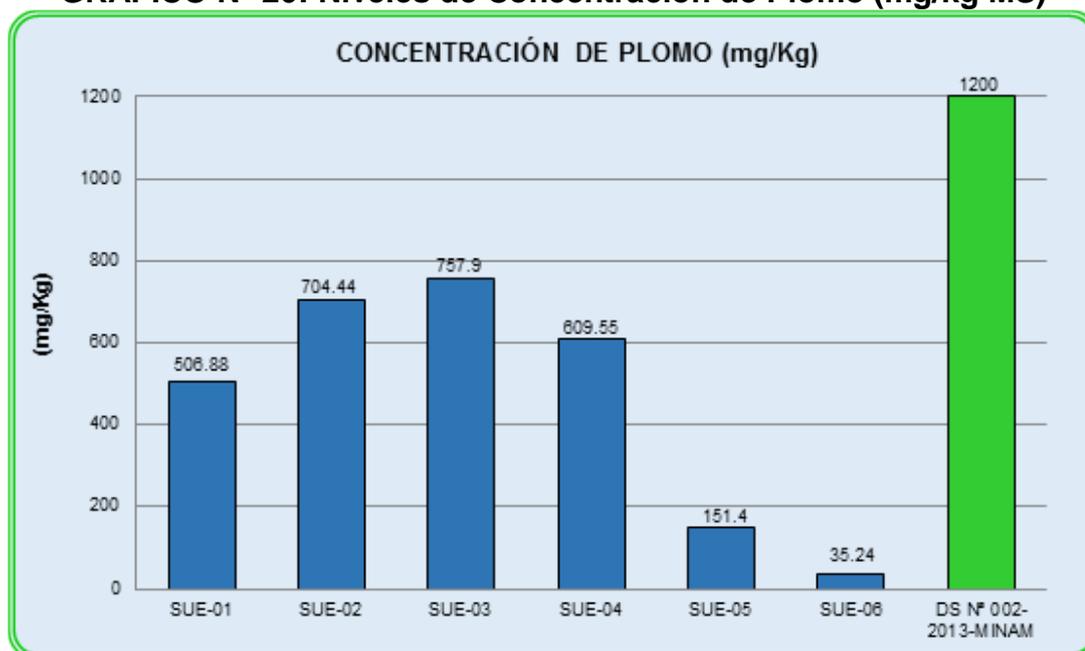
- **Concentración de Mercurio** según la gráfica N° los valores registrados en las 06 diferentes áreas de trabajo NO EXCEDEN el valor del ECA de 24 mg/kg MS, establecido en el DS N° 002-2013-MINAM. El valor más altos registrados fue: Área de Almacén de Insumos (SUE-06) con 0.0333 (mg/kg MS), Área de mantenimiento (SUE-05) con 0.0293 (mg/kg MS) Mientras que en las otras áreas monitoreadas (SUE-01, SUE-02, SUE-03) los valores son < 0.0025 (mg/kg MS).

**GRAFICO N° 19: Niveles de Concentración de Mercurio (mg/kg MS)**



- **Concentración de Plomo** según la gráfica N° los valores registrados en las 06 diferentes áreas de trabajo NO EXCEDEN el valor del ECA de 1200 (mg/kg MS), establecido en el DS N° 002-2013-MINAM. Los valores más altos registrados fueron: Área de Horno Aleatorio (SUE-03) con 757.9 (mg/kg MS), Área Trituradora de baterías (SUE-02) con 704.44 (mg/kg MS), Área de Aleaciones de Plomo (SUE-04) con 609.55 (mg/kg MS). Mientras que el valor más bajo fue en el Área de Almacén de Insumos (SUE-06) con 35.24 (mg/kg MS).

**GRAFICO N° 20: Niveles de Concentración de Plomo (mg/kg MS)**



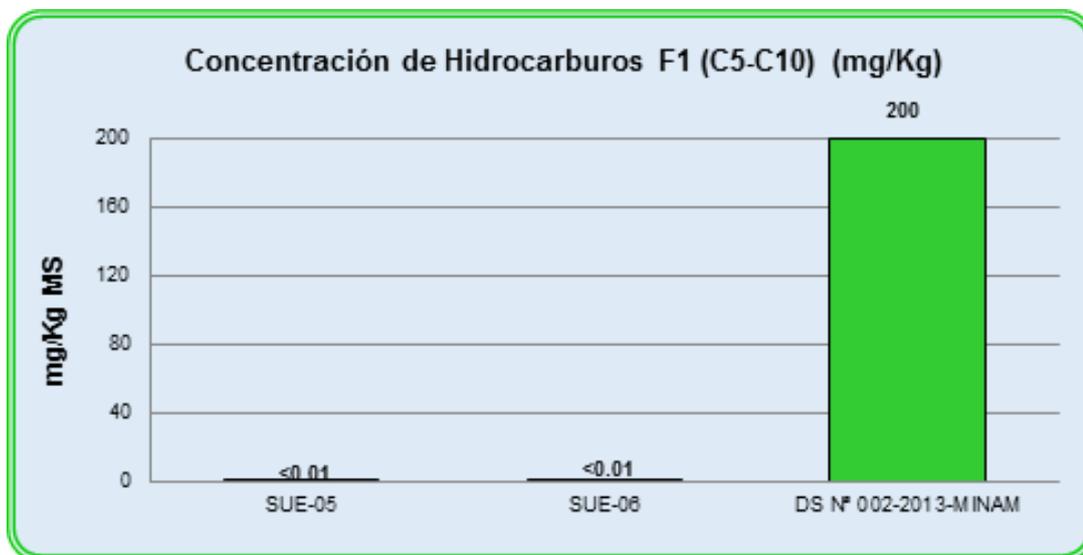
### MONITOREO DE HIDROCARBUROS

**TABLA N° 23: Resultados de Monitoreo de Suelos - Hidrocarburos**

Pto. De Monitoreo		Fracción de Hidrocarburos F1 (C5-C10) (mg/Kg)	Fracción de Hidrocarburos F2 (C10-C28) (mg/Kg)	Fracción de Hidrocarburos F3 (C28-C40) (mg/Kg)
SUE-05	Área de mantenimiento	<0.01	<3	<3
SUE-06	Almacén de insumos	<0.01	<3	<3
<b>DS N° 002-2013-MINAM</b>		<b>500</b>	<b>5000</b>	<b>6000</b>

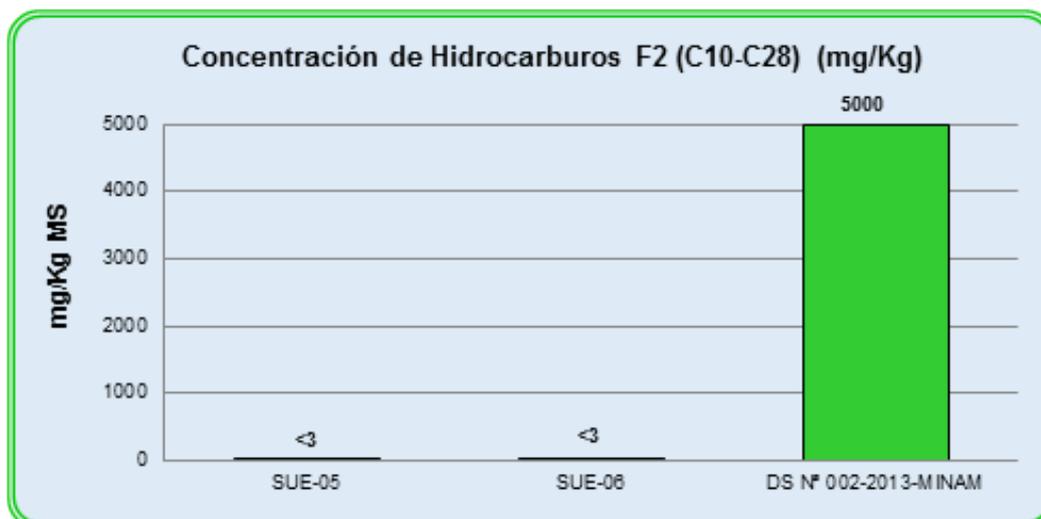
- Concentración de Hidrocarburos F1:** Según la Gráfica N° los valores registrado en las 02 áreas (mantenimiento y Almacén de insumos) NO EXCEDEN los valores del ECA 500 (mg/kg MS) establecido en el D.S. N° 002-2013-MINAM. Los valores registrados en el Área de mantenimiento (SUE-05) fue menor a 0.01 (mg/kg MS) y el valor registrado en el área de Almacén de Insumos (SUE-06) fue menor a 3 (mg/kg MS).

**GRAFICO N° 21: Niveles de Concentración de Hidrocarburos F1 (c5-c10) (mg/kg MS)**



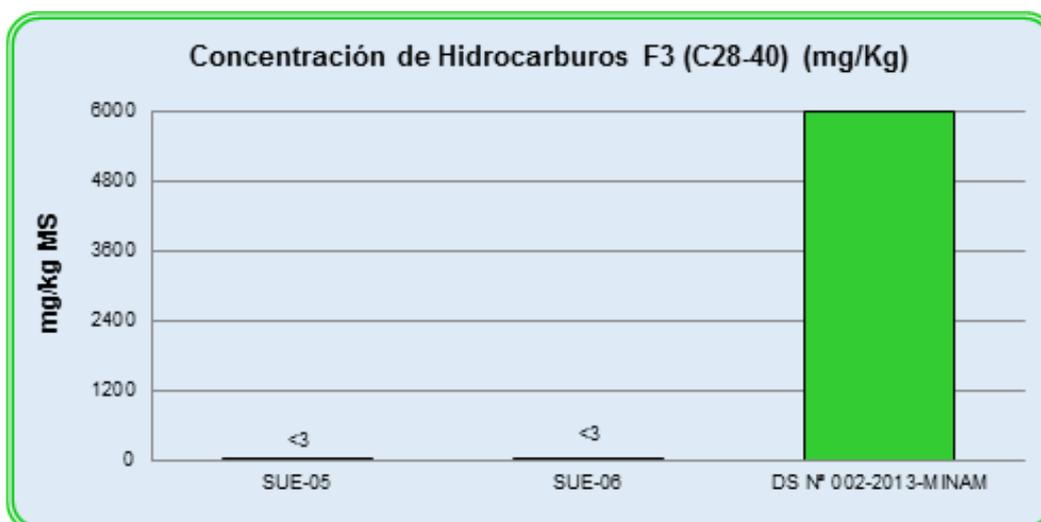
- **Concentración de Hidrocarburos F2:** Según la Grafica N° los valores registrados en las 02 áreas (mantenimiento y Almacén de Insumos) NO EXCEDEN los valores del ECA 5000 (mg/kg MS) establecido en el D.S. N° 002-2013-MINAM. Los valores registrados en el Área de Mantenimiento (SUE-05) fue menor a 3 (mg/kg MS) y el valor registrado en el área de almacén de insumos(SUE-06) fue menor a 3 (mg/kg MS).

**GRAFICO N° 22: Niveles de Concentración de Hidrocarburos F2 (C10-C28) (mg/kg MS)**



- Concentración de Hidrocarburos F3:** Según la gráfica N° los valores registrados en las 02 áreas (Mantenimiento y Almacén de Insumos) NO EXCEDEN los valores del ECA 6000 (mg/kg MS) establecido en el D.S. N° 002-2013-MINAM. Los valores registrados en el Área de Mantenimiento (SUE-05) fue menor a 3 (mg/kg MS), y el valor registrado en el área de almacén de insumos (SUE-06) fue menor a 3 (mg/kg MS).

**GRAFICO N° 23: Niveles de Concentración de Hidrocarburos F3 (C28-C40) (mg/kg MS)**



## MONITOREO BTEX

**TABLA N° 24: Resultado de Monitoreo de Suelos – BTEX**

Pto. De Monitoreo		Benceno (mg/kg MS)	Etilbenceno (mg/kg MS)	m,p-xileno (mg/kg MS)	o-xileno (mg/kg MS)	Tolueno (mg/kg MS)
SUE-05	Área de mantenimiento	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
<b>DS N° 002-2013-MINAM</b>		<b>0.03</b>	<b>0.082</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>0.37</b>

- **Concentración BTEX:** Según el cuadro N° los valores de concentración de BTEX (Benceno, Etilbenceno, m-p-xileno, o-Xileno, Tolueno) monitoreados en el Área de Mantenimiento (SUE-05), NO EXCEDEN los valores del ECA establecidos en el DS N° 002-2013-MINAM.

La concentración de Benceno, Etilbenceno, m-p-Xileno, o-Xileno, Tolueno, son menores a 0.01 (mg/kg MS).

### 4.3.2. Resultados Generales

- Los resultados obtenidos del plan de muestreo, nos indican que en metales, no se excede los ECAs establecidos en el Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo.

**TABLA N° 25: Resultados Generales**

Estación	PTOS. Monitoreos	FECHA	HORA		METALES				
			INICIO	FIN	Arsénico (mg/Kg MS)	Bario (mg/Kg MS)	Cadmio (mg/Kg)	Mercurio (mg/Kg)	Plomo (mg/Kg)
SUE-01	Tocho de escoria de plomo	20-04-2015	15:30	19:00	20.77	51.8	2.903	<0.0025	506.88
SUE-02	Trituradora de baterías	20-04-2015	15:30	19:00	14.2	47.97	0.437	<0.0025	704.44
SUE-03	Horno aleatorio	20-04-2015	15:30	19:00	20.54	52.15	2.963	<0.0025	757.9
SUE-04	Aleaciones de plomo	20-04-2015	15:30	19:00	26.47	64.08	1.502	0.0061	609.55
SUE-05	Área de mantenimiento	20-04-2015	15:30	19:00	26.34	78.52	1.012	0.0293	151.4
SUE-06	Almacén de insumos	20-04-2015	15:30	19:00	26.65	93.48	1.003	0.0333	35.24
<b>DS N° 002-2013-MINAM</b>					<b>140</b>	<b>2000</b>	<b>22</b>	<b>24</b>	<b>1200</b>

- Los resultados obtenidos del plan de muestreo, nos indican que en Hidrocarburos, no se excede los ECAs establecidos en el Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo.
- Los resultados obtenidos del plan de muestreo, nos indican que en BETEX, no se excede los ECAs establecidos en el Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo.

#### 4.4. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

De lo desarrollado en el presente trabajo como: la caracterización de focos potenciales de contaminación, identificación de sustancias de interés y evaluación de la calidad del suelo, se ha podido demostrar que la respuesta a la Hipótesis planteada es Nula.

La contrastación de la variable independiente e independiente de la Hipótesis, nos permitió determinar:

- **Contrastación de la Hipótesis Principal**

El desarrollo de la fase de identificación del Plan de Descontaminación de suelos en ZINSA S.A., nos revela que una vez presentado el informe a la autoridad correspondiente, desestimara el riesgo de contaminación del suelo, conllevando a que no se ejecuten las fases de Caracterización (Elaboración del PDS) y Remediación (posterior al PDS).

- **Variable Independiente**

***Calidad del suelo en el área de influencia de ZINSA S.A.”***

En los estudios realizados a la calidad del suelo, la comparación de los datos obtenidos con los ECAs establecidos en el Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM que aprueba los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelos; indican que ningún parámetro de comparación está por encima de lo establecido en la Norma.

- **Variable Dependiente**

***“Actividades a realizar posteriores a la fase de Identificación del PDS ante Daño Ambiental en el medio suelo (Contaminación).”***

De lo investigado, se puede afirmar que la fase de identificación es la que determinara la magnitud de la contaminación del suelo en la Planta de producción de ZINSA S.A. lo que conlleva a la definición de propuestas y actividades de remediación de los suelos contaminados.

Al encontrarse valores menores a los estándares de calidad ambiental, establecidos en el Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM que aprueba los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelos, la autoridad competente que evaluara el estudio, emitirá su pronunciamiento de No necesidad de elaborar el, dando por finalizado el estudio.

#### **4.5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

Los datos obtenidos indican que no existe contaminación, lo que a simple vista parece inusual, puesto que ZINSA S.A. se encuentra ubicada en una zona considerada de gran industria y que tiene como antecedente principal a los Niños de plomo del Callao, que a inicios del año 2000 el DISA Callao declaró en emergencia sanitaria las zonas cercanas a los depósitos de minerales.

Así los resultados obtenidos indicarían que no se debe proseguir con la segunda fase del PDS, lo que nos indica que en la actualidad ZINSA S.A. tiene implementado un sistema de reducción de emisiones y protección adecuada de los suelos ante un posible contacto de componentes tóxicos sea por derrame u otra circunstancia inesperada. Pero a pesar de no sobrepasar los ECAs establecidos, en el parámetro metales – plomo, los valores son altos, por lo que debería considerarse la posibilidad de implementar un PDS interno para reducir los índices de plomo en el suelo.

## CONCLUSIONES

- Para la identificación de los focos potenciales de contaminación se realizaron muestras en los diferentes lugares de la empresa para sí evaluar los contaminantes producidos en los suelos.
- Se determinaron las sustancias de interés al momento de caracterizar los focos potenciales de contaminación que serán los puntos de donde se obtuvieron los resultados del Muestreo de identificación, el cual se verifico que están por debajo de los ECA suelo.
- Después de revisar los muestreos de identificación para la determinación de la calidad del suelo, se concluye, que no existe contaminación de los suelos en la planta de producción de ZINSA S.A. debido a que ningún parámetro analizado, excede los estándares de calidad ambiental D.S. N° 002-2013-MINAM – Aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo.

## RECOMENDACIONES

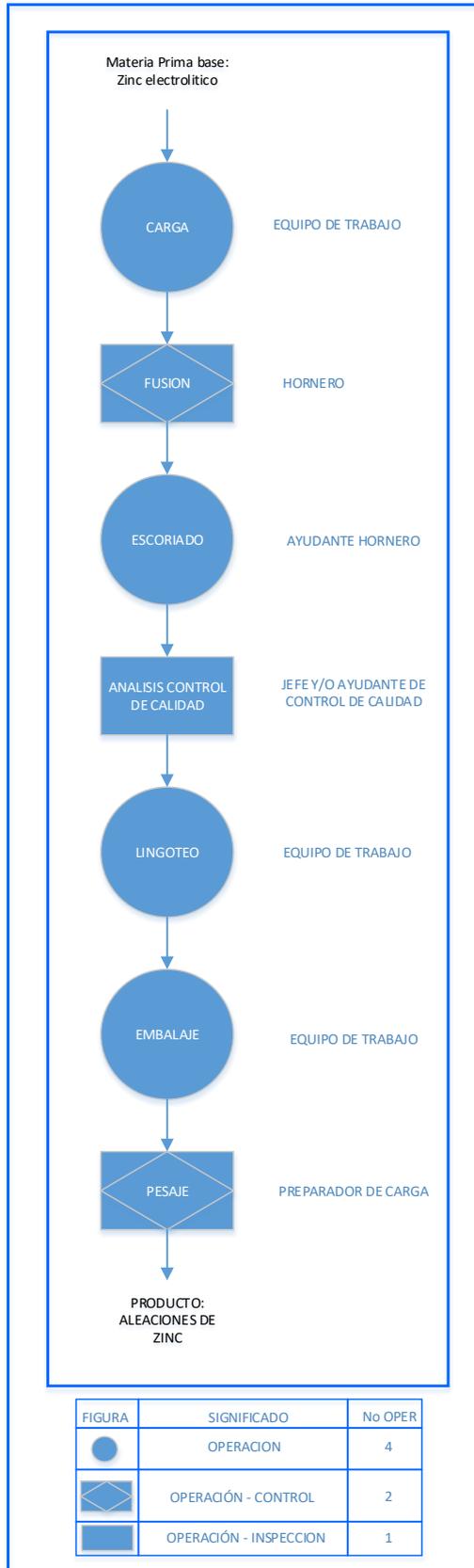
- Se recomienda la compra de equipos importantes sofisticados para un uso y un proyecto a largo plazo.
- Se recomienda el uso adecuado de indumentaria de protección personal para los operarios en el proyecto de manera que se cuide las condiciones higiénicas y de salud de los trabajadores.
- Dar una mayor importancia a la descontaminación porque existe una limitada información existente sobre estos procesos en suelos trabajados con zinc.
- Generar información científica de primera mano para conocer el adecuado manejo en los procesos de descontaminación de suelos con presencia de zinc.
- Proporcionar a los docentes y estudiantes de las diferentes Universidades un documento técnico - científico de utilidad práctica.

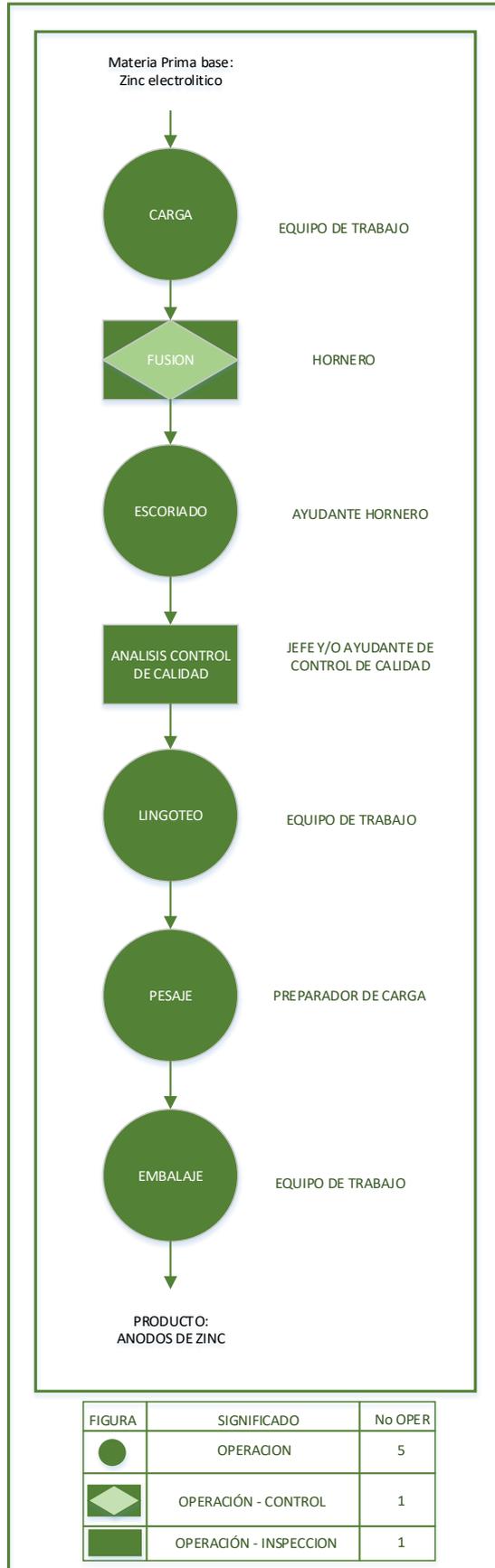
## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

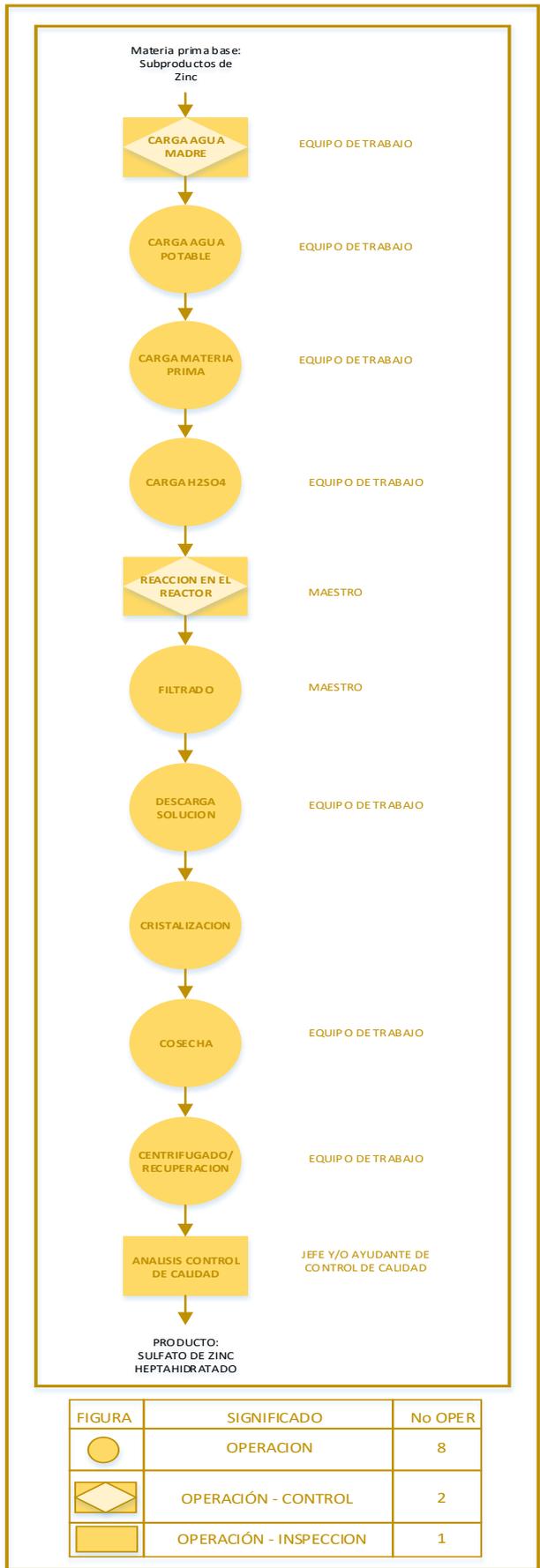
- **CRUZ VEGA, DIANA GUADALUPE 2008.-** Tesis “Remoción de metales por microorganismos productores de polisacáridos”, Centro de investigación en ciencias aplicada y Tecnología avanzada -Instituto Politécnico Nacional- Santiago de Querétaro-México.
- **GONZÁLEZ-CHÁVEZ, MA. DEL CARMEN, ÁNGELES-2005.** “Recuperación de suelos contaminados con metales pesados utilizando plantas y microorganismos rizosféricos”, TERRA-Latinoamericana, Vol. 23, Núm. 1, Universidad Autónoma Chapingo-México.
- **MAROTO ARROYO, M° Esther y ROGEL QUESADA, Juan Manuel.-** Aplicación de Sistemas de Biorremediación de Suelos y Aguas Contaminadas por Hidrocarburos - GEOCISA. Div. Protección Ambiental de Suelos.
- **NÁPOLES ÁLVAREZ, Janet y ÁBALOS RODRÍGUEZ, Arelis 2008.-** “Biorremediación de ecosistemas contaminados con xenobióticos”, Facultad de Ciencias Naturales - Centro de Estudios de Biotecnología Industrial- Universidad de Oriente, Santiago de Cuba.
- **RODRÍGUEZ G, Jorge, BERENICE QUINTANA, M, E. SOLÍS, Hugo C., BARCELÓ ICELA, Q, GORDON S, Manuel D. 2001.,** “Incubadora de Microorganismos para Biorremediación de Suelos y Tratamiento de Agua Contaminada”, Universidad Autónoma Metropolitana de Azcapotzalco - México.
- **VELASCO TREJO, J. Antonio, DE LA ROSA PÉREZ, Gustavo Solórzano y VOLKE SEPÚLVEDA, Tania L. (responsable del proyecto) 2004.-** “Evaluación de tecnologías de remediación para suelos contaminados con metales”, Dirección General del Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental- Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales – México.
- **VOLKE SEPÚLVEDA, Tania y ANTONIO VELASCO, Juan, 2002.,** “Tecnologías de Remediación para Suelos Contaminados”, Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT), México: INE-SEMARNAT. ([www.ine.gob.mx](http://www.ine.gob.mx)).

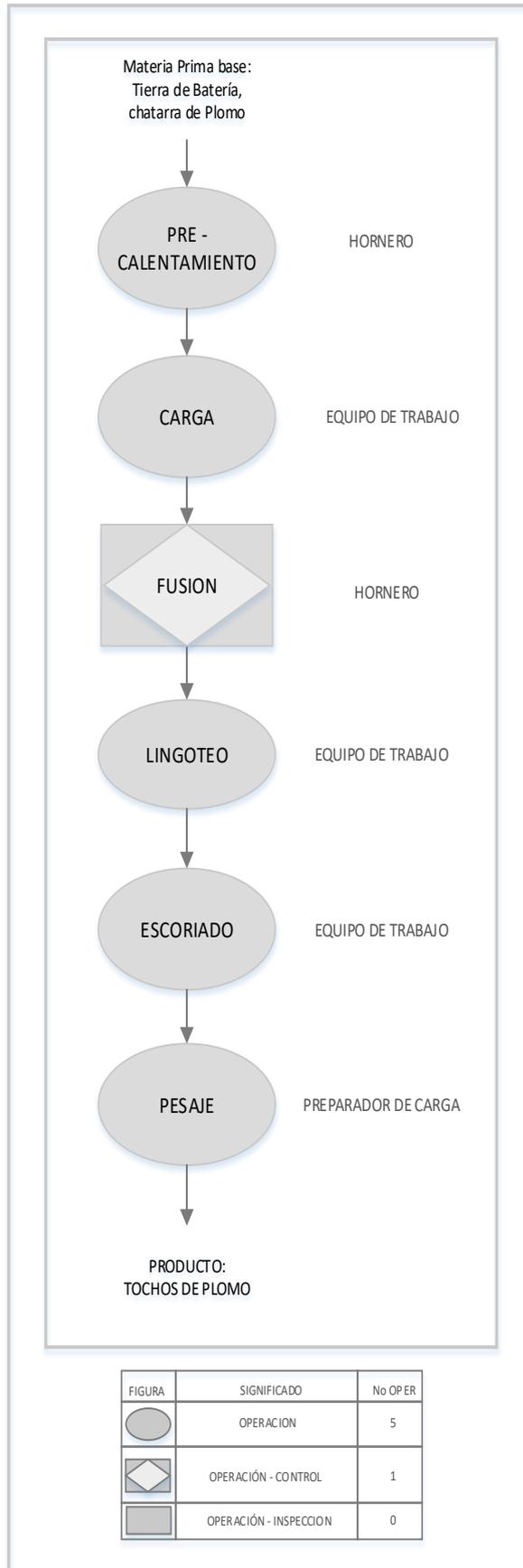
# **ANEXOS**

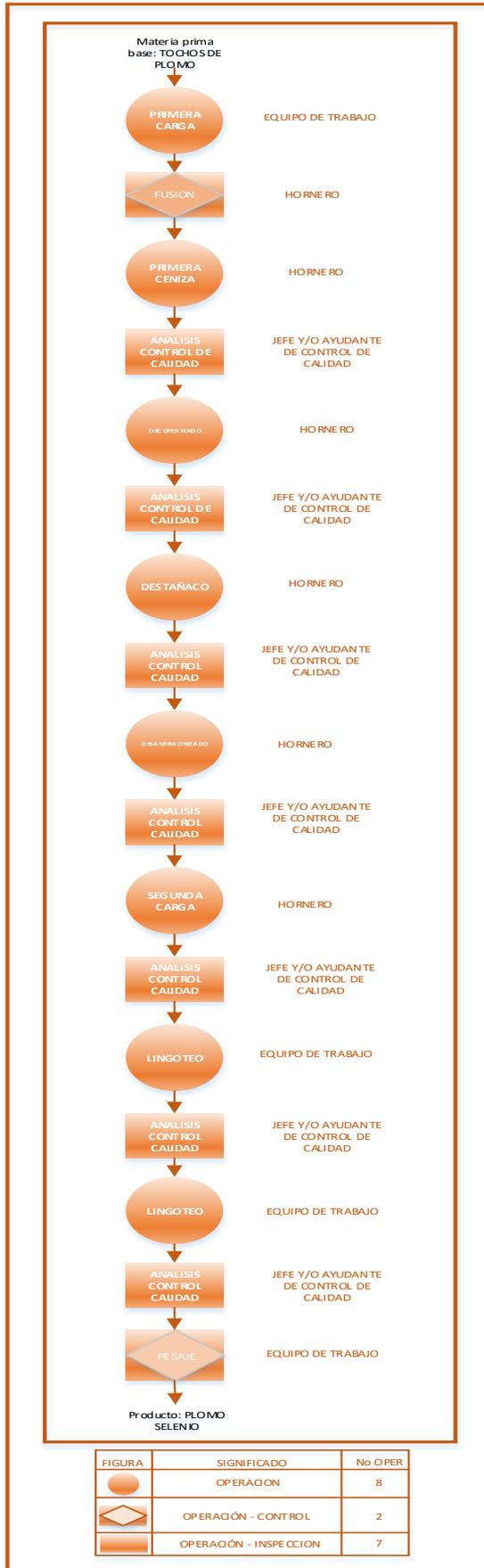
## ANEXO N° 1: MAPA DE PROCESOS

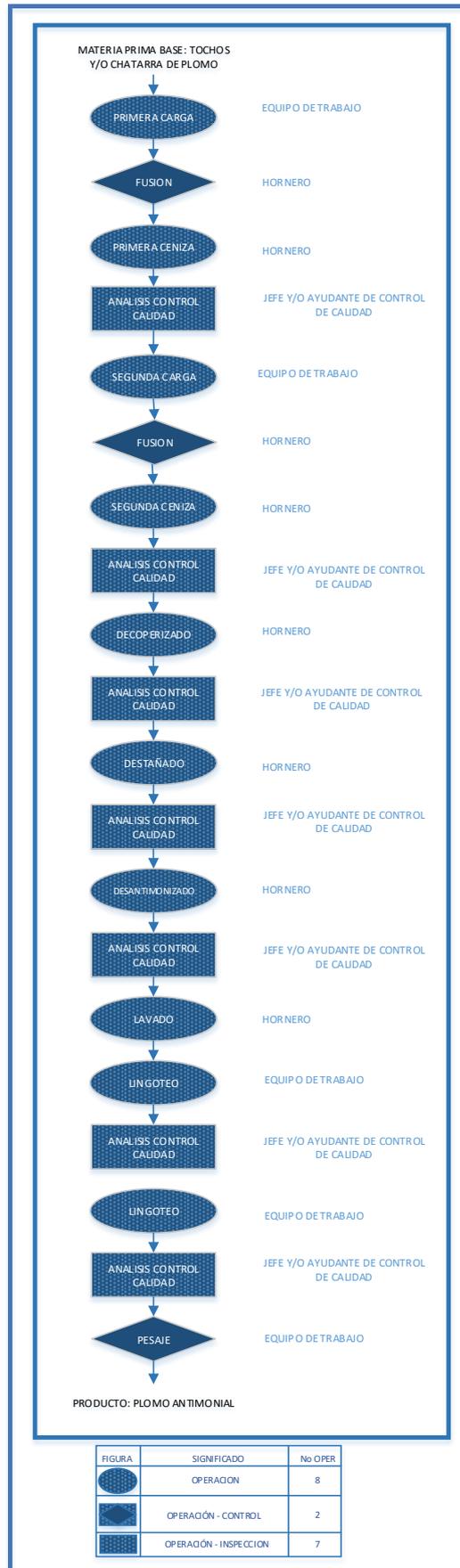


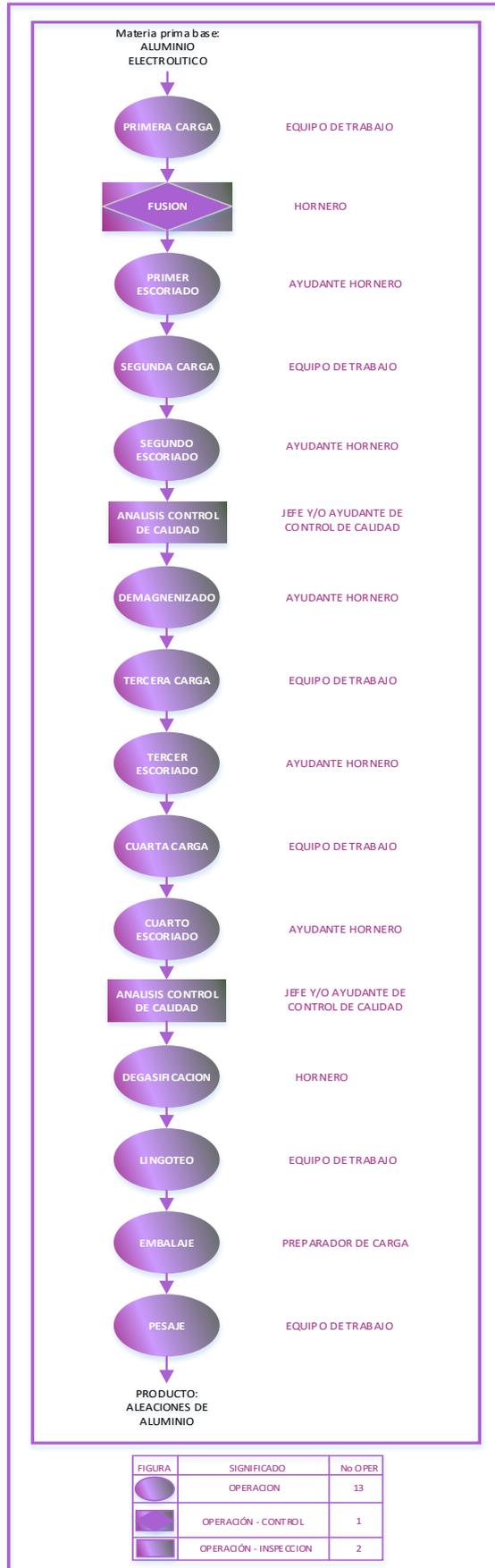












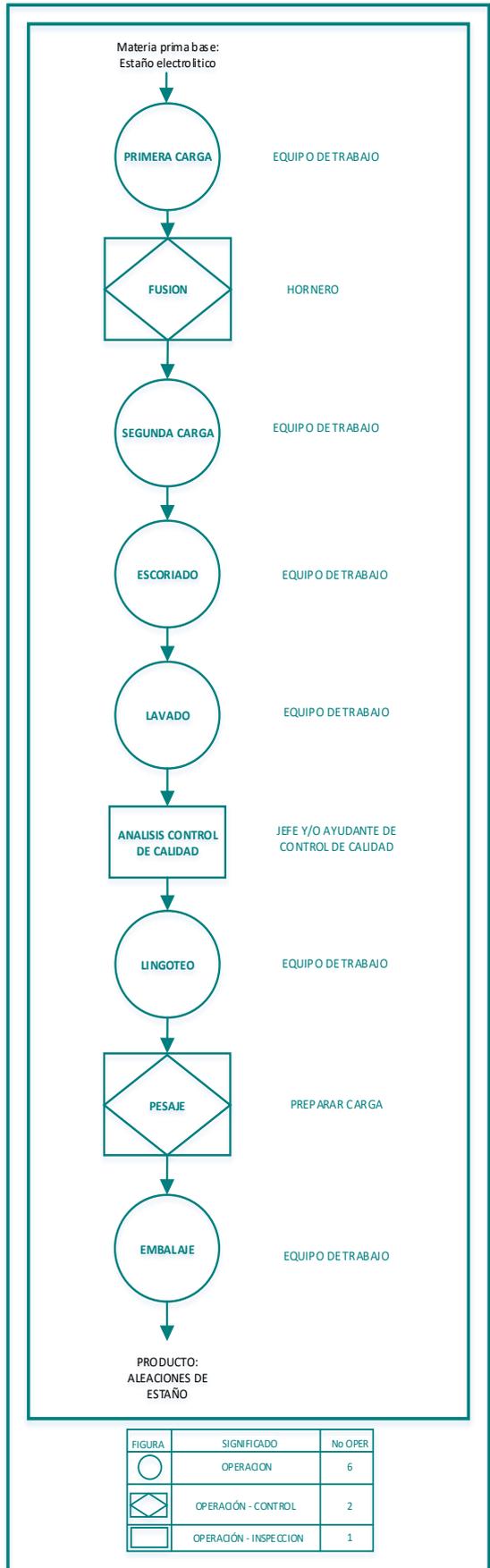
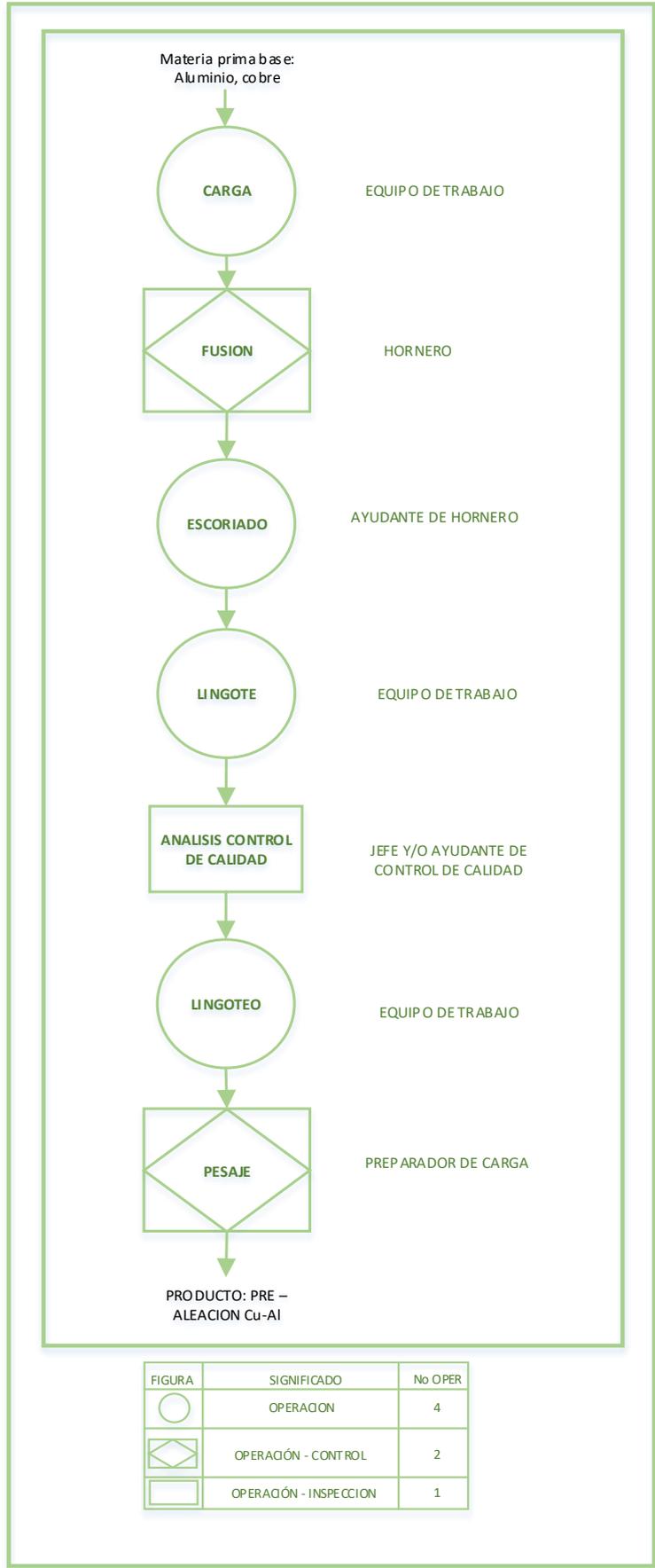
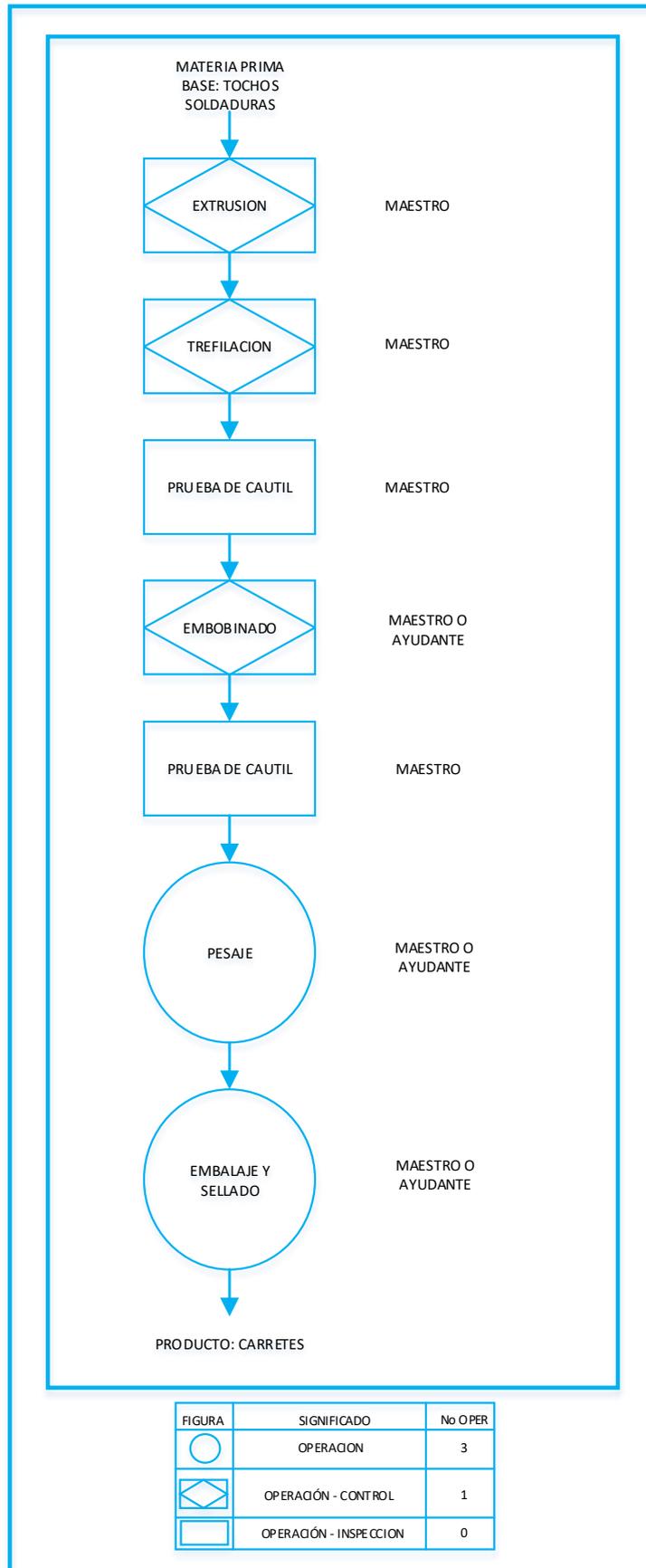
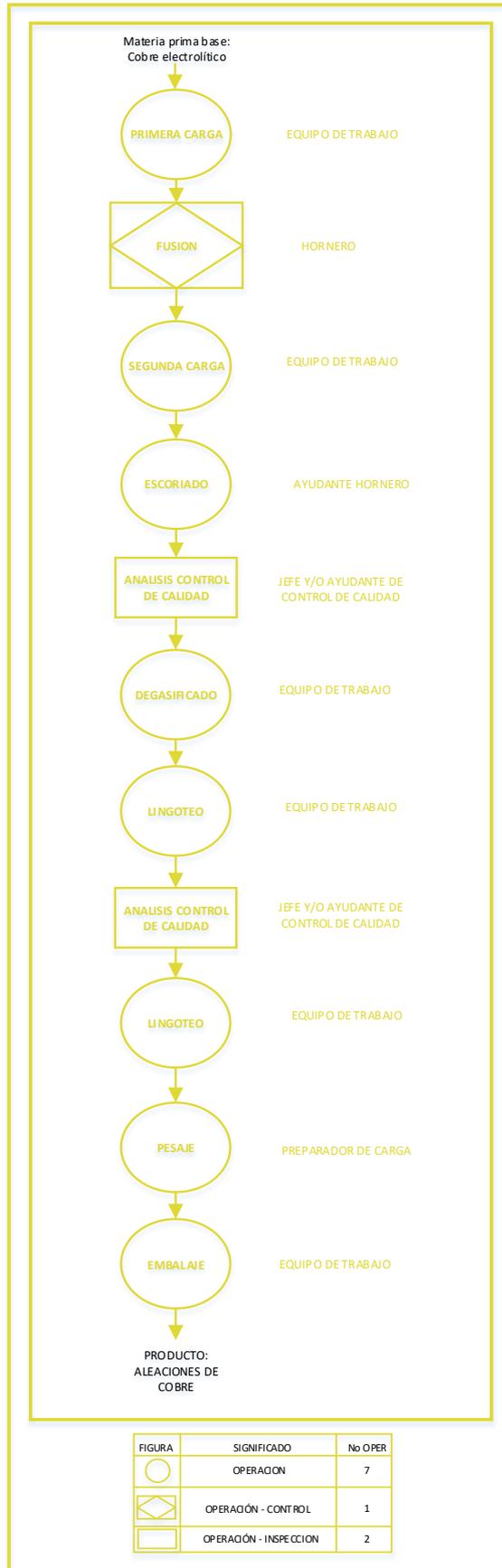
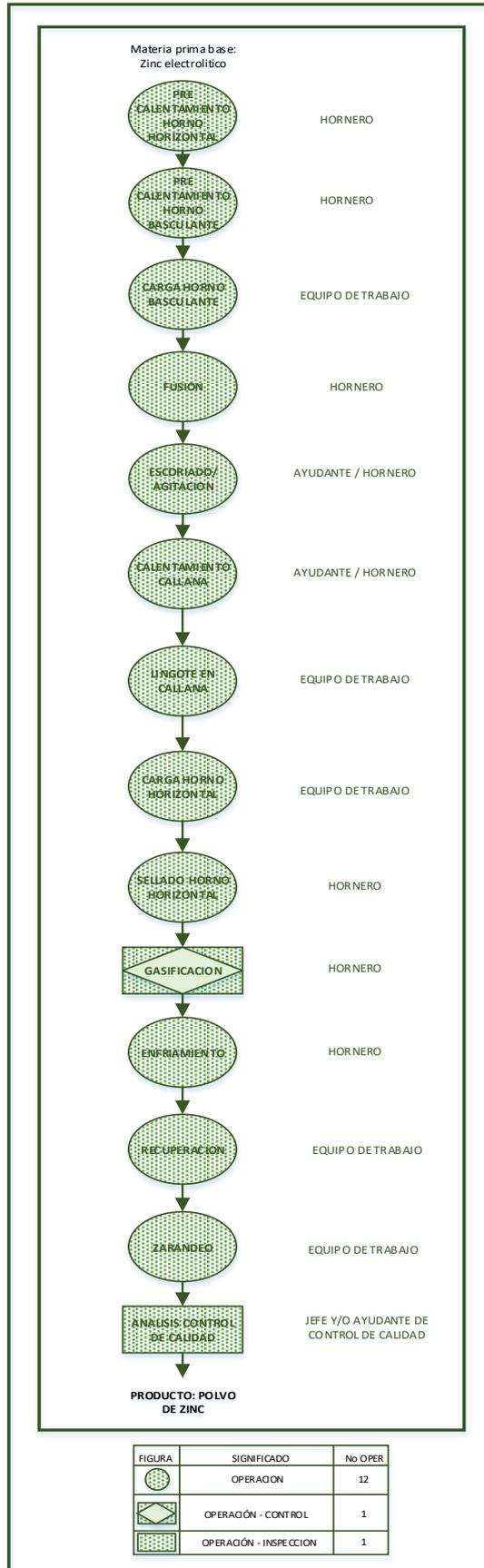


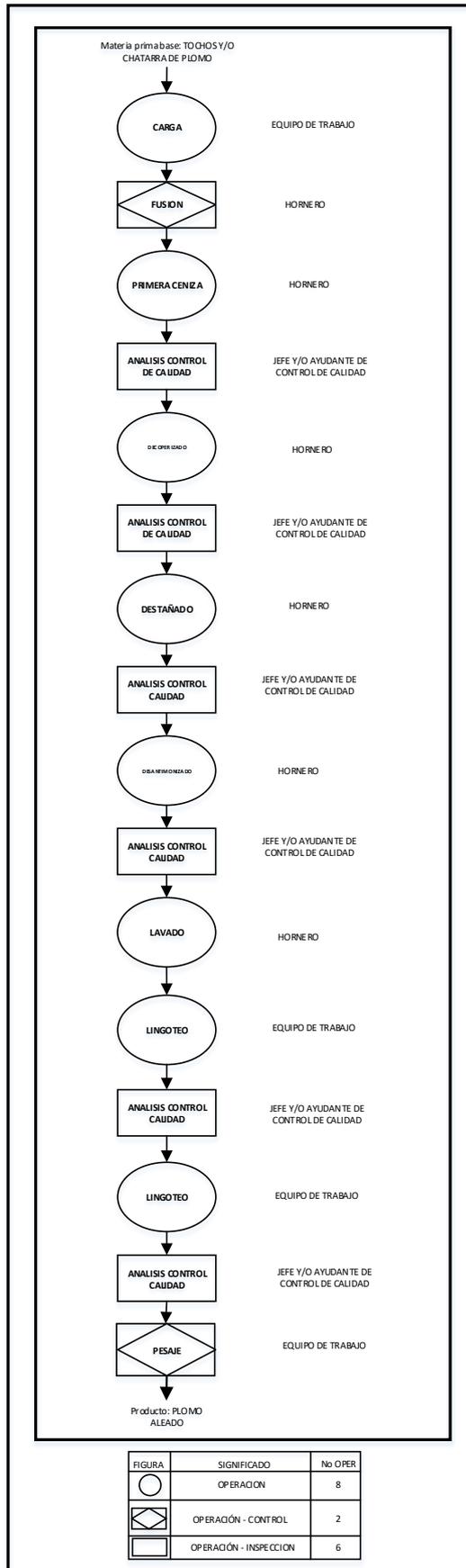
FIGURA	SIGNIFICADO	No OPER
○	OPERACION	6
◊	OPERACION - CONTROL	2
□	OPERACION - INSPECCION	1

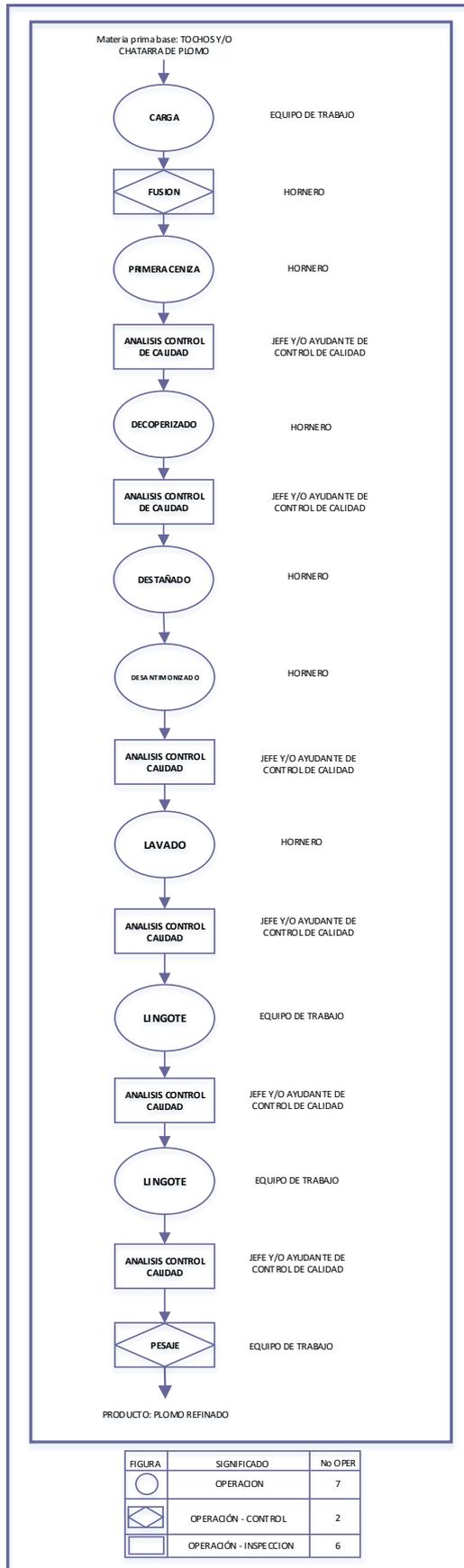


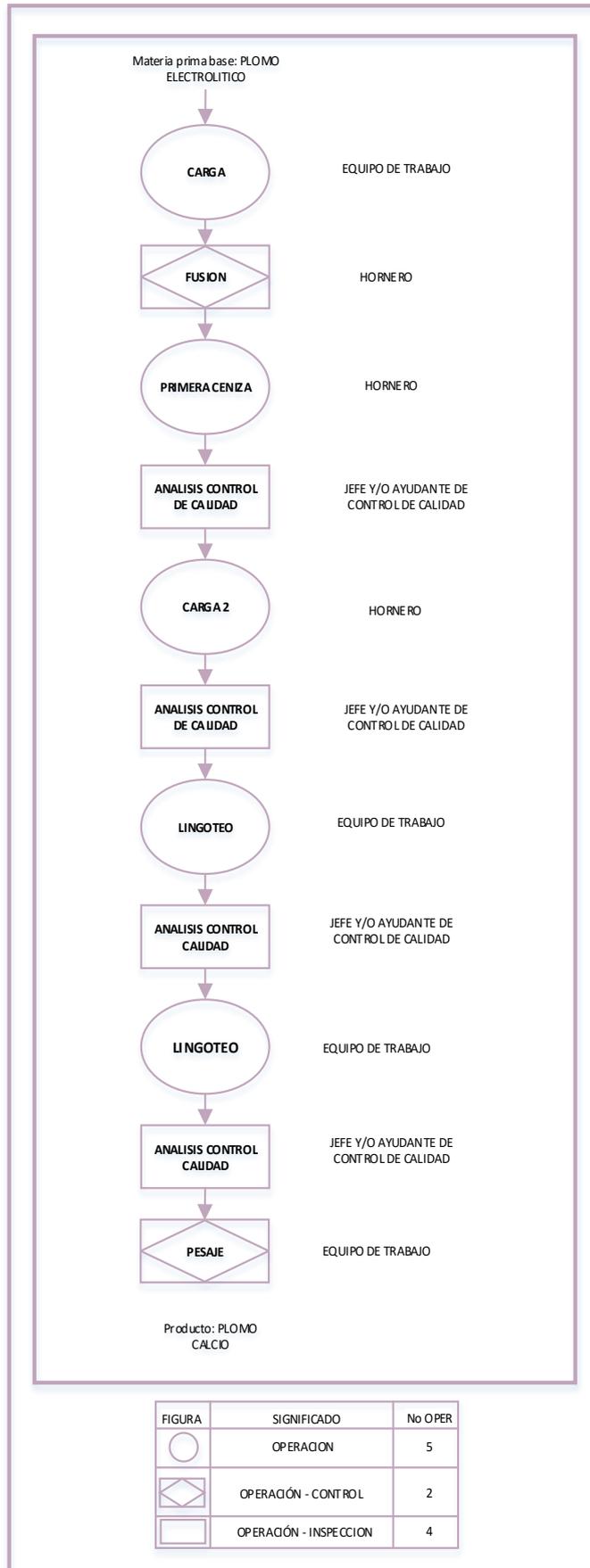












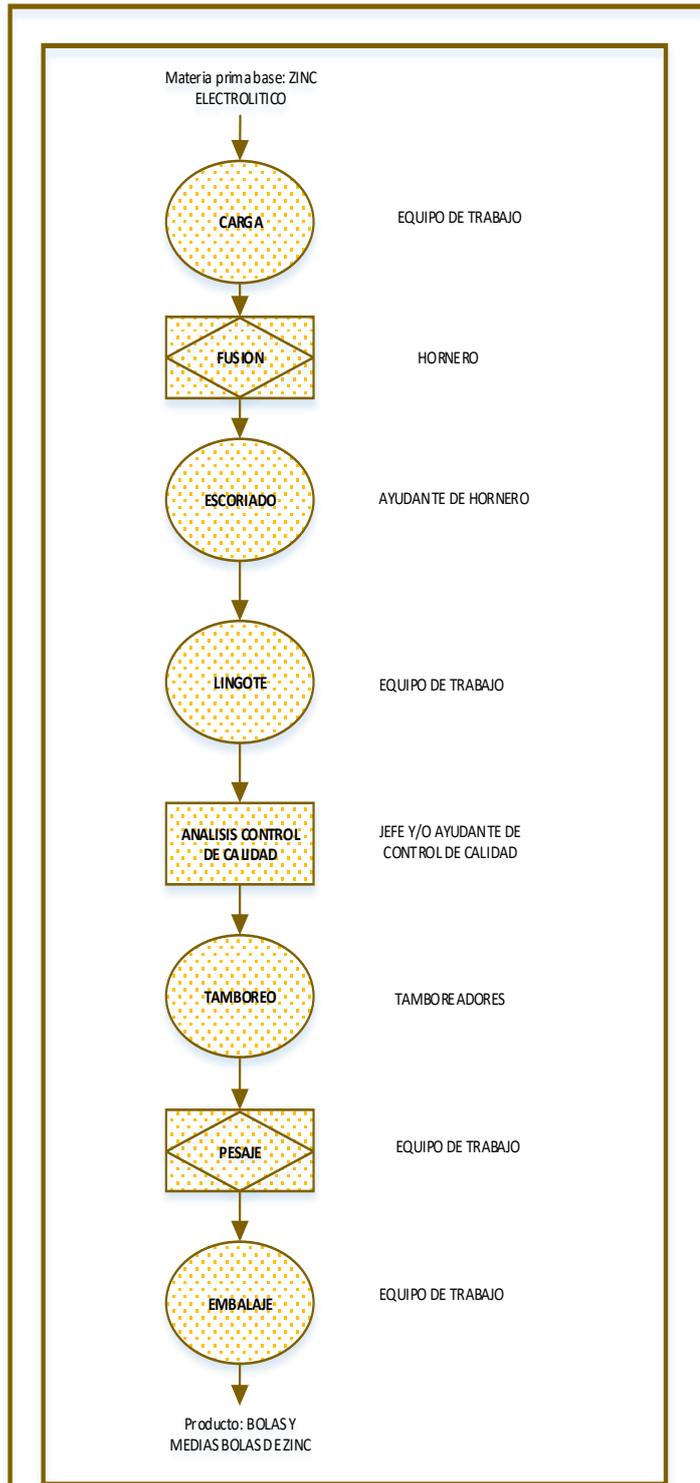


FIGURA	SIGNIFICADO	No OPER
	OPERACION	12
	OPERACIÓN - CONTROL	1
	OPERACIÓN - INSPECCION	1



