

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE  
PRODUCCIÓN Y SERVICIOS**



**“EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN LA PLANTA DE  
AGREGADOS OROPESA – CONCRETOS SUPERMIX S.A. - CUSCO”**

*(Investigación Cuantitativa)*

Tesis presentada por el Bachiller:

**MILNER SEGOVIA HERMOZA**

Para optar al Grado Académico de Maestro en  
Ciencias Ingeniería Industrial, con mención en  
Gerencia de Seguridad y Medio Ambiente.

**ASESOR:**

MSc. Fredy Molina Rodriguez

**AREQUIPA –PERÚ**

**2018**

## **DEDICATORIA**

A Dios por haberme guiado por el camino de la perseverancia, haciéndome dar cuenta de las destrezas y habilidades que jamás pensé se desarrollasen en mí, y descubrir que la ayuda idónea yo llega cuando uno la solícita.

A Kali, mi compañera inseparable de cada día, quien estuvo apoyándome en cada decisión y que con paciencia y entrega para conmigo, le dedico y agradezco, porque gracias a ella hoy puedo con alegría presentar y disfrutar esta tesis.

A mis padres, por su tenacidad y lucha incondicional, me han ayudado y llevado hasta donde estoy ahora, no solo para mí, sino para mis hermanos y familia en general.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN, especialmente a la Maestría en Ingeniería Industrial por la calidad en la enseñanza que imparten.

A mi asesor de tesis Magister Ing. Fredy Molina Rodriguez, por haberme orientado y brindado su apoyo incondicional en el presente trabajo de Tesis.

Un agradecimiento a la empresa CONCRETOS SUPERMIX S.A, por el apoyo y colaboración, para hacer posible la culminación de esta tesis.

A los señores docentes de la Maestría en Ingeniería Industrial mención en Gerencia de Seguridad y Medio Ambiente, quienes con ímpetu y dedicación contribuyeron a mi formación profesional.

## RESUMEN

El presente estudio tiene por finalidad Evaluar los impactos ambientales por el desarrollo de las operaciones de fabricación y procesamiento de agregados que es materia prima para la producción de concreto en la empresa Concretos Supermix S.A.

Las operaciones comprenden actividades de Chancado, Zarandeo y Lavado de minerales no metálicos (hormigón) todo ello concentrado en una Planta de Procesamiento, ubicada en el departamento de Cusco, provincia de Quispicanchi, distrito de Oropesa.

De acuerdo a los análisis de los impactos, no se prevé que las actividades de la planta puedan causar daños irreversibles o significativos al entorno ambiental Las actividades identificadas como las de potencial de efecto negativo o riesgo, pueden ser adecuadamente controladas con las medidas propuestas en el Plan de Manejo Ambiental.

**PALABRAS CLAVE:** Chancado, Zarandeo y Lavado de minerales no metálicos (hormigón)

## **ABSTRACT**

The present study aims to assess the environmental impacts of the development of the manufacturing operations and processing of aggregates is raw material for the production of Concretos Supermix Company S.A.

The operations include activities Crushing, Washing Shaking and non-metallic minerals (concrete) all concentrated in a processing plant, located in the department of Cusco, province of Quispicanchi district of Oropesa.

According to the analysis of impacts, it is not expected that the activities of the plant can cause irreversible or significant harm to the environment The activities identified as potential negative effect or risk can be adequately controlled with the measures proposed in the Environmental Management Plan.

**KEY WORDS:** Crushing, Shaking and Washing Shaking and non-metallic minerals.

## INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
RESUMEN .....	iii
ABSTRACT .....	iv
INDICE .....	v
INDICE DE TABLAS .....	x
INDICE DE FIGURAS .....	xiii
INDICE DE ECUACIONES.....	xiv

## CAPITULO I

### INTRODUCCION

1.1. ANTECEDENTES .....	2
1.2. PROBLEMA A INVESTIGAR .....	9
1.2.1. Formulación del Problema .....	11
1.2.1.1. Problema General .....	11
1.2.1.2. Problema Especifico .....	11
1.3. JUSTIFICACIÓN .....	11
1.4. OBJETIVOS.....	12
1.4.1. Objetivo General .....	12
1.4.2. Objetivos Específicos .....	12
1.5. HIPOTESIS .....	13
1.6. VARIABLES E INDICADORES .....	13
1.6.1. Variable Dependiente .....	13
1.6.2. Variable Independiente .....	13
1.6.3. Indicadores .....	13
1.6.4. Definición Conceptual y Operativa de cada una de las Variables.....	14
1.7. METODOLOGIA .....	17
1.8. LINEA DE INVESTIGACION .....	17
1.9. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	17
1.10. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	18
1.11. POBLACIÓN Y MUESTRA .....	20
1.11.1. Población.....	20
1.11.2. Muestra .....	20
1.12. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS .....	20

## **CAPITULO II MARCO TEORICO**

<b>2.1 EL MEDIO AMBIENTE</b> .....	23
<b>2.2 DEGRADACIÓN AMBIENTAL</b> .....	23
<b>2.3 CONTAMINACIÓN AMBIENTAL</b> .....	23
<b>2.3.1 Contaminación del Agua</b> .....	24
<b>2.3.2 Contaminación del Suelo</b> .....	25
<b>2.3.3 Contaminación del Aire</b> .....	26
<b>2.3.3.1 Riesgo de las Emisiones en el Ambiente</b> .....	27
<b>2.3.3.2 Material Particulado</b> .....	28
<b>2.3.4 Contaminación Sonora</b> .....	28
<b>2.3.5 Riesgo de emisiones en una empresa</b> .....	30
<b>2.3.6 Problemas Legales</b> .....	31
<b>2.3.7 Problemas Económicos</b> .....	32
<b>2.3.8 Problemas Sociales</b> .....	32
<b>2.3.9 Límites Permisibles y Estándares de Calidad Ambiental</b> .....	33
<b>2.4 EL DESARROLLO SOSTENIBLE</b> .....	33
<b>2.5 VALORACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL</b> .....	34
<b>2.6 VALORIZACIÓN DE DAÑOS AMBIENTALES</b> .....	34
<b>2.7 IMPACTO AMBIENTAL</b> .....	35
<b>2.7.1 Según la intensidad o grado de destrucción</b> .....	36
<b>2.7.2 Según la relación Causa Efecto</b> .....	36
<b>2.8 INDICADORES DE IMPACTO AMBIENTAL</b> .....	37
<b>2.9 EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL</b> .....	39
<b>2.10 METODOLOGIAS DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL</b> .....	40
<b>2.10.1 Métodos Indirectos</b> .....	40
<b>2.10.1.1 Método de Leopold (Matriz Causa – Efecto)</b> .....	40
<b>2.10.2 Métodos Directos</b> .....	42
<b>2.10.2.1 Método Arboleda</b> .....	42
<b>2.11 MITIGACIÓN AMBIENTAL</b> .....	46
<b>2.12 AUDITORIA AMBIENTAL</b> .....	46

## **CAPITULO III DESCRIPCIÓN DEL SECTOR EN ESTUDIO**

<b>3.1 UBICACIÓN GEOGRAFICA</b> .....	48
<b>3.2 ASPECTOS FISICOS</b> .....	48
<b>3.2.1 Topografía</b> .....	48
<b>3.2.2 Geomorfología</b> .....	49
<b>3.2.3 Calidad Estética del Paisaje</b> .....	50
<b>3.3 ASPECTOS BIOLÓGICOS</b> .....	53

3.3.1	Zonas de Vida .....	53
3.3.2	Formación de Vegetales .....	53
3.3.3	Formación de Flora.....	54
3.3.3.1	Composición Florística .....	54
3.3.4	Formación de Fauna .....	57
3.3.4.1	Composición de especies .....	57
3.3.5	Ecosistemas Acuáticos .....	58
3.3.5.1	Composición Hidrobiológica .....	59
3.3.5.2	Calidad Biológica del Agua .....	61
3.4	ASPECTOS DE INTERES HUMANO .....	61
3.4.1	Áreas Naturales Protegidas .....	61
3.5	ASPECTOS SOCIOECONOMICOS .....	61
3.5.1	Características Socio demográficas .....	62
3.5.2	Características Económicas de la Población en el área de Influencia .....	63
3.5.3	Características Socio - Culturales.....	63
3.6	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN ACTUAL DE LA PLANTA DE AGREGADOS OROPESA .....	64
3.6.1	Extracción de Materia Prima .....	64
3.6.2	Procesamiento de Minerales No Metálicos .....	64

## **CAPITULO IV: EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**

4.1	METODOLOGIAS EMPLEADAS .....	68
4.2	EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES MEDIANTE FORMULA DE JORGE ALONSO ARBOLEDA GONZALES .....	69
4.2.1	Método de Arboleda .....	69
4.3	IDENTIFICACION DE LOS COMPONENTES Y FACTORES AMBIENTALES POTENCIALMENTE AFECTADOS .....	74
4.4	FUENTES DE IMPACTOS AMBIENTALES .....	75
4.5	IDENTIFICACION DE POTENCIALES IMPACTOS AMBIENTALES .....	76
4.6	EVALUACION DE LA CALIDAD DE AGUA .....	78
4.7	EVALUACION DE LA CALIDAD DE SUELOS .....	81
4.8	EVALUACION DE LA CALIDAD DEL AIRE .....	83
4.8.1	Impacto en la Generación de Materiales Particulado (MP-10 Y 2.5).....	83
4.8.2	Impacto en la Generación de Emisiones Gaseosas .....	85
4.9	EVALUACION DEL INCREMENTO DEL NIVEL SONORO .....	87
4.10	JERARQUIA DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES E IDENTIFICACIÓN DE AREAS DE RIESGO AMBIENTAL .....	89



## **CAPITULO V**

### **PROPUESTA DE MITIGACIÓN DE LOS PRINCIPALES IMPACTOS**

<b>5.1 MITIGACIÓN AMBIENTAL</b> .....	93
<b>5.2 PROTECCION DE LOS COMPONENTES FISICOS</b> .....	93
<b>5.2.1 Medidas de Protección de la Calidad del Agua</b> .....	93
<b>5.2.1.1 Alteración de la Calidad de Agua</b> .....	93
<b>5.2.1.2 Uso de Aceites y Lubricantes</b> .....	94
<b>5.2.1.3 Manejo de Lodos</b> .....	95
<b>5.2.2 Medidas de Protección de la Calidad de Suelos</b> .....	96
<b>5.2.2.1 Medidas de Protección para el control de la Alteración Física del Suelo</b> ..	97
<b>5.2.3 Medidas de Protección de la Calidad del Aire</b> .....	97
<b>5.2.3.1 Generación de Material Particulado</b> .....	97
<b>5.2.3.2 Emisiones de Gases en Fuentes Móviles</b> .....	98
<b>5.2.4 Medidas de Control en el Incremento de Nivel Sonoro</b> .....	99
<b>5.3 PROTECCIÓN DE COMPONENTES SOCIO ECONÓMICOS</b> .....	99
<b>5.3.1 Medidas para el Consumo Social</b> .....	99
<b>5.3.1.1 Expectativas de Puestos de Trabajo</b> .....	99
<b>5.3.1.2 Salud - Posibilidad de Contraer Enfermedades Infecto Contagiosas</b> .....	99
<b>5.3.1.3 Posibilidad de Ocurrencia de Accidentes Laborales</b> .....	100
<b>5.4 PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS</b> .....	101
<b>5.4.1 Manejo de Efluentes</b> .....	101
<b>5.4.1.1 Efluentes Domésticos</b> .....	101
<b>5.4.1.2 Efluentes Industriales</b> .....	102
<b>5.4.2 Manejo de Residuos Sólidos</b> .....	102
<b>5.4.3 Manejo de residuos Sólidos Peligrosos (Aceites, Grasas y/o Combustibles)</b> .	103
<b>5.4.4 Manejo de Residuos Sólidos Industriales</b> .....	104
<b>5.4.5 Manejo de Residuos Domésticos</b> .....	105

## **CAPITULO VI**

### **VALIDACIÓN DEL ESTUDIO**

<b>6.1 MONITOREO DE AGUA</b> .....	109
<b>6.1.1 Parámetros Evaluados</b> .....	109
<b>6.1.2 Equipos y Materiales</b> .....	110
<b>6.1.3 Normativa Ambiental ECA para Agua</b> .....	110
<b>6.1.4 Estaciones de Monitoreo</b> .....	113
<b>6.1.5 Validación de Resultados</b> .....	113
<b>6.2 MONITOREO DEL SUELO</b> .....	117
<b>6.2.1 Parámetros Evaluados</b> .....	117
<b>6.2.2 Normativa Ambiental ECA para Suelo</b> .....	118
<b>6.2.3 Estaciones de Monitoreo</b> .....	119
<b>6.2.4 Validación de Resultados</b> .....	120
<b>6.3 MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE</b> .....	121

<b>6.3.1</b>	Parámetros Evaluados .....	122
<b>6.3.2</b>	Equipos y Materiales .....	122
<b>6.3.3</b>	Normativa Ambiental ECA para Aire .....	123
<b>6.3.4</b>	Estaciones de Monitoreo .....	124
<b>6.3.5</b>	Validación de Resultados .....	125
<b>6.3.5.1</b>	Partícula PM10 .....	125
<b>6.3.5.2</b>	Partícula PM2.5 .....	125
<b>6.3.5.3</b>	Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> ) .....	126
<b>6.3.5.4</b>	Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> ) .....	126
<b>6.3.5.5</b>	Monóxido de Carbono (CO) .....	126
<b>6.3.5.6</b>	Metales: Arsénico (As) .....	126
<b>6.3.5.7</b>	Metales: Plomo (Pb) .....	127
<b>6.4</b>	MONITOREO DEL NIVEL SONORO .....	127
<b>6.4.1</b>	Parámetros Evaluados .....	128
<b>6.4.2</b>	Equipos y Materiales .....	128
<b>6.4.3</b>	Normativa Ambiental ECA para Agua .....	128
<b>6.4.4</b>	Estaciones de Monitoreo .....	129
<b>6.4.5</b>	Validación de Resultados .....	130
	CONCLUSIONES .....	132
	RECOMENDACIONES .....	135
	BIBLIOGRAFIA .....	137
	GLOSARIO DE TERMINOS .....	138
	ANEXOS .....	139

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Matriz de Operacionalización de Variables .....	14
Tabla 1.2: Matriz de Operacionalización de Variables .....	15
Tabla 1.3: Matriz de Consistencia del Plan de Investigación .....	16
Tabla 1.4: Cronograma de Actividades .....	21
Tabla 2.1: Factores ambientales .....	38
Tabla 2.2: Factores ambientales .....	39
Tabla 2.3: Rangos Utilizados para la metodología Arboleda .....	45
Tabla 3.1: Coordenadas UTM WGS de la planta de agregados .....	48
Tabla 3.2: Descripción - Estética del Paisaje .....	51
Tabla 3.3: Descripción - Estética del Paisaje .....	52
Tabla 3.4: Flora silvestre – Lista de especies registradas .....	55
Tabla 3.5: Fauna Silvestre – Lista de Especies Registradas .....	58
Tabla 3.6: Fitoplancton - Riqueza y Abundancia de Especies .....	59
Tabla 3.7: Fitoplancton .....	60
Tabla 3.8: Fitoplancton - Índice Diatómico Generalizado (IDG) .....	61
Tabla 3.9: Características Socio Demográficas del área de influencia .....	62
Tabla 3.10: Actividad Económica del en el área de influencia .....	63
Tabla 4.1: Escala de valores asignada a cada uno de los atributos del potencial impacto .....	71
Tabla 4.2: Se presentan las escalas y criterios de los atributos de esta fórmula .....	73
Tabla 4.3: Escala de valores para interpretar la evaluación final del potencial impacto con manejo (EIYM) .....	74
Tabla 4.4: Planta de Agregados Oropesa - Fuentes de Impactos .....	75
Tabla 4.5: Matriz de Identificación de los posibles Impactos Ambientales .....	77

Tabla 4.6: Evaluación del Impacto Ambiental - Calidad de los Cursos de Agua .....	80
Tabla 4.7: Evaluación del Impacto Ambiental - Calidad de los Suelos .....	82
Tabla 4.8: Evaluación del Impacto Ambiental - Generación de Material Particulado ...	84
Tabla 4.9: Evaluación del Impacto Ambiental - Generación de Gases .....	86
Tabla 4.10: Evaluación del Impacto Ambiental - Incremento del Nivel de Presión Sonora .....	88
Tabla 4.11: Jerarquía de los Impactos Ambientales Identificados .....	90
Tabla 4.12: Resumen de los Impactos Ambientales Identificados .....	90
Tabla 5.1: Planta de Agregados Oropesa- Indumentaria y EPP .....	101
Tabla 5.2: Presupuesto para la para el plan de manejo ambiental .....	106
Tabla 6.1: Parámetros Evaluados en Agua .....	109
Tabla 6.2: Equipos para Monitoreo de Agua.....	110
Tabla 6.3: ECA - Agua .....	110
Tabla 6.4: Validación de Resultados – Agua .....	113
Tabla 6.5: Validación de la Concentración de los metales (mg/L) en agua .....	115
Tabla 6.6: Parámetros Evaluados en Suelo .....	118
Tabla 6.7: ECA – suelo .....	118
Tabla 6.8: Comparaciones de calidad del Suelo .....	120
Tabla 6.9: Parámetros evaluados en Aire .....	122
Tabla 6.10: Equipos de Monitoreo de Aire .....	123
Tabla 6.11: ECA – Aire .....	123
Tabla 6.12: Niveles máximos permisibles de calidad de aire .....	124
Tabla 6.13: Validación de Resultados - Partículas PM 10 .....	125
Tabla 6.14: Validación de Resultados - Partículas PM 2.5 .....	125
Tabla 6.15: Validación de Resultados - Dióxido de Nitrógeno .....	126

Tabla 6.16: Validación de Resultados - Dióxido de Azufre .....	126
Tabla 6.17: Validación de Resultados - Monóxido de Carbono .....	126
Tabla 6.18: Validación de Resultados – Arsénico .....	126
Tabla 6.19: Validación de Resultados – Plomo .....	127
Tabla 6.20: Parámetros evaluados en Ruido .....	128
Tabla 6.21: Equipo de monitoreo: Ruido .....	128
Tabla 6.22: ECA – Ruido .....	128
Tabla 6.23: Validación de Resultados: Horario diurno – Ruido Ambiental .....	130
Tabla 6.24: Validación de Resultados: Horario nocturno – Ruido Ambiental .....	131

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Estructura original de la evaluación de impacto ambiental en la planta de agregados .....	17
Figura 2.1: Relación entre el tipo de ambiente y el nivel de decibeles (dB) .....	29
Figura 2.2: Ilustración de Impactos positivos y negativos .....	36
Figura: 3.1: Topografía – Perfil Topográfico .....	49
Figura: 3.2: Flow Sheet – Planta de Agregados Oropesa .....	66
Figura 5.1: Planta de Agregados Oropesa – Disposición de Residuos Sólidos .....	103
Figura 6.1: Ubicación del punto de monitoreo - Agua.....	113
Figura 6.2: Ubicación del punto de monitoreo – Suelo .....	119
Figura 6.3: Ubicación del punto de monitoreo – Aire .....	124
Figura 6.4: Ubicación de los puntos de monitoreo – Ruido .....	129
Figura 6.5: Estaciones de monitoreo: RU-1; 2;3;4;5;6;7;8 .....	130

## INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 2.1: Calificación ambiental de impacto .....	45
Ecuación 4.1: Importancia del Impacto Ambiental .....	70
Ecuación 4.2: Evaluación final del impacto con Manejo .....	72