



TESIS UANCV



UNIVERSIDAD ANDINA  
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

**UNIVERSIDAD ANDINA**

**"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**

**CARRERA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**FORMULACIÓN DE METODOLOGÍAS AMBIENTALES  
PARA LA EXPLOTACIÓN DE CANTERAS  
PARA LA VÍA PUNO – JULIACA**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. CARLOS AMADEO CAYO LUPO**

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO CIVIL**

**JULIACA – PERÚ**

**2015**



# UNIVERSIDAD ANDINA

## "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

CARRERA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

### TESIS

FORMULACIÓN DE METODOLOGÍAS AMBIENTALES

PARA LA EXPLOTACIÓN DE CANTERAS

PARA LA VÍA PUNO – JULIACA

PRESENTADO POR:

**Bach. CARLOS AMADEO CAYO LUPO**

PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE

**INGENIERO CIVIL**

APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

**PRESIDENTE**

: \_\_\_\_\_  
Dr. Ing. Victor Julio Huamán Meza.

**PRIMER MIEMBRO**

: \_\_\_\_\_  
Dr. Ing. Ronald Madera Terán.

**SEGUNDO MIEMBRO**

: \_\_\_\_\_  
Ing. Hernán Almonte Pilco.



## NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

### RESOLUCIÓN DECANAL Nº 254-2015-D-FICP-UANCV

Juliaca, 30 de octubre de 2015.

**VISTOS.-** El Informe N° 047-2015-D-CAPIC-UANCV, del Director de la CAP. de **Ingeniería Civil**, el Informe N° 178-2015-VJHM-CAPIC-UANCV del Presidente del Jurado dictaminador del Trabajo de Tesis, RESOLUCIÓN DECANAL N° 160-2014-D-FICP-UANCV, y con el acta de calificación de Perfil de tesis de fecha 20 de octubre de 2014, y el acta de calificación del Borrador de Tesis de fecha 22 de octubre de 2015, para optar al Título Profesional de **Ingeniero Civil**, con el tema titulado: "FORMULACIÓN DE METODOLOGÍAS AMBIENTALES PARA LA EXPLOTACIÓN DE CANTERAS PARA LA VÍA PUNO - JULIACA".

**CONSIDERANDO:**

Que, el(los) Bachiller(es): **CAYO LUPO, CARLOS AMADEO**, ha presentado su Trabajo de Tesis Titulado: "FORMULACIÓN DE METODOLOGÍAS AMBIENTALES PARA LA EXPLOTACIÓN DE CANTERAS PARA LA VÍA PUNO - JULIACA".

Que, habiendo procedido de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el presidente de la Comisión de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías, nominó como Jurado a los siguientes Docentes:

- \* **Presidente** : Dr. Ing. **VICTOR JULIO, HUAMAN MEZA**
- \* **1er Miembro** : Dr. Ing. **RONALD, MADERA TERAN**
- \* **2do Miembro** : Ing. **HERNAN, ALMONTE PILCO**

Que, el Jurado Dictaminador ha aprobado en su integridad el Trabajo de Tesis titulado: "FORMULACIÓN DE METODOLOGÍAS AMBIENTALES PARA LA EXPLOTACIÓN DE CANTERAS PARA LA VÍA PUNO - JULIACA".

**Estando** en la opinión favorable por el Presidente de la Comisión de Grados y Títulos, en concordancia al Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria 30220, ley de creación de la UANCV 23738 y modificación, Resolución de Institucionalización 1287-92-ANR D.L. 739, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**SE RESUELVE:**

**ARTICULO PRIMERO.-** APROBAR, el TRABAJO DE TESIS, de el(los) Bachiller(es): **CAYO LUPO, CARLOS AMADEO**, para optar al Título Profesional de **Ingeniero Civil**, con el Tema Titulado: "FORMULACIÓN DE METODOLOGÍAS AMBIENTALES PARA LA EXPLOTACIÓN DE CANTERAS PARA LA VÍA PUNO - JULIACA".

La misma que deberá proceder a la impresión de su borrador de Tesis en limpio, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras - Carrera Académico Profesional de **Ingeniería Civil**.

**ARTICULO SEGUNDO.-** La Comisión de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director de la Carrera Académico Profesional de **Ingeniería Civil**, el Secretario Académico de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

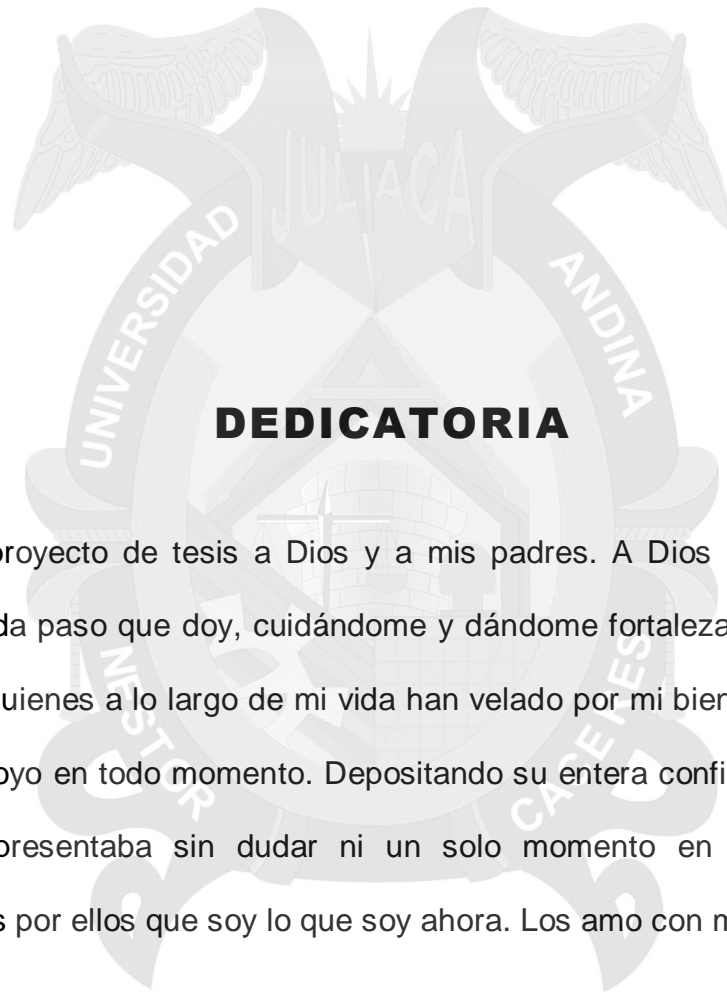


UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CS. PURAS  
*[Signature]*  
Mg. Ing. ALFREDO ZEGARRA BUTRÓN  
DECANO  
CIP: 32590



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
SECRETARIO ACADÉMICO  
*[Signature]*  
Ing. Carlos A. Cáceres Vargas  
SECRETARIO ACADÉMICO  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
CIP: 20707

Cc:  
Interesado



## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto de tesis a Dios y a mis padres. A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad. Es por ellos que soy lo que soy ahora. Los amo con mi vida.

**Carlos Amadeo Cayo Lupo**



## AGRADECIMIENTO

En primer lugar a Dios por haberme guiado por el camino de la felicidad hasta ahora; en segundo lugar a cada uno de los que son parte de mi familia a mi PADRE, Moises Cayo Pachauri, mi MADRE, Maida Adriana Lupo Estrada MIS ABUELOS, a mi hermana y a todos mis tíos; por siempre haberme dado su fuerza y apoyo incondicional que me han ayudado y llevado hasta donde estoy ahora.

**Carlos Amadeo Cayo Lupo**



## RESUMEN

La construcción de carreteras en nuestro país y particularmente en la Región Puno, es una actividad muy compleja; sobre todo por la topografía accidentada. En el caso específico de la vía Puno – Juliaca; de 42 km. asfaltada en la actualidad; de mayor transitabilidad de la Región; en su construcción y mantenimiento se han utilizado de manera indiscriminada diferentes canteras de suelos y agregados. La extracción de suelos y agregados, en lugares establecidos han modificado las características físicas, biológicas, sociales y culturales del área que involucra las canteras; lo más preocupante de ello que tales modificaciones han sido en sentido negativo, alterando de manera perjudicial las áreas donde se ubican las referidas canteras.

En la actualidad; por la situación preocupante del medio ambiente de nuestro planeta; es que han establecido normas y dispositivos legales, orientados al cuidado del medio ambiente, de tal manera que las obras que requieren el ser humano, para alcanzar un mejor nivel de vida, se efectúe de manera responsable; que beneficie plenamente y no perjudique tomando en consideración estos aspectos, es que el desarrollo del presente trabajo esta orientado a una evaluación de las características físicas, biológicas, sociales y culturales en zonas donde se han establecido canteras de suelos y luego se haya efectuado un cierre y abandono irresponsable por los constructores y las entidades responsables de la construcción de vías.

En el caso de canteras empleadas para el mantenimiento de la vía Puno – Juliaca; requieren de un Plan de Manejo Ambiental, donde se considere claramente medidas preventivas de mitigación respecto al cuidado del medio ambiente, donde se proteja las características físicas, biológicas, sociales y culturales de la zona afectada. Del mismo modo se tenga en cuenta las acciones de cierre y abandono responsable; aspectos que el presente trabajo abordará con la elaboración de un plan de manejo ambiental y un plan de cierre y abandono de canteras.

**PALABRAS CLAVES:** Canteras, plan de manejo ambiental.



## ABSTRACT

Road construction in our country and particularly in the Puno region, is a very complex activity; especially in the rugged terrain. In the specific case of Puno route - Juliaca; 42 km. paved today; higher walkability; Region; in its construction and maintenance have been used indiscriminately different soils and aggregates quarries. The extraction of soils and aggregates, established places have changed the physical, biological, social and cultural characteristics of the area involving the quarries; more worrying about it that such modifications have been in the negative, detrimentally altering the areas where the said quarries are located.

Present day; by the worrying state of the environment of our planet; is that they have established standards and legal provisions aimed at protecting the environment, so that the works which require humans to achieve a better standard of living, is made responsibly; to fully benefit nor harm considering these aspects, is that the development of this work is aimed at an assessment of the physical, biological, social and cultural rights in areas where they have established quarries soil characteristics and then was made a close and irresponsible builders and the entities responsible for road construction abandonment.

For quarries employed in the Puno route - Juliaca; require an environmental management plan, which clearly preventive mitigation measures regarding environmental protection, where the physical, biological, social and cultural characteristics of the affected area is protected under consideration. Similarly take into account the actions of closure and abandonment responsible; aspects that this paper will deal with the development of an environmental management plan and a plan for closure and abandonment of quarries.

**KEYWORDS:** Quarries, plan for closure



## INTRODUCCIÓN

La realidad de nuestro planeta es preocupante, de la misma forma en nuestro país, que ha tomado en cuenta su responsabilidad, por lo que en la actualidad la construcción de vías establece el cuidado del medio ambiente; para lo que se ha formulado normas para ello.

Los problemas que genera la construcción de carreteras, esta en las características físicas, biológicas, sociales culturales de la zona donde se extrae suelos de canteras, los que deben ser controlados. La ubicación de canteras; siempre esta a ambos lados de la vía en construcción; para su explotación y/o extracción de sus materiales se requiere por ejemplo de: accesos, campamento, clasificación, entre otros. Cada una de estas actividades puede producir impactos ambientales negativos; para ello en la actualidad se tiene diversas tecnologías, con costos bajos; lo importante es aplicarlas.

Toda actividad de construcción, debe ser de calidad, y de protección al medio ambiente; tratando de obtener beneficios y no perjuicios. Una determinación importante, en la explotación de canteras, es la de beneficiar al entorno, tanto social como ambientalmente; y para lograrlo se debe tener un plan de explotación adecuado, su cumplimiento con una permanente supervisión. La extracción de suelos de canteras, como es el caso del desarrollo del presente trabajo; debe efectuarse tomando en cuenta el uso razonable de estos recursos; por ejemplo sin contaminar los suelos de cultivo de vegetales u otros usos específicos. En todos estos planes y/o programas de explotación deben ser claros y con estricto cumplimiento.



# ÍNDICE

<b>DEDICATORIA.</b>	<b>I</b>
<b>AGRADECIMIENTO.</b>	
<b>RESUMEN.</b>	<b>I</b>
<b>ABSTRACT.</b>	<b>II</b>
<b>INTRODUCCIÓN.</b>	<b>III</b>
<b>INDICE.</b>	<b>IV</b>

## CAPÍTULO I

### EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

	<b>PÁG</b>	
1.1	EXPOSICIÓN DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.	11
1.2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	13
1.2.1	PROBLEMA GENERAL.	13
1.2.2	PROBLEMAS ESPECÍFICOS.	13
1.3	JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.	14
1.3.1	JUSTIFICACIÓN TÉCNICA.	14
1.3.2	JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA.	14
1.3.3	JUSTIFICACIÓN SOCIAL.	15
1.3.4	JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL.	16
1.4	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.	17
1.4.1	OBJETIVO GENERAL.	17
1.4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	17
1.5	HIPÓTESIS.	18
1.5.1	HIPÓTESIS GENERAL	18
1.5.2	HIÓTESIS ESPECÍFICAS.	18
1.6	VARIABLES E INDICADORES.	18
1.7	MATRIZ DE CONSISTENCIA.	19

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1	ANTECEDENTES.	21
2.1.1	PRIMER ANTECEDENTE.	21
2.1.2	SEGUNDO ANTECEDENTE.	24
2.2	MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL.	26
2.1	LEY N° 28611 LEY GENERAL DEL AMBIENTE.	26
2.2.2	LEY N° 27446 LEY DEL SISTEMA NACIONAL DE EVALUACIÓN	



	DEL IMPACTO AMBIENTAL.	32
2.2.3	NORMAS LEGALES REFERIDAS AL SECTOR DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES.	34
2.3	MARCO TEÓRICO.	36
2.3.1	IMPORTANCIA DE LOS ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL.	36
2.3.2	PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES.	38
2.3.3	TIPOS DE IMPACTOS.	41
2.3.4	ÁMBITO DEL MEDIO AFECTADO.	43
2.3.5	INDICADORES DE IMPACTOS.	48
2.3.6	METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN.	48
2.3.7	POSIBILIDADES DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS EN CADA UNA DE LAS ACTIVIDADES ASOCIADAS AL DESARROLLO DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS.	49
2.3.8	ELEMENTOS PARA LA ELABORACIÓN DE PROGRAMAS QUE PERMITAN LA MITIGACIÓN DE IMPACTOS SOCIALES Y AMBIENTALES.	54
2.3.8.1	USO Y ALMACENAMIENTO ADECUADO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.	55
2.3.8.2	MANEJO DE LA VEGETACIÓN, LA FAUNA Y EL PAISAJE.	60
2.3.8.3	MANEJO DEL TRÁNSITO.	62
2.3.8.4	ADECUACIÓN DE CAMPAMENTOS.	69
2.3.9	MEJORAMIENTO DEL TERRENO DE FUNDACIÓN.	72
2.3.10	COMPACTACIÓN DE SUELOS.	79
2.3.10.1	COMPACTACIÓN Y ESTABILIZACIÓN DE SUELOS.	79
2.3.10.2	VARIABLES QUE AFECTAN EL PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LOS SUELOS.	81
2.3.11	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS.	87
2.3.11.2	ALGUNAS IDEAS EN TORNO A IDENTIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE ESTABILIZACIÓN.	89
2.3.11.3	CONCEPTO GENERAL DE ESTABILIZACIÓN DEL SUELO.	93
2.3.12	DETERIORO DEL PAISAJE NATURAL.	94
2.3.13	CARACTERÍSTICAS DEL EMPLEO DEL MÉTODO DE LEOPOLD PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES EN CARRETERAS.	96
2.4	GLOSARIO DE TÉRMINOS.	114

### **CAPÍTULO III**

## **EVALUACIÓN DE ALTERACIONES AMBIENTALES, EFECTOS Y MITIGACIÓN EN LA EXPLOTACIÓN DE CANTERAS EN LA VÍA PUNO – JULIACA**

3.1	CARACTERÍSTICAS ACTUALES DE CANTERAS EMPLEADAS PARA LA VÍA PUNO – JULIACA.	120
3.2	CARACTERÍSTICAS DE UBICACIÓN, POTENCIALIDAD Y ESTADO ACTUAL	

	DE CANTERAS EN LA VÍA PUNO – JULIACA.	121
3.3	CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES ORIGINADAS POR ACTIVIDADES DE EXPLOTACIÓN DE CANTERAS EN LA VÍA PUNO – JULIACA.	127
3.3.1	EVALUACIÓN DE ACCIONES, EFECTOS Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN POR EXCEDENTES DE CORTES.	128
3.3.2	EVALUACIÓN DE ACCIONES, EFECTOS Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN POR EXCAVACIONES EN CANTERAS.	131
3.3.3	EVALUACIÓN DE ACCIONES, EFECTOS Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN POR FUNCIONAMIENTO DE PLANTAS DE ASFALTO PRÓXIMO A CANTERAS.	136
3.3.4	EVALUACIÓN DE ACCIONES, EFECTOS Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN POR EL FUNCIONAMIENTO DE PATIO DE MÁQUINAS Y EQUIPOS PRÓXIMOS A CANTERAS.	142
3.3.5	EVALUACIÓN DE ACCIONES, EFECTOS Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN POR FUNCIONAMIENTO DE CAMPAMENTOS EN CANTERAS.	147
3.3.6	EVALUACIÓN DE ACCIONES, EFECTOS Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN POR TALUDES MAL DISEÑADOS EN CANTERAS.	150
3.3.7	EVALUACIÓN DE ACCIONES, EFECTOS Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN POR TRANSTORNOS DE LA FAUNA EN ÁREAS DE CANTERAS.	154

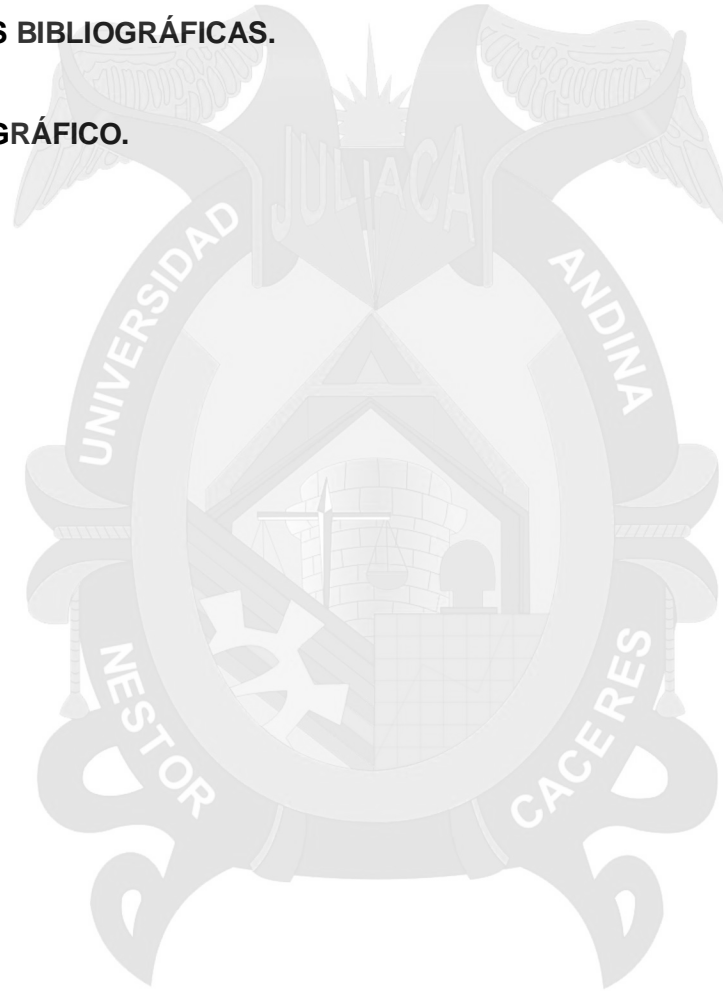
## **CAPÍTULO IV**

### **PLAN DE MANEJO AMBIENTAL EN LA EXPLOTACIÓN DE CANTERAS PARA EN LA VÍA PUNO – JULIACA**

4.1	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LA EXPLOTACIÓN DE CANTERAS. EN LA VÍA PUNO - JULIACA.	157 158
4.1.1	IMPACTOS POTENCIALES EN EL MEDIO FÍSICO.	160
4.1.2	IMPACTOS POTENCIALES EN EL MEDIO BIÓTICO.	162
4.1.3	IMPACTOS POTENCIALES EN EL MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL.	164
4.1.4	PLANES DE MANEJO.	167
4.1.5	CANTERAS DE SUELOS PARA OBRAS VIALES.	172
4.1.6	PLAN DE MANEJO EN LA EXPLOTACIÓN DE CANTERAS.	175
4.1.7	SITIOS DE DISPOSICIÓN DE MATERIAL DE DESPERDICIO.	175
4.1.8	CAMPAMENTOS.	178
4.1.9	PLAN DE SEGURIDAD PARA LA SALUD HUMANA.	178
4.1.10	DERRAMES Y CONTAMINACIÓN DEL SUELO.	181
4.1.11	PLAN DE MANEJO DE TALUDES DE CORTE.	182
4.1.12	PLAN DE SEGURIDAD A LOS TRABAJADORES.	184
4.1.13	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL FÍSICO (AIRE, RUIDO Y SUELOS).	184
4.1.14	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL BIÓTICO (FLORA Y FAUNA).	187
4.1.15	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL SOCIO - CULTURAL. (PAISAJE, SITIOS ARQUEOLÓGICOS Y CULTURALES).	190
4.2	ELEMENTOS MÁS IMPORTANTES DE UNA CANTERA.	192



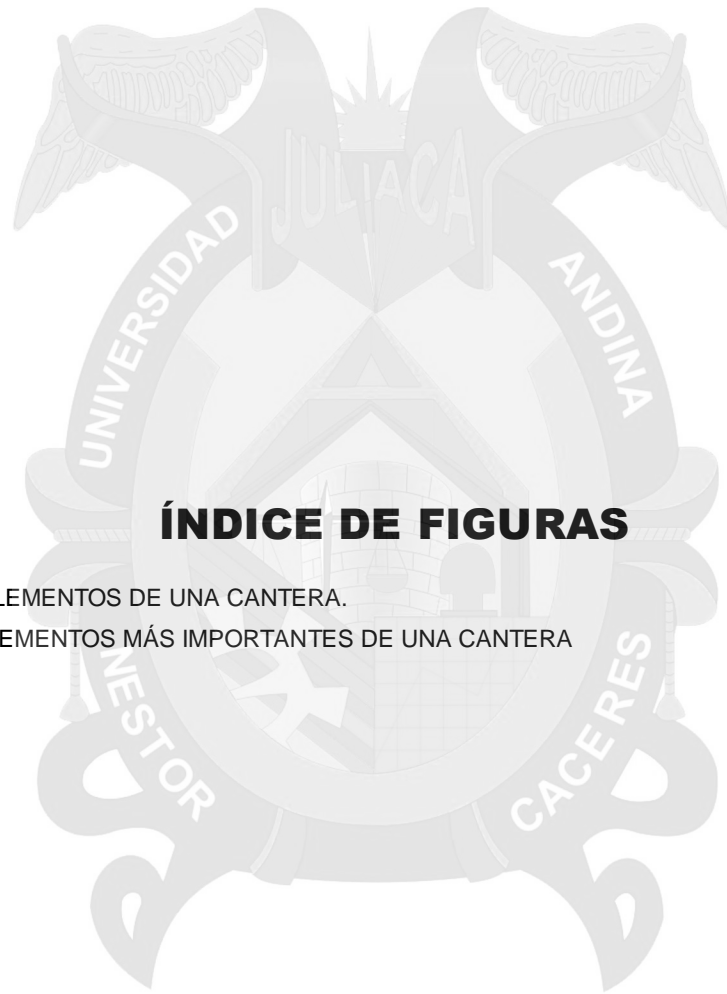
4.2.1	FASES DE LA EXPLOTACIÓN DE UNA CANTERA.	195
4.3	PLAN DE CIERRE Y ABANDONO DE CANTERAS DE LA VÍA PUNO – JULIACA	197
4.3.1	RETIRO DE EDIFICACIONES, MATERIALES Y EQUIPOS.	197
4.3.2	LIMPIEZA.	200
4.3.3	NIVELACIÓN Y RECOMPOSICIÓN.	200
4.3.4	TRATAMIENTO BIOLÓGICO.	203
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.</b>		<b>212</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.</b>		<b>213</b>
<b>ANEXOS.</b>		<b>216</b>
<b>PANEL FOTOGRÁFICO.</b>		<b>217</b>





## ÍNDICE DE CUADROS

	<b>PAG</b>
CUADRO 1 : CUADRO DE COORDENADAS UTM LADOS Y VÉRTICES	121
CUADRO 2 : CUADRO DE CARACTERÍSTICAS DE POTENCIALIDAD Y ESTADO ACTUAL DE LA CANTERA TAPARACHI.	122
CUADRO 3 : CUADRO DE COORDENADAS UTM LADOS Y VÉRTICES	122
CUADRO 4 : CUADRO DE CARACTERÍSTICAS DE POTENCIALIDAD Y ESTADO ACTUAL DE LA CANTERA SAN ANTONIO	123
CUADRO 5 : CUADRO DE COORDENADAS UTM LADOS Y VÉRTICES	123
CUADRO 6 : CUADRO DE CARACTERÍSTICAS DE POTENCIALIDAD Y ESTADO ACTUAL DE LA CANTERA RUMINI MACCO.	124
CUADRO 7 : CUADRO DE COORDENADAS UTM LADOS Y VÉRTICES	125
CUADRO 8 : CUADRO DE CARACTERÍSTICAS DE POTENCIALIDAD Y ESTADO ACTUAL DE LA CANTERA SANTA VELA	125
CUADRO 9 : CUADRO DE COORDENADAS UTM LADOS Y VÉRTICES	126
CUADRO 10 : CUADRO DE CARACTERÍSTICAS DE POTENCIALIDAD Y ESTADO ACTUAL DE LA CANTERA HUERTA HUARAYA.	126
CUADRO 11 : CUADRO DE COORDENADAS UTM LADOS Y VÉRTICES	128
CUADRO 12 : CUADRO DE CARACTERÍSTICAS DE POTENCIALIDAD Y ESTADO ACTUAL DE LA CANTERA PATALLANI.	130
CUADRO 13 : TIPO, CANTIDAD Y NIVEL DE RUIDO QUE EMITE LA MAQUINARIA A UTILIZAR DURANTE LA CONSTRUCCIÓN	159
CUADRO 14 : NIVELES DE RUIDO ACUMULADO POR LA COMBINACIÓN DE USO DE DOS TIPOS DE MAQUINARIA AL MISMO TIEMPO DURANTE LA EXPLOTACIÓN DE LA CANTERA	160
CUADRO 15 : ACCIONES CORRECTORAS (MITIGACIÓN) PARA LOS DIFERENTES IMPACTOS IDENTIFICADOS	171
CUADRO 16 : PENDIENTES TÍPICAS DE CORTES DE TALUD EN ROCA MADRE PARA DARLE UNA ESTABILIDAD FINAL	183



## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1	: ELEMENTOS DE UNA CANTERA.	193
FIGURA 2	: ELEMENTOS MÁS IMPORTANTES DE UNA CANTERA	194



## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 : RESPONSABILIDAD Y CONTROL DE IMPACTOS.

51



# CAPÍTULO I

## EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.1 EXPOSICIÓN DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.

El Desarrollo Sustentable, desde el punto de vista del aprovechamiento de los recursos naturales, satisface las necesidades de las generaciones presentes, sin comprometer las de las generaciones futuras, junto con la idea de la valoración del Patrimonio Geológico Minero, son piezas claves dentro de la orientación de las corrientes de pensamiento actual y del marco jurídico específico para la actividad minera de cielo abierto y en este caso para la industria que lo pueda emplear como técnica para obtener la materia prima fundamental que usan. Es decir que se debe de tomar en cuenta los futuros usos o cambios de uso de la tierra que se hará con la recuperación del terreno afectado con las acciones de la explotación minera.

Al llevar a cabo el diseño de una carretera en sus fases de apertura y operación, así como de rehabilitación luego del cese de las operaciones, es importante que se integren todas las medidas y estrategias con las políticas de gestión, tanto de las canteras como de las cuencas a las que éstas pertenecen, debiéndose tomar en cuenta sobre todo, si existen, los planes de manejo de las cuencas. Se supone que la apertura y operación de las canteras y tajos se inscriben en un marco político-institucional y legal que determina las





orientaciones y restricciones que existen en la materia. Por ejemplo, en Canadá, Estados Unidos, Europa Occidental y casi todos los países de América Latina, para obtener una autorización de instalación y operación de una cantera, tajo o mina, se requiere realizar un estudio de impacto ambiental previo, en función del cual, y teniendo en cuenta otras consideraciones, se otorga o no el permiso.

Una vez abierta la cantera o mina, es necesario cumplir con las reglamentaciones existentes que aseguren que la operación de la misma se haga en las mejores condiciones de seguridad, salubridad y del ambiente, y si existe, como se indicó, se debe tomar en cuenta, el plan de manejo de la cuenca. En América Latina el problema principal en esta primera fase suele ser la inadecuación de los sistemas de autorización o control, que dan lugar a que se autoricen canteras sin estudios ambientales o con estudios insuficientes, que terminan instalándose en lugares inapropiados o riesgosos para la población local. Al cesar la cantera o tajo sus operaciones, los problemas ambientales, sanitarios o de seguridad no terminan. Por el contrario, al disminuir o desaparecer el control de la empresa que se ocupaba de la cantera, el lugar queda sin vigilancia, dando lugar a diversos riesgos para la población. Para evitar esto es necesario asegurar que los sitios de canteras o tajos sean rehabilitados al terminar la fase operativa.

Desafortunadamente, en la mayor parte de los países de América Latina los procesos de rehabilitación están insuficientemente reglamentados y gran parte de las canteras y tajos abandonados permanecen largo tiempo en esas condiciones sin que se lleve a cabo ningún trabajo de recuperación, con los riesgos ambientales consecuentes. Luego entonces, se puede llegar a un acuerdo de pago por servicios ambientales en donde estos ingresos se destinen al manejo del área protegida más cercana como parte de las medidas de compensación que se generen. Es responsabilidad del operador de la cantera la restauración y manejo de esta durante la operación y al cierre de la misma, deben de quedar claras estas acciones dentro de la declaración jurada que contiene los compromisos ambientales que el promotor del proyecto deba cumplir.



Para poder iniciar una rehabilitación sistemática de las canteras, tajos y minas antiguas o recientemente abandonadas se requiere programas específicos que promuevan la recuperación y voluntad política para llevarlos a cabo. El objetivo público de los programas de rehabilitación es que las canteras y tajos desechados se rehabiliten a una condición que sea segura, ambientalmente estable y compatible con las tierras adyacentes. El desarrollo del presente proyecto de tesis se abocará a tomar en cuenta tres aspectos fundamentales que son: Línea base ambiental, Plan de Manejo Ambiental y Plan de Cierre y Abandono de Canteras; para ello se tomará en cuenta la construcción actual de la carretera Puno – Juliaca; y pueda el documento final como modelo para la construcción de otras carreteras de la Región Puno.

## **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

### **1.2.1 PROBLEMA GENERAL.**

¿Cuáles son las condiciones ambientales de las áreas de terreno seleccionadas para la extracción de suelos destinados a la construcción de la vía Puno – Juliaca?

### **1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS.**

1. ¿Cuáles son las características físicas, biológicas, sociales y culturales del área de terreno seleccionado para la extracción de suelos destinados a la construcción de la vía Puno – Juliaca?
2. ¿Cómo debe ser el Plan de Manejo Ambiental considerando medidas preventivas y de mitigación en las áreas de terreno seleccionadas para la extracción de suelos destinados a la construcción de la vía Puno – Juliaca?
3. ¿Cómo debe ser el Plan de Cierre y Abandono de canteras utilizadas para la extracción de suelos destinados a la construcción de la vía Puno – Juliaca?



### 1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

#### 1.3.1 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA.

Tomando en cuenta la teoría de los factores limitantes, la riqueza del ecosistema dependerá de un factor que la limita, y que encontraremos en la topografía del lugar (la montaña abrupta es pobre, la llanura ondulada es rica), en la fertilidad del suelo (los suelos profundos y francos son ricos, los suelos delgados y arenosos son pobres) y en el clima (climas templados y húmedos son ricos, climas extremos y áridos son pobres). La biota del ecosistema no es limitante porque su dinamismo genético le permite adaptarse a las características de su ambiente y aprovecharlas a plenitud. Para un ecosistema su riqueza está dada por el saldo entre la magnitud de la fotosíntesis realizada por su vegetación y la cantidad de esa misma, fotosíntesis que su vegetación necesitó para mantenerse viva y sana. Mucho de lo que una planta foto sintetizada lo gasta respirando noche y día; en las noches frías o frescas las plantas respiran muy poco pero en las noches calientes respiran mucho, por eso los largos veranos de noches calientes son poco productivos, comparados con la primavera de noches frescas.

Considerando la explotación de canteras para la construcción de obras viales en la Región Puno, es preocupante observar todavía que el uso de canteras se efectúa de manera empírica, sin tomar en cuenta los aspectos técnicos, que en nuestro país están claramente establecidas por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones. La explotación de recursos naturales, es decir en este caso el uso de canteras debe efectuarse tomando en consideración, muchos aspectos como: vía de acceso debidamente trazada, estabilidad de taludes de la cantera, entre otros aspectos que técnicamente deben de estar bien definidos; lo que será tomado en cuenta en el desarrollo del presente trabajo de tesis.

#### 1.3.2 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA.

Podríamos decir que el desarrollo sostenible surge prácticamente de manera espontánea como una respuesta ineludible e inaplazable a los grandes problemas que enfrenta la humanidad a fines de este siglo. Finalmente, resulta obvio que



estamos alcanzando los límites de un planeta finito y que nunca, como ahora, la especie humana se arriesga a sufrir un colapso en sus sistemas de soporte de vida. De acuerdo con el Centro para Nuestro Futuro Común (1993), el mundo ha de hacer frente a la agudización del hambre, de la pobreza, la enfermedad, el analfabetismo, y al incesante deterioro de los ecosistemas de los que depende nuestro bienestar. Mientras tanto, no cesan de aumentar las disparidades entre ricos y pobres. Sólo si abordamos, en conjunto y de forma equilibrada, las cuestiones relativas al medio ambiente y al desarrollo, podremos forjamos un futuro más seguro y próspero.

Se requiere un cambio fundamental en la manera de implementar el desarrollo; en pocas palabras, se requiere llevar a cabo el desarrollo visto en su dimensión social de largo plazo, en su contexto más amplio. La palabra desarrollo siempre ha sido sinónimo de crecimiento económico, no necesariamente de bienestar, por ello, este tipo de desarrollo reevaluado y dimensionado adecuadamente requerirá de un nuevo nombre, de un calificativo; sólo así podremos aceptarlo, difundirlo, comprometernos con él y vivirlo como el nuevo paradigma de la humanidad. Tomando en consideración lo manifestado anteriormente; el uso de los recursos naturales, en este caso los suelos de canteras deben de efectuarse tomado en consideración los siguientes aspectos. Los suelos de canteras deben de ser seleccionados por su calidad para la durabilidad de la vía, sus distancias de transporte las adecuadas a fin de lograr precios económicos en el uso y conformación de los suelos, en las estructuras de una vía. Es decir que el manejo del aspecto económico debe estar orientado a lograr precios bajos en el uso de los referidos suelos en la construcción de una vía; sin pecar que lo económico signifique disminuir la durabilidad de la vía a construir.

### 1.3.3 JUSTIFICACIÓN SOCIAL.

Desde el punto de vista social, el desarrollo físico de una persona es importante, lo que la sociedad desea es que sus miembros sean individuos bien desarrollados: sanos, fuertes, armónicos y con la belleza propia de su sexo, edad y aptitud. Pero mucho más importante es el desarrollo intelectual de esos mismos individuos; lo ideal es que sean inteligentes, cultos, hábiles en el desempeño de



una profesión u oficio y que se conduzcan como ciudadanos responsables en todos los aspectos de la vida, ya sea pública o privada. También en una empresa hay desarrollo; lo ideales planeada con cuidado en todos sus aspectos y pormenores; en esa forma la empresa se desarrolla armónica y eficientemente. Otro ejemplo sería el desarrollo de una ciudad, que puede ser planeado y orgánico, o espontaneo y caótico. Por desgracia, es más frecuente este último, pero en ambos casos la ciudad aumenta su población, su área urbana y su producción y consumo tanto de bienes como de servicios. En suma, desarrollo es un tránsito, es un recorrido, es un ir hacia un objetivo, hacia una meta; pero el desarrollo no debe ser, más bien no puede ser algo permanente, algo interminable, porque si no hay objetivo, no hay dirección y sin dirección, el tránsito se transforma en desorientación, en no saber a dónde ir ni qué hacer.

Es importante señalar que en la naturaleza el desarrollo tiene objetivos muy claros; a nivel individual el objetivo es la madurez sexual y la reproducción; a nivel de especie el objetivo es adaptarse y constituir un nicho ecológico, ocuparlo y defenderlo. Para esto tendrá lugar un largo proceso de selección individual. No todos los individuos que nacen se desarrollan, ni todos los que maduran sexualmente se reproducen; sólo los mejor adaptados al nicho dejarán prole. El uso de suelos adecuados encontrados en las canteras, significa un beneficio para las personas que utilizan estas vías para el traslado de sus artículos comerciales o de sostenimiento; como se puede ver tendrá una incidencia directa en beneficio de todas las personas que hagan uso de las vías construidas o rehabilitadas con suelos extraídos de canteras seleccionadas.

#### **1.3.4 JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL.**

A nivel de ecosistema el objetivo es llegar al clímax, que es el estado en el cual el ecosistema, a través de las especies que lo integran, optimiza el uso de los recursos de clima, suelo, topografía y alcanza un estado estable. Al igual que los individuos y especies, el ecosistema se desarrolla formando, en este caso, nuevos nichos ecológicos y cambiando unos nichos por otros; un día el ecosistema llegará al clímax y permanecerá en él, sostenido por el dinamismo de los individuos de sus especies que nacen, se desarrollan, se reproducen y



mueren, aprovechando los flujos de materia y energía que forman la base de todo ecosistema. Los individuos mueren pero son reemplazados, no mueren las especies ni muere el ecosistema, a menos que tenga lugar una catástrofe como un incendio devastador o la llegada de humanos agricultores. El humano no es ajeno al desarrollo ni como individuo, ni como especie ni cultura. En los niveles de individuo y especie es como ya lo dijimos, pero la cultura no es como un ecosistema. En lo cultural la humanidad no ha sabido fijarse un objetivo realista al cual se pueda llegar.

Los inconvenientes que se genera en la actualidad, por la explotación de canteras es todo un problema que se debe de afrontar inmediatamente, ya que la contaminación ambiental en lo que respecta a los suelos, agua y atmósfera son notorios originando malestar en las personas que residen cerca de las canteras en explotación actual en la ciudad de Puno; por tanto la ubicación de nuevas canteras dentro de un plan de explotación el medio ambiente sufrirá menos impactos ambientales negativos los mismos que pueden ser controlados y mitigados.

#### **1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.**

##### **1.4.1 OBJETIVO GENERAL.**

Evaluar las condiciones ambientales de las áreas de terreno seleccionadas para la extracción de suelos destinados a la construcción de la vía Puno – Juliaca.

##### **1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

1. Establecer las características físicas, biológicas, sociales y culturales del área de terreno seleccionado para la extracción de suelos destinados a la construcción de la vía Puno – Juliaca.
2. Formular el plan de manejo ambiental considerando medidas preventivas y de mitigación en las áreas de terreno seleccionadas para la extracción de suelos destinados a la construcción de la vía Puno – Juliaca.



3. Formular el plan de cierre y abandono de canteras utilizadas para la extracción de suelos destinados a la construcción de la vía Puno – Juliaca.

## 1.5 HIPÓTESIS.

### 1.5.1 HIPÓTESIS GENERAL.

Para la explotación de suelos de canteras debe tomarse en cuenta las condiciones ambientales del área de explotación, a fin de proteger el medio ambiente.

### 1.5.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.

1. En la explotación de suelos de canteras, debe protegerse las características físicas, biológicas, sociales y culturales del medio ambiente, del área de trabajo y su entorno.
2. El plan de manejo ambiental de explotación de canteras, debe considerar medidas preventivas y de mitigación de impactos ambientales negativos generados.
3. Concluido el uso de suelos de una cantera, se debe ejecutar su plan de cierre y abandono, significando esto, en dejar restituida las alteraciones producidas; dejando el área de trabajo en lo posible en las condiciones naturales encontradas.

## 1.6 VARIABLES E INDICADORES.

### VARIABLE 1. Línea base ambiental.

#### INDICADORES:

- Físico.
- Biológico.
- Social.

- Cultural.

**VARIABLE 2. Plan de Manejo Ambiental en el área de explotación.**

**INDICADORES:**

- Derrame de combustibles.
- Residuos sólidos.
- Emisiones atmosféricas.
- Ruido.
- Taludes.
- Uso de canteras.

**VARIABLE 3. Plan de Cierre y Abandono de Canteras.**

**INDICADORES:**

- Criterios de cierre.
- Medidas de cierre.
- Actividades de cierre.

**1.7 MATRIZ DE CONSISTENCIA.**





## MATRIZ DE CONSISTENCIA

**PROYECTO:** “FORMULACIÓN DE METODOLOGÍAS AMBIENTALES PARA LA EXPLOTACIÓN DE CANTERAS PARA LA VÍA PUNO – JULIACA”.

**AUTORES :** BACH. I.C. CARLOS AMADEO CAYO LUPO.

**FECHA :** FEBRERO 2015.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES
<p><b>PROBLEMA GENERAL.</b></p> <p>¿Cuáles son las condiciones ambientales de las áreas de terreno seleccionadas para la extracción de suelos destinados a la construcción de la vía Puno – Juliaca?</p> <p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>¿Cuáles son las características físicas, biológicas, sociales y culturales del área de terreno seleccionado para la extracción de suelos destinados a la construcción de la vía Puno – Juliaca?</li> <li>¿Cómo debe ser el Plan de Manejo Ambiental considerando medidas preventivas y de mitigación en las áreas de terreno seleccionadas para la extracción de suelos destinados a la construcción de la vía Puno – Juliaca?</li> <li>¿Cómo debe ser el Plan de Cierre y Abandono de canteras utilizadas para la extracción de suelos destinados a la construcción de la vía Puno – Juliaca?</li> </ol>	<p><b>OBJETIVO GENERAL.</b></p> <p>Evaluar las condiciones ambientales de las áreas de terreno seleccionadas para la extracción de suelos destinados a la construcción de la vía Puno – Juliaca.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Establecer las características físicas, biológicas, sociales y culturales del área de terreno seleccionado para la extracción de suelos destinados a la construcción de la vía Puno – Juliaca.</li> <li>Formular el plan de manejo ambiental considerando medidas preventivas y de mitigación en las áreas de terreno seleccionadas para la extracción de suelos destinados a la construcción de la vía Puno – Juliaca.</li> <li>Formular el plan de cierre y abandono de canteras utilizadas para la extracción de suelos destinados a la construcción de la vía Puno – Juliaca.</li> </ol>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL.</b></p> <p>Para la explotación de suelos de canteras debe tomarse en cuenta las condiciones ambientales del área de explotación, a fin de proteger el medio ambiente.</p> <p><b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>En la explotación de suelos de canteras, debe protegerse las características físicas, biológicas, sociales y culturales del medio ambiente, del área de trabajo y su entorno.</li> <li>El plan de manejo ambiental de explotación de canteras, debe considerar medidas preventivas y de mitigación de impactos ambientales negativos generados.</li> <li>Concluido el uso de suelos de una cantera, se debe ejecutar su plan de cierre y abandono, significando esto, en dejar restituida las alteraciones producidas; dejando el área de trabajo en lo posible en las condiciones naturales encontradas.</li> </ol>	<p><b>VARIABLE 1 :</b></p> <p><b>LÍNEA BASE AMBIENTAL.</b></p> <p><b>VARIABLE 2 :</b></p> <p><b>PLAN DE MANEJO AMBIENTAL EN EL ÁREA DE EXPLOTACIÓN.</b></p> <p><b>VARIABLE 3 :</b></p> <p><b>PLAN DE CIERRE Y ABANDONO DE CANTERA.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Físico.</li> <li>Biológico.</li> <li>Social.</li> <li>Cultural.</li> <li>Derrame de combustibles.</li> <li>Residuos sólidos.</li> <li>Emissiones atmosféricas.</li> <li>Ruido.</li> <li>Taludes.</li> <li>Uso de canteras.</li> <li>Criterios de cierre.</li> <li>Medidas de cierre.</li> <li>Actividades de cierre.</li> </ul>



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 2.1 ANTECEDENTES.

La explotación de canteras es una actividad inevitable en la construcción de vías; estas por lo general son ubicadas a los costados de la vía en construcción, estas deben tener suelos de la calidad establecida en normas y reglamentos a fin de que su empleo genere vías y/o carreteras durables. Sin embargo en las operaciones de extracción de suelos de canteras se ocasiona alteraciones al medio ambiente, los que son posibles de evitarlos; por tanto en la actualidad se puede proponer planes de gestión para la extracción de suelos cuidando el medio ambiente, para el desarrollo del presente trabajo y considerando lo manifestado anteriormente, se ha tomado en como guía el contenido de los siguientes trabajos de investigación:

##### 2.1.1 PRIMER ANTECEDENTE.

- **TEMA** : DIAGNÓSTICO DE LOS IMPACTOS GENERADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA VÍA: JULIACA - PUTINA – SANDIA
- **AUTOR** : Bach. Hegorod William Luque Quispe



- **INSTITUCIÓN** : C.A.P INGENIERÍA CIVIL – UANCV
- **RESUMEN.**

La construcción y luego la entrada en operación de carreteras, es tal vez una de las actividades de la sociedad moderna que más genera impacto ambiental al medio ambiente, todos sus elementos se alteran y se deterioran al no considerar la implementación de las medidas necesarias para su manejo y corrección.

Estos impactos sobre el ambiente se ha demostrado, en algunos casos pueden ser dramáticos, cuando se producen fundamentalmente por el hecho de que con la apertura de nuevas carreteras, como es el caso de carreteras de penetración a la selva en la Región Puno, se genera grandes movimientos de tierras y disposición de sobrantes que transforman la morfología de una zona y las diversas interrelaciones que se dan entre los seres vivos y la naturaleza que conforman los hábitats; se da acceso a zonas intocadas que luego con el tiempo se transforman y se incorporan zonas intocadas que luego con el tiempo se transforman y se incorporan zonas no planificadas a la producción económica mediante el cambio en el uso de los suelos, la generación de fenómenos de migración de población y pérdida de equilibrio ecológico.

La construcción de carreteras, debe considerar que es indispensable adoptar y aplicar medidas que garanticen la preservación, restauración, corrección y mitigación de los impactos sobre los recursos del medio ambiente, que corresponden al área de influencia y entorno donde se implementa estos diversos proyectos; con el fin de asegurar su sostenibilidad y los beneficios económicos y sociales esperados.

Desde hace varios años, son motivo de preocupación e investigación los impactos ambientales generados por la construcción de carreteras, debido a su intensidad magnitud y permanencia en los ecosistemas. Actualmente la situación de deterioro del ambiente ha motivado a las instituciones



públicas y privadas, para realizar estudios cada vez más específicos acerca de los procesos, actividades, equipos y materiales en la realización de sus trabajos, para determinar el grado de afectación que conllevan y de esta manera, poder establecer las medidas de investigación correspondiente para minimizar o eliminar las posibles afectaciones ambientales.

El desarrollo del presente trabajo estará orientado a un análisis de los impactos ambientales generados en la construcción de la carretera Juliaca-Sandia; que ha dejado muchos deterioros en su recorrido de la carretera Juliaca-Putina-Sandia.

- **CONCLUSIONES.**

1. La construcción de carreteras, es la actividad que más altera el medio ambiente; dentro de las acciones más sobresalientes que puede generar preocupaciones se tiene: excedente de cortes, el manejo de asfalto con derrames y generación de gases, sonido intenso, contaminación de suelos, generación de residuos en campamentos, vibraciones, abandono irresponsable, entre otros.
2. Las acciones efectuadas en tal construcción de carreteras generan consecuencias preocupantes como: turbidez del agua, disminución de oxígeno en el agua, aplastamiento de plantas, derrames de combustibles y lubricantes, nido, pérdidas de áreas de cultivo, destrucción de microorganismos, derrumbes, interrupción de vías.
3. A los efectos generados por la construcción de carreteras, deberán implementarse planes de mitigación como: empleo de botaderos, ubicar las plantas de asfalto y patio de máquinas en lugares apropiados, eliminar capas de suelo contaminados, a acumular y eliminar desechos de lubricantes, tratamientos de residuos, taludes revegetar taludes, habilitar lugares adecuados para el tránsito de la fauna, proteger áreas de impacto entre otros.



## 2.1.2 SEGUNDO ANTECEDENTE.

- **TEMA** : ESTUDIO DE PROPUESTA DE NUEVAS CANTERAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS VIALES DE LA CIUDAD DE PUNO.

- **AUTORES** : Bach. Luiggi Antny Tenorio Ortega.  
Bach. Miriam Lisbeth Quenta Flores

- **INSTITUCIÓN:** C.A.P INGENIERÍA CIVIL – UANCV

- **RESUMEN.**

El desarrollo hasta nuestros días se ha caracterizado por el predominio de la tendencia hacia la máxima rentabilidad a corto plazo en cuanto al uso de los recursos naturales. Esto se debe, en parte, al marco de referencia actual representado por los sistemas económicos que privilegian la rentabilidad inmediata, en detrimento de la planeación a largo plazo, la cual es castigada por el sistema de descuento, la alta tasa de descuento y el valor de oportunidad de dinero, que por lo general es muy alto.

Existe además, una falta de conocimiento de los recursos naturales, ignoramos formas de manejo y tecnologías adecuadas. A pesar de que estamos muy avanzados en cuestiones de tecnología, la aplicamos mal a los recursos naturales; en realidad los vamos conociendo conforme los vamos utilizando. Esa estrategia debe cambiar, es preferible conocer primero nuestros recursos y decidir entonces como utilizarlos. Por un lado utilizamos tecnologías ineficientes producto de la premura y del espíritu de frontera, y por otro, desechamos aportaciones de las tecnologías tradicionales de las culturas antiguas. Debemos ahora entrar a una fase de desarrollo que integre ambos tipos de conocimiento.

Asimismo, no contamos con una política adecuada en cuanto a la



potencialidad de los recursos naturales. Es precisamente el desconocimiento de los recursos y el hecho de considerarlos en cierta forma inagotable lo que nos ha llevado a una política inadecuada para su manejo y al abuso de los mismos, tanto a nivel interno de un país como a nivel internacional con macro políticas colonialistas. Las diferencias de poder económico y bélico han propiciado que algunos países se beneficien de los recursos de otros; en una relación de baja equidad, una de las premisas de desarrollo sostenible enfatiza que haya mayor equidad; no se trata de señalar culpables sino de hacer notar la importancia de tal equidad. Necesitamos definir esta política e implementarla también en forma adecuada.

Por otro lado, es necesario promover una filosofía sobre el desarrollo sostenible; sus objetivos, metas, estrategias, alcances, etc. Estamos, ahora si llegando al final del camino que iniciamos con el conocimiento de la formación de la Tierra, el origen y evolución de la vida, así como el acomodo tan eficiente que la naturaleza dio a los ecosistemas para operar de manera cíclica mediante mecanismos de retroalimentación y control. Dentro de la naturaleza la especie humana es ahora, al mismo tiempo, y paradójicamente, su producto más acabado, su beneficiario principal, su peor enemigo y sobre todo una de las especies frente al reto de su propia sobrevivencia. El tema que proponemos analizará la situación crítica que ocasiona la explotación actual de canteras para la construcción de obras viales que todas se encuentran dentro del radio urbano, ocasionando serios inconvenientes al medio ambiente y demás actividades en la ciudad de Puno.

No se deja de lado la importancia de seguir mejorando y construyendo las vías de la ciudad por lo que es necesario ubicar otras canteras que se ubiquen fuera del radio urbano de la ciudad y estos se exploten considerando un Plan de Explotación de Canteras



- **CONCLUSIONES.**

1. La explotación de canteras en la actualidad en la ciudad de Puno, ya es inadecuada, y se encuentran dentro del radio urbano, como es el caso de canteras como: Chejoña. Salcedo I, Salcedo II cuyas actividades están ocasionando considerables impactos ambientales negativos en el aire, agua y suelos.
2. Los impactos ambientales negativos por la explotación actual de canteras en la ciudad de Puno, son deterioro del paisaje natural, destrucción de vías de las nuevas urbanizaciones, ruido considerable por el funcionamiento de equipo mecánico pesado, entre otros.
3. La ciudad de Puno, fuera del radio urbano, cuenta con canteras de suelos apropiados, como es el caso de canteras: Kuntur Wasi, Ichu y Km 5.00 (carretera Puno – Moquegua), en el que se han efectuado los ensayos de laboratorio correspondientes dando buenos resultados.

## 2.2 MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL.

### 2.2.1 LEY N° 28611 LEY GENERAL DEL AMBIENTE.

#### LEY GENERAL DEL AMBIENTE TÍTULO PRELIMINAR DERECHOS Y PRINCIPIOS

#### **Artículo I.- Del derecho y deber fundamental.**

Toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida; y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país.

**Artículo V.- Del principio de sostenibilidad.**

La gestión del ambiente y de sus componentes, así como el ejercicio y la protección de los derechos que establece la presente Ley, se sustentan en la integración equilibrada de los aspectos sociales, ambientales y económicos del desarrollo nacional, así como en la satisfacción de las necesidades de las actuales y futuras generaciones.

**Artículo VI.- Del principio de prevención.**

La gestión ambiental tiene como objetivos prioritarios prevenir, vigilar y evitar la degradación ambiental. Cuando no sea posible eliminar las causas que la generan, se adoptan las medidas de mitigación, recuperación, restauración o eventual compensación, que correspondan.

**TÍTULO I****POLÍTICA NACIONAL DEL AMBIENTE Y GESTIÓN AMBIENTAL****CAPÍTULO 1****ASPECTOS GENERALES****Artículo 1°.- Del objetivo.**

La presente Ley es la norma ordenadora del marco normativo legal para la gestión ambiental en el Perú. 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.

**CAPÍTULO 2****POLÍTICA NACIONAL DEL AMBIENTE****Artículo 8°.- De la Política Nacional del Ambiente.**

8.1 La Política Nacional del Ambiente constituye el conjunto de lineamientos, objetivos, estrategias, metas, programas e instrumentos de carácter público,



que tiene como propósito definir y orientar el accionar de las entidades del gobierno nacional, regional y local; y del sector privado y de la sociedad civil, en materia ambiental.

- 8.2 Las políticas y normas ambientales de carácter nacional, sectorial, regional y local se diseñan y aplican de conformidad con lo establecido en la Política Nacional del Ambiente y deben guardar concordancia entre sí. 8.3 La Política Nacional del Ambiente es parte integrante del proceso estratégico de desarrollo del país. Es aprobada por Decreto Supremo refrendado por el Presidente del Consejo de Ministros. Es de obligatorio cumplimiento.

### CAPÍTULO 3 GESTIÓN AMBIENTAL

#### **Artículo 13°.- Del concepto.**

- 13.1 La gestión ambiental es un proceso permanente y continuo, constituido por el conjunto estructurado de principios, normas técnicas, procesos y actividades, orientado a administrar los intereses, expectativas y recursos relacionados con los objetivos de la política ambiental y alcanzar así, una mejor calidad de vida y el desarrollo integral de la población, el desarrollo de las actividades económicas y la conservación del patrimonio ambiental y natural del país.
- 13.2 La gestión ambiental se rige por los principios establecidos en la presente Ley y en las leyes y otras normas sobre la materia.

#### **Artículo 25°.- De los Estudios de Impacto Ambiental.**

Los Estudios de Impacto Ambiental – EIA, son instrumentos de gestión que contienen una descripción de la actividad propuesta y de los efectos directos o indirectos previsibles de dicha actividad en el medio ambiente físico y social, a corto y largo plazo, así como la evaluación técnica de los mismos. Deben indicar las medidas necesarias para evitar o reducir el daño a niveles tolerables e incluirá un breve resumen del estudio para efectos de su publicidad. La ley de la materia señala los demás requisitos que deban contener los EIA.



**Artículo 34°.- De los planes de prevención y de mejoramiento de la calidad ambiental.**

La Autoridad Ambiental Nacional coordina con las autoridades competentes, la formulación, ejecución y evaluación de los planes destinados a la mejora de la calidad ambiental o la prevención de daños irreversibles en zonas vulnerables o en las que se sobrepasen los ECA, y vigila según sea el caso, su fiel cumplimiento. Con tal fin puede dictar medidas cautelares que aseguren la aplicación de los señalados planes, o establecer sanciones ante el incumplimiento de una acción prevista en ellos, salvo que dicha acción constituya una infracción a la legislación ambiental que debe ser resuelta por otra autoridad de acuerdo a ley.

**TÍTULO II  
DE LOS SUJETOS DE LA GESTIÓN AMBIENTAL**

**CAPÍTULO 1  
ORGANIZACIÓN DEL ESTADO**

**Artículo 52°.- De las competencias ambientales del Estado.**

Las competencias ambientales del Estado son ejercidas por organismos constitucionalmente autónomos, autoridades del gobierno nacional, gobiernos regionales y gobiernos locales; de conformidad con la Constitución y las leyes que definen sus respectivos ámbitos de actuación, funciones y atribuciones, en el marco del carácter unitario del Estado. El diseño de las políticas y normas ambientales de carácter nacional es una función exclusiva del gobierno nacional.

**CAPÍTULO 4  
EMPRESA Y AMBIENTE**

**Artículo 73°.- Del ámbito.**

73.1 Las disposiciones del presente capítulo son exigibles a los proyectos de inversión, de investigación y a toda actividad susceptible de generar



impactos negativos en el ambiente, en tanto sean aplicables, de acuerdo a las disposiciones que determine la respectiva autoridad competente.

73.2 El término "titular de operaciones" empleado en los artículos siguientes de este capítulo incluye a todas las personas naturales y jurídicas.

### TÍTULO III

#### INTEGRACIÓN DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL

##### CAPÍTULO 1

#### APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS NATURALES

**Artículo 84°.- Del concepto.** Se consideran recursos naturales a todos los componentes de la naturaleza, susceptibles de ser aprovechados por el ser humano para la satisfacción de sus necesidades y que tengan un valor actual o potencial en el mercado, conforme lo dispone la Ley.

**Artículo 85°.- De los recursos naturales y del rol del Estado.**

85.1 El Estado promueve la conservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales a través de políticas, normas, instrumentos y acciones de desarrollo, así como, mediante el otorgamiento de derechos, conforme a los límites y principios expresados en la presente Ley y en las demás leyes y normas reglamentarias aplicables.

85.2 Los recursos naturales son Patrimonio de la Nación, solo por derecho otorgado de acuerdo a la ley y al debido procedimiento pueden aprovecharse los frutos o productos de los mismos, salvo las excepciones de ley. El Estado es competente para ejercer funciones legislativas, ejecutivas y jurisdiccionales respecto de los recursos naturales.

85.3 La Autoridad Ambiental Nacional, en coordinación con las autoridades ambientales sectoriales y descentralizadas, elabora y actualiza permanentemente, el inventario de los recursos naturales y de los servicios ambientales que prestan; estableciendo su correspondiente valorización.



## CAPÍTULO 3 CALIDAD AMBIENTAL

### Artículo 113°.- De la calidad ambiental.

113.1 Toda persona natural o jurídica, pública o privada, tiene el deber de contribuir a prevenir, controlar y recuperar la calidad del ambiente y de sus componentes.

113.2 Son objetivos de la gestión ambiental en materia de calidad ambiental:

- a. Preservar, conservar, mejorar y restaurar, según corresponda, la calidad del aire, el agua y los suelos y demás componentes del ambiente identificando y controlando los factores de riesgo que la afecten.
- b. Prevenir, controlar, restringir y evitar según sea el caso, actividades que generen efectos significativos, nocivos o peligrosos para el ambiente y sus componentes, en particular cuando ponen en riesgo la salud de las personas.
- c. Recuperar las áreas o zonas degradadas o deterioradas por la contaminación ambiental.
- d. Prevenir, controlar y mitigar los riesgos y daños ambientales procedentes de la introducción, uso, comercialización y consumo de bienes, productos, servicios o especies de flora y fauna.
- e. Identificar y controlar los factores de riesgo a la calidad del ambiente y sus componentes.
- f. Promover el desarrollo de la investigación científica y tecnológica, las actividades de transferencia de conocimientos y recursos, la difusión de experiencias exitosas y otros medios para el mejoramiento de la calidad ambiental.



## 2.2.2 LEY N° 27446 LEY DEL SISTEMA NACIONAL DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.

### CAPÍTULO I DISPOSICIONES GENERALES

#### **Artículo 1.- Objeto de la ley.**

La presente Ley tiene por finalidad:

- a) La creación del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA), como un sistema único y coordinado de identificación, prevención, supervisión, control y corrección anticipada de los impactos ambientales negativos derivados de las acciones humanas expresadas por medio del proyecto de inversión.
- b) El establecimiento de un proceso uniforme que comprenda los requerimientos, etapas, y alcances de las evaluaciones del impacto ambiental de proyectos de inversión.
- c) El establecimiento de los mecanismos que aseguren la participación ciudadana en el proceso de evaluación de impacto ambiental.

#### **Artículo 2.- Ámbito de la ley.**

Quedan comprendidos en el ámbito de aplicación de la presente Ley, los proyectos de inversión públicos y privados que impliquen actividades, construcciones u obras que puedan causar impactos ambientales negativos, según disponga el Reglamento de la presente Ley.

#### **Artículo 5.- Criterios de protección ambiental.**

Para los efectos de la clasificación de los proyectos de inversión que queden comprendidos dentro del SEIA, la autoridad competente deberá ceñirse a los siguientes criterios:

- a) La protección de la salud de las personas.
- b) La protección de la calidad ambiental, tanto del aire, del agua, del suelo, como la incidencia que puedan producir el ruido y los residuos sólidos, líquidos y emisiones gaseosas y radiactivas.



- c) La protección de los recursos naturales, especialmente las aguas, el suelo, la flora y la fauna.
- d) La protección de las áreas naturales protegidas.
- e) La protección de los ecosistemas y las bellezas escénicas, por su importancia para la vida natural.
- f) La protección de los sistemas y estilos de vida de las comunidades;
- g) La protección de los espacios urbanos.
- h) La protección del patrimonio arqueológico, histórico, arquitectónicos y monumentos nacionales; e internacionales.
- i) Los demás que surjan de la política nacional ambiental.

#### **CAPÍTULO IV SEGUIMIENTO Y CONTROL**

##### **Artículo 15.- Seguimiento y control.**

- 15.1 La autoridad competente será la responsable de efectuar la función de seguimiento, supervisión y control de la evaluación de impacto ambiental, aplicando las sanciones administrativas a los infractores.
- 15.2 El seguimiento, supervisión y control se podrá ejecutar a través de empresas o instituciones que se encuentren debidamente calificadas e inscritas en el registro que para el efecto abrirá la autoridad competente. Las empresas o instituciones que elaboren los estudios de impacto ambiental no podrán participar en la labor de seguimiento, supervisión y control de los mismos.

#### **CAPÍTULO V DE LAS AUTORIDADES COMPETENTES**

##### **Artículo 16.- Organismo coordinador del Sistema.**

El organismo coordinador del SEIA será el Consejo Nacional del Ambiente (CONAM), en concordancia con lo que se establece en la Ley N° 26410 y la presente Ley.

### 2.2.3 NORMAS LEGALES REFERIDAS AL SECTOR DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES.

#### LEY ORGÁNICA DEL SECTOR TRANSPORTE, COMUNICACIONES, VIVIENDA Y CONSTRUCCIÓN

Creado por Decreto Ley N° 25862, establece como una de sus atribuciones que el Ministerio de Transportes Comunicaciones Vivienda y Construcción, como la autoridad competente en asuntos del medio ambiente, referidas a las actividades que desarrolla.

Según su artículo 23, se encarga a la Dirección General del Medio Ambiente propone la política relacionada al mejoramiento y control de la calidad medio ambiental, supervisar, controlar y evaluar su ejecución en las zonas de influencia del Sector.

Es importante indicar que según Resolución Ministerial N° 258-98MTC/15.01, en su artículo 1, crea la Unidad Especializada de Estudios de Impacto Ambiental, dependiente de la Dirección General de Caminos y le encarga los aspectos concernientes a los Estudios de Impacto Ambiental de los proyectos de obra o actividades de infraestructura vial de Transporte que realice el Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción.

#### **Términos de referencia para la elaboración de estudios de Impacto Ambiental en la construcción vial.**

Estas normas fueron aprobadas por Resolución Ministerial N° 171-94-TCC/15.03 del 27 de Abril de 1994, siendo la intención básica proporcionar al usuario los lineamientos aceptables en el desarrollo de Estudios de Impacto Ambiental en el sector transportes. Este documento no tiene carácter mandatario, si no orientador, a fin de aquellas que están planeando nuevos proyectos de transportes, incluyan las inversiones y acciones necesarias para prevenir, controlar y mitigar los impactos ambientales.



### **Normas para el aprovechamiento de canteras, decreto Supremo N° 37-97-EM.**

El Artículo primero de este decreto, establece que las canteras de materiales de construcción utilizadas exclusivamente para la construcción, rehabilitación o mantenimiento de obras de la infraestructura que desarrollan las entidades del Estado directamente o por contrata, ubicadas dentro de un radio de 20 Km., de la obra, o dentro de las obras, se afecta a estas durante su ejecución y formarán parte integrante de dicha infraestructura. Asimismo, en el artículo 2 se establece que, previa calificación de la obra por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Vivienda y Construcción, informarán al Registro Público de Minería el inicio de la ejecución de las obras y la ubicación de estas.

### **Aprueban el Reglamento de la ley N° 26737, que regulan la explotación de materiales que acarrear y depositan aguas en sus álveos o cauces, Decreto Supremo N° 013-97-EM.**

Establece que la Autoridad de Aguas es la única facultad para otorgar los permisos de extracción de los materiales que acarrear y depositan las aguas en sus álveos o cauces, dando prioridad a las zonas de extracción en el cauce, previa evaluación efectuada por el Administrador Técnico de distrito de Riego correspondiente. Concluida la extracción, el titular está obligado a reponer a su estado natural la rivera utilizada para el acceso y salida para las zonas de explotación.

Esta norma ambiental también se refiere al plazo de los permisos, suspensión y extensión de los permisos, así como el pago de derechos por concepto de extracción de materiales de acarreo.

### **Resolución Ministerial N° 188-97-EM/VMM.**

Mediante esta Resolución se establece las medidas a tomar para el inicio o reinicio de las actividades de explotación de canteras de materiales de construcción, diseño de tajos, minado de canteras, abandono de las canteras, acciones al término del uso de la cantera, y los plazos y acciones complementarias para el tratamiento de las canteras.





### **Organizaciones no Gubernamentales (ONGS).**

La evaluación y solución a la problemática ambiental, ha dejado de ser exclusividad de los organismos gubernamentales, habiéndose creado organismos, instituciones privadas para la defensa, conservación, preservación e investigación de los recursos naturales y del medio ambiente, orientadas a mejorar la producción y la productividad de las empresas, mejorar la calidad del medio ambiente, planificar el uso racional de los recursos naturales y propiciar un constante mejoramiento de la calidad de vida de la población.

### **Consideraciones finales.**

Como consecuencia de los dispositivos legales dados en diferentes épocas y la preocupación general de lograr un mejor ordenamiento y tratamiento del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, en la actualidad se ha plasmado normas precisas, sobre responsabilidades institucionales, a efecto de lograr una mejor preservación y una conservación del Medio Ambiente. En este sentido, se ha expedido nuevos dispositivos legales con la finalidad de normar el uso de los recursos naturales, con el propósito de lograr el desarrollo sostenido del país.

Sin embargo muchos de estos dispositivos no se cumplen plenamente y en algunos casos, han sido inoperantes. Esta situación continúa hasta el presente, por lo que se recalca la responsabilidad no solo a las instituciones, sino principalmente al personal profesional que interviene en la elaboración de proyectos, la obligación de conocer la legislación vigente relacionada al tema. No es una tarea que solo le compete al estado dictando medidas en cuanto a la protección del Medio Ambiente, muy por el contrario son los usuarios a quienes corresponde la mayor responsabilidad por ser los beneficiarios permanentes de un bien escaso y muchas veces irreversible.

## **2.3 MARCO TEÓRICO.**

### **2.3.1 IMPORTANCIA DE LOS ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL.**

El objetivo de la evaluación ambiental es asegurar que los problemas potenciales sean identificados y tratados en la fase inicial de la planificación y



diseño del proyecto; en ese momento, alternativas deseables desde un punto de vista ambiental (sitios, tecnologías, etc.) pueden ser consideradas en forma realista, y los planes de implementación y operación pueden ser diseñados para responder a los problemas ambientales críticos para un máximo de efectividad de costos. Más tarde se vuelve muy costoso efectuar importantes cambios de diseño, seleccionar una propuesta alternativa, o decidir no continuar con un proyecto. Aún más costosas son las demoras en la implementación de un proyecto debido a problemas no contemplados en su diseño.

Consecuentemente, es esencial integrar la evaluación ambiental dentro del estudio de factibilidad y del diseño. Entre los múltiples beneficios de una evaluación ambiental, se incluyen los siguientes:

- **Protección de los Recursos Naturales, Calidad Ambiental y Salud Pública.-** Una evaluación ambiental sirve para identificar por adelantado las acciones que podrían tener efectos significativos en los recursos naturales; en la calidad del medio ambiente local, regional o nacional; y en salud y seguridad humanas. En este respecto, la evaluación ambiental es una medida preventiva importante que reduce los riesgos potenciales al bienestar del medio ambiente natural.
- **Revelación Abierta y Completa de todas las Consecuencias Ambientales de la Acción Propuesta.-** Una evaluación ambiental presenta un mecanismo normativo para documentar y revelar el espectro completo de los efectos de una acción propuesta. Esta revelación estimula un examen meticuloso de todas las acciones que podrían afectar el medio ambiente natural.
- **Consideración Objetiva de todas las Alternativas Razonables.-** El principio fundamental del proceso de una evaluación ambiental es la comparación objetiva y sistemática de alternativas razonables para identificar la alternativa menos dañina al medio ambiente que llenará el propósito y necesidad establecidos por la acción propuesta.



- **Establecimiento de una Base Uniforme Cuantitativa/Cualitativa para la Identificación y Caracterización de todos los Impactos Ambientales Relevantes.-** Los pasos sistemáticos incluidos en una evaluación ambiental ofrecen asistencia técnica con relación a los tipos de efectos ambientales que deben evaluarse, la extensión de metodologías técnicas que pueden usarse en estas evaluaciones y los tipos de técnicas que pueden usarse para predecir los efectos potenciales resultantes de una acción propuesta.
- **Aplicación de las Mejores Prácticas Administrativas para Disminuir los Impactos Inevitables.-** La identificación temprana de los efectos potenciales de una acción propuesta que pueden promover el uso de las mejores prácticas administrativas o soluciones tecnológicas innovativas para predecir los efectos potenciales resultantes de una acción propuesta.
- **Fomento de la Participación Pública a Través de la Evaluación Ambiental.-** La involucración del público a través de talleres, reuniones y audiencias fomentan un flujo continuo de información y permite a las comunidades y a los ciudadanos hacer decisiones inteligentes sobre los beneficios y riesgos de las acciones propuestas. (JICA 2005).

### 2.3.2 PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES.

Desde el punto de vista de la realización de un estudio de impacto ambiental conviene diferenciar entre proyectos con varias alternativas y proyectos con una sola alternativa.

La primera etapa conceptual de los estudios de impacto ambiental es similar en ambos casos y consiste en identificar y predecir las alteraciones que se producen con motivo del proyecto. Esta etapa consta, por una parte, del análisis del proyecto, donde se estudian sus objetivos y su oportunidad y se especifican aquellas acciones susceptibles de producir impactos; por otra, y al mismo nivel, se



define la situación preoperacional del entorno, que comprende la concreción del ámbito y variables a contemplar, la identificación de aquellos elementos de estas variables susceptibles de ser modificados, el inventario de estos elementos y la valoración del inventario. El último proceso de esta etapa sería enfrentar la información proporcionada por el análisis de proyecto y el estudio de la situación preoperacional, lo que daría lugar a la identificación y predicción de las alteraciones que puede generar cada alternativa.

La segunda etapa no tiene un esquema rígido, puesto que según el método de evaluación que se utilice puede incluir deferentes pasos. En el caso de que exista más de una alternativa suele procederse a la valoración de los impactos que, en algunos métodos, incluye una ponderación previa; posteriormente, se realiza la comparación y selección de alternativas. Si sólo existe una alternativa se suele realizar únicamente una valoración de los impactos.

Finalmente, la última etapa comprende la definición de medidas correctoras, los impactos residuales que tienen lugar después de aplicarlas, un programa de vigilancia para controlar la magnitud de las alteraciones registradas; y, en caso de que sean necesarios, los estudios complementarios, así como el plan de abandono y recuperación.

#### **a. EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.**

La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual se establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente.

Los proyectos de obras y actividades de competencia Nacional podrán ser evaluados, por medio de un estudio que puede ser presentado en las siguientes modalidades:



- Informe Preventivo, si se prevee que la obra o actividad no causarán importantes impactos ambientales.
- Manifestación de Impacto Ambiental en sus modalidades: General, Intermedia y específica. Cuando la obra o actividad causarán impactos ambientales significativos y potenciales.

Los contenidos del informe preventivo, así como las características y las modalidades de las manifestaciones de impacto ambiental y los estudios de riesgo deberán contener los siguientes rubros.

- a) Declaración del avance que guarda el proyecto al momento de elaborar el estudio de Impacto Ambiental.
- b) Tipo de la obra o actividad que se pretende llevar a cabo. Especificando si el proyecto o actividad se desarrollará por etapas; el volumen de producción; procesos involucrados e inversión requerida.
- c) Tipo y cantidad de los materiales y sustancias que serán utilizados en las diferentes etapas del proyecto (preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y abandono).
- d) Tipo y cantidad de los residuos que se generarán en las diferentes etapas del proyecto y destino final de los mismos.
- e) Técnicas empleadas para la descripción del medio físico, biótico y socioeconómico, señalando expresamente si el proyecto afecta o no especies únicas o ecosistemas frágiles.
- f) Ubicación física del proyecto en un plano, donde se especifique la localización del predio o la planta (tratándose de una industria).
- g) Características del sitio en que se desarrollará la obra o actividad, así como el área circundante a éste. Indicando explícitamente si se afectará o no algún Área Natural Protegida, tipos de ecosistemas o zonas donde existan especies o subespecies de flora y fauna terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras, sujetas a protección especial o endémicas.
- h) Superficie requerida.

- i) Identificación y evaluación de impactos ambientales y evaluación cuantitativa, señalando el total de impactos adversos, benéficos y su significancia, así como los impactos inevitables, irreversibles y acumulativos del proyecto.
- j) Medidas de mitigación y compensación que pretendan adoptar, las cuales deberán relacionarse con los impactos identificados.
- k) Programa Calendarizado de Ejecución de Obras.
- l) Conclusiones. (GOMEZ 2002).

### 2.3.3 TIPOS DE IMPACTOS.

El impacto ambiental es la transformación, modificación o alteración de cualquiera de los componentes del medio ambiente (biótico, abiótico y humano), como resultado del desarrollo de un proyecto en sus diversas etapas.

La información sobre los impactos ambientales potenciales de una acción propuesta forma la base técnica para comparaciones de alternativas, inclusive la alternativa de no acción. Todos los efectos ambientales significativos, inclusive los beneficiosos, deben recibir atención. Aunque el término de "impacto ambiental" se ha interpretado en el sentido negativo, muchas acciones tienen efectos positivos significativos que deben definirse y discutirse claramente (generación de empleos, beneficios sociales, entre otros). A continuación se definen los impactos ambientales más comunes:

- a) **Impacto Primario.**-Cualquier efecto en el ambiente biofísico o socioeconómico que se origina de una acción directamente relacionada con el proyecto; puede incluir efectos tales como: destrucción de ecosistemas, alteración de las características del agua subterránea, alteración o destrucción de áreas históricas, desplazamiento de domicilios y servicios, generación de empleos temporales, aumento en la generación de concentraciones de contaminantes, entre otras.
- b) **Impacto Secundario.**- Los impactos secundarios cubren todos los efectos potenciales de los cambios adicionales que pudiesen ocurrir más adelante

o en lugares diferentes como resultado de la implementación de una acción en particular, estos impactos pueden incluir: construcción adicional y/o desarrollo, aumento del tránsito, aumento de la demanda recreativa y otros tipos de impactos fuera de la instalación generados por las actividades de la instalación.

- c) Impactos a Corto Plazo y Largo Plazo.-** Los impactos pueden ser a corto o largo plazo, dependiendo de su duración. La identificación de estos impactos es importante porque el significado de cualquier impacto puede estar relacionado con su duración en el medio ambiente.

La pérdida de pasto u otra vegetación herbácea corta en un área podría considerarse un impacto a corto plazo, porque el área podría revegetarse muy fácilmente en un corto tiempo, sin embargo, la pérdida de un bosque maduro se considera un impacto a largo plazo debido al tiempo necesario para reforestar el área y para que los árboles lleguen a la madurez.

- d) Impacto Acumulativo.-** Son aquellos impactos ambientales resultantes del impacto incrementado de la acción propuesta sobre un recurso común cuando se añade a acciones pasadas, presentes y razonablemente esperadas en el futuro.

Las circunstancias que generan impactos acumulativos podrían incluir: impactos en la calidad del agua debidos a una emanación que se combina con otras fuentes de descargo, pérdida y/o fragmentación de hábitats ambientalmente sensitivos resultante de la construcción de varios desarrollos residenciales.

La evaluación de impactos acumulativos es difícil, debido en parte a la naturaleza especulativa de las acciones futuras posibles y en parte debido a las complejas interacciones que necesitan evaluarse cuando los efectos colectivos se consideran.

- e) **Impacto Inevitable.-** Es aquel cuyos efectos no pueden evitarse total o parcialmente, y que por lo tanto requieren de una implementación inmediata de acciones correctivas.
- f) **Impacto Reversible.-** Sus efectos en el ambiente pueden ser mitigados de forma tal, que se restablezcan las condiciones preexistentes a la realización de la acción.
- g) **Impacto Irreversible.-** Estos impactos provocan una degradación en el ambiente de tal magnitud, que rebasan la capacidad de amortiguación y repercusión de las condiciones originales.
- i) **Impacto Residual.-** Es aquel cuyos efectos persistirán en el ambiente, por lo que requiere de la aplicación de medidas de atenuación que consideren el uso de la mejor tecnología disponible.
- j) **Impacto Mitigado.-** Aquel que con medidas de mitigación (amortiguación, atenuación, control, etc.) reduce los impactos adversos de una acción propuesta sobre el medio ambiente afectado. (JICA 2005).

#### 2.3.4 ÁMBITO DEL MEDIO AFECTADO.

El ámbito del medio afectado es difícil de establecer "a priori", puesto que los impactos que pueden generarse se distribuirán espacialmente de distinta forma según las características del entorno que se trate y de cada uno de los componentes ambientales que caracterizan al territorio.

A nivel general, y teniendo en cuenta que estos criterios pueden modificarse notablemente según avance el estudio, se pueden considerar los siguientes ámbitos orientativos de acuerdo con los distintos elementos del medio:

##### (a) Rasgos Físicos:

###### 1. Climatología.

- Clima.





- Temperatura.
  - Presión.
  - Humedad.
  - Precipitación.
  - Intemperismos contaminantes.
  - Velocidad y dirección del viento.
- 2. Calidad del aire.**
- Tipos de emisión.
  - Volúmenes de emisión.
  - Parámetros: CO, CH, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, Pb, etc.
- 3. Emisiones energéticas: Ruidos.**
- Niveles sonoros.
- 4. Geología.**
- Fisiografía.
  - Litología.
    - Estratigrafía.
    - Permeabilidad.
    - Erosión.
    - Resistencia de las capas.
    - Sismicidad.
- 5. Geomorfología.**
- Relieve.
  - Orientación.
  - Altura.
- 6. Suelo.**
- Clasificación.
  - Textura.



- Porosidad.
- Perfiles.
- Contenido de materia orgánica.
- Contenido de sales.
- Grado de erosión.
- Sodicidad.

## 7. Hidrología.

- Volumen.
- Balance hídrico.
- Azolvamiento.
- Cuencas hidrológicas.
- Ríos superficiales.
- Agua subterránea.

## 8. Oceanografía.

- Ambientes marinos costeros.
- Tipos de costa.
- Oleaje.
- Mareas.
- Maremotos.
- Arrecifes.
- Sólidos sedimentables.

### (b) Factores Biológicos:

#### 1. Vegetación Terrestre.

- Tipo
- Diversidad
- Estratificación
- Asociaciones típicas
- Especies dominantes
- Distribución espacial y temporal



- Áreas de cobertura
- Especies endémicas
- Especies en peligro de extinción
- Especies de valor cultural.

## 2. Vegetación Acuática.

- Tipo
- Diversidad
- Especies dominantes
- Distribución estacional
- Abundancia
- Densidad relativa
- Madurez
- Productividad primaria
- Especies endémicas
- Especies en peligro de extinción
- Especies de interés científico y/o estético

## 3. Fauna Terrestre y Acuática.

- Diversidad.
- Especies dominantes.
- Abundancia relativa.
- Zonas de producción.
- Corredores migratorios.
- Especies endémicas.
- Especies en peligro de extinción.
- Cambios estacionales.
- Especies de interés científico y/o estático.

### (c) Factores Socioeconómicos:

#### 1. Demografía.

- Morbi – mortalidad.



- Distribución.
  - Migración.
  - Grupos étnicos.
  - Estructura piramidal.
  - Población económicamente activa.
- 2. Empleo.**
- Rama.
  - Salario mínimo per cápita.
- 3. Servicios.**
- Vías de comunicación
  - Medios de transporte
  - Servicios públicos
  - Educación
  - Salud
  - Vivienda
  - Recreo
- 4. Economía de la Región.**
- Autoconsumo
  - Mercado.
- 5. Tenencia de la Tierra.**
- Formas de tenencia
  - Formas de organización
- 6. Actividades Productivas.**
- Agropecuario.
  - Forestal
  - Pesca
  - Industrial

- Comercial. (GOMEZ 2002).

### 2.3.5 INDICADORES DE IMPACTOS.

Un indicador es un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por un agente de cambio. En el contexto que nos ocupa, los indicadores de impactos serían índices cuantitativos o cualitativos que permiten evaluar la cuantía de las alteraciones que se producen como consecuencia de un determinado proyecto.

Los indicadores de impacto, para ser útiles, deben cumplir con una serie de requisitos, a saber: - Representatividad: se refiere al grado de información que posee un indicador respecto al impacto global de la obra.

- **Relevancia:** la información que aporta es significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- **Excluyente:** no existe una superposición entre los distintos indicadores.
- **Cuantificable:** medible siempre que sea posible en términos cuantitativos.
- **Fácil identificación:** definidos conceptualmente de modo claro y conciso.

Los indicadores de impacto tienen su principal valor a la hora de comparar alternativas puesto que permiten cotejar, para cada elemento del ecosistema, la magnitud de la alteración que produce. Sin embargo, estos indicadores pueden ser también útiles para estimar los impactos de un determinado proyecto, puesto que, dentro de lo que cabe, permiten cuantificar y obtener una idea del orden de la magnitud de las alteraciones. (GOMEZ 2002).

### 2.3.6 METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN.

Existe un amplio abanico de metodologías de evaluación, que van desde las más simples, donde no se pretende evaluar numéricamente el impacto global que se produce, sino exponer los principales impactos, a aquellas más complejas en las que, a través de diferentes procesos de ponderación, se intenta dar una visión global de la magnitud del impacto. La selección de la metodología a emplear



depende básicamente de las características del proyecto y de los objetivos que se requieran alcanzar.

A continuación se presentan de manera general las metodologías más frecuentemente utilizadas:

- Listas de Verificación.
- Métodos Matriciales.
- Sobreposición de Mapas.
- Redes de Interacción.
- Método Batelle Coulombus.
- Matriz de Leopold. (GOMEZ 2002).

### **2.3.7 POSIBILIDADES DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS EN CADA UNA DE LAS ACTIVIDADES ASOCIADAS AL DESARROLLO DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS.**

El impacto de un proyecto constructivo depende de sus características propias, del entorno donde se desarrolla, de las condiciones climáticas durante la obra, del tipo de tecnología empleada para la construcción, etc. El diseño del plan de acción socio-ambiental, requiere partir de la identificación de los impactos previstos y de su ponderación. La asertividad en este proceso es la clave para optimizar las labores de gestión. A pesar del diverso conjunto de condiciones ambientales derivadas del desarrollo de una obra, se presenta una lista general de impactos que servirá posteriormente como referencia para el diseño de programas de manejo socio-ambiental durante su desarrollo. El análisis de este listado permite percibir el alto grado de responsabilidad ambiental, civil y penal, que recae sobre el constructor durante el desarrollo de una obra civil.

#### **a. IMPACTOS TÍPICOS CAUSADOS POR LA EJECUCIÓN DE UNA OBRA CIVIL.**

- Pérdida o alteración de las características físicas y químicas del suelo, generación de procesos erosivos y de inestabilidad.



- Contaminación de las fuentes de agua por vertimiento de sustancias inertes, tóxicas o biodegradables.
- Alteraciones sobre la dinámica fluvial por aporte de sedimentos, alteraciones del equilibrio hidráulico y estabilidad geomorfológica de laderas.
- Aumento en los niveles de ruido y emisiones atmosféricas (material particulado, gases y olores) que repercuten sobre la salud de la población, la fauna y la flora.
- Generación de escombros y otros residuos sólidos.
- Modificaciones en el paisaje y alteración de la cobertura vegetal.
- Cese o interrupción parcial, total, temporal o definitiva de los procesos de producción, distribución y consumo del sector industrial o comercial aledaño.
- Desplazamiento de población.
- Alteración del flujo vehicular o peatonal.
- Alteración o deterioro del espacio público.
- Afectación a la infraestructura de servicios públicos e interrupción en la prestación de los mismos.
- Aumento de riesgos de ocurrencia de eventos contingentes tales como accidentes potenciales de peatones, vehículos, obreros, daños a estructuras cercanas, incendios, deslizamientos y movimientos en masa.
- Afectación de la oferta de recursos forestales, minerales, agua y energía.

**b. CONTROL DE IMPACTOS EN CADA UNA DE LAS ETAPAS DE LA OBRA.**

Durante el desarrollo de cada una de las etapas de la obra, es posible incorporar elementos tendientes a reducir, mitigar, corregir o compensar los impactos negativos, así como potencializar los positivos.

**TABLA 1**  
**RESPONSABILIDAD Y CONTROL DE IMPACTOS**

RESPONSABLE	ACTIVIDAD	POSIBILIDADES DE CONTROL
Entidad contratante	Estudios Previos	La identificación oportuna de restricciones es una necesidad para lograr un diseño acorde con las condiciones del terreno y reducir posibles impactos. Al estudiar el terreno sobre el que se desarrollará la obra, identifique las relaciones entre la estabilidad del terreno, la dinámica hidrológica, la topografía y la vegetación.
Entidad contratante	Estudios Previos	Observe la zona durante los eventos de lluvia intensa. Identifique además el estado de la infraestructura urbanística existente, busque los planos de las redes de servicios públicos y prevenga sus afectaciones.
Entidad contratante	Estudios Previos	Desde esta etapa es fundamental considerar los aspectos ambientales para reducir los impactos. El diseño de la obra debe considerar la menor afectación a los recursos naturales: minimizar la tala de árboles, conservar retiros a las fuentes de agua (en lo posible, superar la norma existente), reducir movimientos de tierra, mantener la mayor área verde posible, usar materiales de bajo impacto ambiental, etc. Tenga en cuenta que la mejor estrategia de gestión ambiental consiste en el diseño de un proyecto acorde con la realidad del terreno. En lugar de compensar o mitigar impactos ambientales negativos, éstos deben prevenirse a partir del diseño de una obra. El diseño de los espacios internos debe además contemplar un máximo aprovechamiento de la iluminación y ventilación naturales, con el fin de minimizar el consumo de energía durante la operación del edificio. Contemple la oportunidad de utilizar aguas lluvias y reutilizar aguas grises, la inversión en las redes adicionales se recupera rápidamente a través del posterior ahorro en el consumo de agua.
Entidad contratante	Elaboración del plan de acción socio-ambiental	Identificar los impactos del proyecto y diseñar estrategias para mitigarlos, con base en las consideraciones de este manual.
Entidad contratante	Coordinación interinstitucional	El ejecutor del proyecto debe tramitar todos los vistos buenos y autorizaciones por parte de las diferentes secretarías y entidades. Es necesario asegurar la compatibilidad con el POT del municipio, los planes de ordenamiento y manejo de cuencas y micro cuencas, los proyectos de desarrollo, planes parciales, etc.
Entidad Contratante	Trámite de permisos	El oportuno desarrollo de estos trámites permitirá que la obra se ejecute en los tiempos estimados. Adelante este tipo de gestión de manera que no deje abierto la posibilidad de detener la obra una vez se haya iniciado. De esta forma su impacto sobre el ambiente y la comunidad vecina se reducirá en el tiempo.





Entidad contratante	Información	La entidad contratante debe informar a las diferentes entidades involucradas o afectadas por la ejecución del proyecto, y a la comunidad en general, el inicio de las obras.
Entidad contratante	Selección del contratista	Considere evaluaciones de la gestión ambiental de proyectos previos a cargo de los posibles contratistas. Este aspecto debe ser un criterio de selección importante.
Contratista	Montaje de campamentos y construcciones temporales	Considere que una adecuada administración del espacio le permitirá reducir necesidades de transporte en el interior de obra y hacer más eficiente el manejo de los materiales. Mantenga las vías internas en buen estado, realice adecuadas obras de drenaje. Guarde la mayor distancia posible a las fuentes de agua y otros recursos ambientales (hay una mínima distancia reglamentaria de 30m a las corrientes de agua y 100m alrededor de los nacimientos). Disponga elementos para el almacenamiento de aguas lluvias recolectadas en los techos. Organice los sitios de trabajo de forma que pueda usar este recurso. Recuerde diseñar la infraestructura necesaria para una cómoda y eficaz separación de los residuos.
Contratista	Identificación de rutas para el transporte de materiales y tráfico normal	Evite la circulación de materiales o escombros en zonas residenciales y durante las horas pico. Procure al máximo utilizar vías amplias y de baja pendiente.
Contratista	Contratación de la mano de obra	Capacite a todo el personal de trabajo para la implementación de buenas prácticas ambientales. La responsabilidad de una buena gestión es de todos los miembros del equipo. Si desde el momento mismo de la contratación se hace énfasis en este tema, se irá consolidando una nueva cultura de responsabilidad ambiental entre todos los actores del sector. Debe además crear una rutina diaria de capacitación. La insistencia cotidiana sobre estos temas es la mejor opción para su adecuada apropiación.
Contratista	Identificación y selección de proveedores y sitios de disposición final de escombros y materiales sobrantes.	<p>Seleccione proveedores de materiales que cumplan con las especificaciones técnicas y normas ambientales vigentes.</p> <p>Minimice necesidades de transporte.</p> <p>Verifique el cumplimiento de las normas por parte de los sitios de disposición final de escombros.</p>

Contratista	Demarcación y señalización temporal	<p>En el interior de la obra:</p> <p>La identificación clara de todos los elementos dispuestos para una mejor gestión ambiental, es clave para que cada uno de los operarios se integre fácilmente al desarrollo de los procesos y se acoja a los requerimientos de seguridad laboral. Considere, además, la instalación de carteleras y avisos formativos, que se constituyan en una herramienta pedagógica permanente.</p> <p>En las vías públicas:</p> <p>Elabore y aplique un plan de manejo de tránsito, según indicaciones en este manual.</p>
Contratista	Demolición	<p>Use al máximo las estructuras preexistentes.</p> <p>El transporte y disposición final de escombros es una actividad con un alto impacto ambiental. Elimine mitos, para crear ambientes agradables no siempre es necesario demoler. Reutilice al máximo los elementos demolidos para minimizar la generación de escombros. Verifique la existencia de plantas de reciclaje de escombros dentro del área de influencia del proyecto. También es posible reutilizar los escombros para la preparación de morteros dentro de la misma obra. En caso de tratarse de funciones estructurales, deberá realizar ensayos de laboratorio para asegurar su resistencia.</p>
Contratista	Remoción de vegetación y descapote	<p>Almacene el suelo orgánico removido, de esta manera tendrá a su disposición material orgánico para el paisajismo final del proyecto. Cúbralo con plástico o preferiblemente, con los restos del material vegetal que haya sido retirado.</p>
Contratista	Disposición de sobrantes de excavación	<p>Adecue sitios para almacenar, en forma temporal o permanente, los residuos de las excavaciones procurando coberturas rápidas que impidan emisiones fugitivas de material particulado y disponiendo el drenaje de forma que se prevengan procesos erosivos.</p>
Contratista	Operación de maquinaria, talleres, almacenes y depósitos	<p>Provea la infraestructura y elementos necesarios para el manejo adecuado de lubricantes y combustibles. Realice obras para el montaje de la maquinaria, de forma que prevenga la contaminación del suelo.</p> <p>Instale barreras contra el ruido.</p>
	Pavimentación, construcción de obras de drenaje	<p>El manejo adecuado de las aguas minimiza la escorrentía y la erosión. El drenaje favorece la seguridad y confortabilidad en los desplazamientos; de igual manera, minimiza riesgos.</p>
	Instalación o relocalización de redes de servicios públicos	<p>Considere que la continuidad en la prestación de los servicios públicos proporciona confort a la comunidad.</p> <p>Minimice las intervenciones y prográmelas para las horas en las que generarían menor impacto.</p>



Contratista	Construcción de obras de concreto	Contratista.
Contratista	Acabados	Contratista
Contratista	Amoblamiento urbano, señalización definitiva y paisajismo	Minimice superficies duras, utilice materiales que permitan la infiltración del agua, cuando las condiciones geotécnicas lo permitan. Siembre especies locales atendiendo sugerencias de los manuales de silvicultura. Aproveche elementos naturales para brindar calidad estética. Optimice el uso de la luz natural.
Contratista	Operación del proyecto	Entregue al usuario toda la información sobre las características de la obra para asegurar un adecuado manejo y perdurabilidad de la misma. Sensibilice a la comunidad para crear sentido de pertenencia.

FUENTE: VALDIVIA M, S. (2009). Instrumentos de gestión Ambiental para el Sector Construcción.

Al hacer un análisis cruzado entre el proyecto y el medio, se podrá identificar cuáles son las actividades que requieren un manejo más cuidadoso y los programas más importantes para reducir impactos significativos. La aplicación de las matrices de identificación y valoración de impactos permitirá hacer una valoración de los impactos ambientales y definir las prioridades en el proceso de gestión socio-ambiental. (VALDIVIA 2009).

### 2.3.8 ELEMENTOS PARA LA ELABORACIÓN DE PROGRAMAS QUE PERMITAN LA MITIGACIÓN DE IMPACTOS SOCIALES Y AMBIENTALES.

1. Este capítulo contiene la descripción exhaustiva de los programas que permitirán mayor control sobre las actividades que generan impactos sociales y ambientales durante el desarrollo de una obra.
2. Es necesaria la aplicación de todas las propuestas que se ajusten a las condiciones de la obra. (AMVA 2010).

### 2.3.8.1 USO Y ALMACENAMIENTO ADECUADO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.

Al establecer un sistema de manejo adecuado para el transporte, cargue, descargue y manipulación de los materiales de construcción (arenas, grava, triturados, recibos, ladrillos, triturados de arcilla y otros) se evitan pérdidas del mismo y por lo tanto se generan múltiples ventajas de orden financiero, logístico y ambiental. Al mismo tiempo, se reduce la cantidad de escombros y residuos generados, y el aporte de sedimentos y otros contaminantes a las redes de servicios públicos y fuentes de agua. Los materiales de construcción se clasifican en dos grandes grupos:

- Materiales comunes de construcción: estos son materiales típicamente inertes empleados para la construcción de estructuras.
- Materiales especiales de construcción: son aquellos que por sus características de corrosividad, toxicidad, etc., requieren un manejo especial.

#### 1. Recomendaciones para el almacenamiento de los materiales comunes de construcción:

- Incluya dentro de la programación semanal de obra, el cálculo de cantidades según la demanda del proyecto, evitando consumos y almacenamientos innecesarios.
- En el frente de obra sólo se pueden tener los materiales que se utilizarán durante la jornada de trabajo. Éstos deben estar resguardados del agua y el viento, cubiertos con plástico o lona. Mantenga el resto de materiales en los patios de almacenamiento o acopio.
- Prefiera el uso de concretos premezclados en lugar de preparados en la obra: de esta manera, optimiza el uso del material y reduce las emisiones de ruido. Esta recomendación aplica siempre y cuando la



distancia entre la planta productora y la obra permita lograr un balance energético positivo.

- Verifique que todos sus proveedores de materiales cuenten con permisos ambientales (requieren licencia ambiental las explotaciones mineras que producen más de 600 toneladas de materiales al mes – Decreto 1220 de 2005. Requieren título minero todos los sitios de explotación de recursos minerales, incluyendo agregados pétreos, arenas, gravas, arcillas).
- Demarque los sitios de almacenamiento con la señalización establecida. Acordone los materiales más finos para evitar que sean lavados por las aguas de escorrentía.
- Cuando la magnitud de la obra lo requiera, el interventor podrá autorizar algunos sitios temporales de acopio para elementos, concretos y agregados sueltos de construcción, cumpliendo las siguientes condiciones:
  - Mantenga cubiertos todos los materiales que generen material particulado.
  - Construya alrededor de los sitios de almacenamiento un canal de recolección de aguas para conducir las hasta el sistema de drenaje que se disponga para la construcción.
  - Delimite las rutas de acceso de las volquetas que ingresan y retiran material.
  - Garantice que el transporte de los materiales se realice en volquetas con cajón totalmente cubierto para impedir el derrame o dispersión de los materiales y de material particulado en el recorrido.
  - La cubierta será de material resistente como lona y estará sujeta firmemente a las paredes exteriores del contenedor.
  - Durante el transporte, evite el escurrimiento del material húmedo. Para ello, asegúrese de que el contenedor del vehículo esté construido con una estructura continua que en su contorno no



contenga roturas, perforaciones, ranuras o espacios. Mantenga las puertas de descargue aseguradas de manera correcta y herméticamente cerradas.

- Adecue los horarios y las vías para la circulación de vehículos de carga a los establecidos por la autoridad local.
- No se podrán almacenar materiales en áreas como andenes, espacios públicos, retiros de quebradas o zonas verdes.
- Las zonas verdes sólo se podrán utilizar cuando sea imposible el almacenamiento en otro sitio. En este caso, adécuelas retirando la grama y capa orgánica del área definida. Si la zona verde cuenta con arborización, realice el almacenamiento lejos de los árboles pues no se podrá podar ni talar ni vaciar el material sobre éstos. En todo caso la zona verde se debe restaurar a sus condiciones iniciales terminada la obra.
- Cuando se requiera realizar mezclas de concreto en el sitio de la obra, hágalo en un sitio cubierto y sobre una plataforma de concreto, metálica o sobre un geotextil de un calibre que garantice que no haya contacto con el suelo, de tal forma que el lugar permanezca en óptimas condiciones. Nunca haga la mezcla directamente sobre el suelo.

## **2. Recomendaciones para el manejo de materiales especiales de construcción.**

- Cuando los materiales especiales sean transportados directamente por los responsables de la obra, garantice que se realice en vehículos y/o recipientes especiales, que permitan un adecuado transporte y que minimicen la posibilidad de accidentes.
- Si el transporte de materiales es realizado directamente por el distribuidor del producto, asegúrese de que éste cumpla con las exigencias normativas.
- Verifique que quien le preste este servicio de transporte tenga un Plan de Contingencias debidamente aprobado, que contemple todo el



sistema de seguridad, prevención, organización de respuesta, equipos, personal capacitado y presupuesto para la prevención y control de emisiones contaminantes y reparación de daños.

- Cierre herméticamente los empaques de sustancias catalogadas como peligrosas.
- Siempre que se requiera calentar la liga asfáltica, emplee fogones móviles, de tal forma que evite la generación de escombros, piedras y cenizas. Dote a estos fogones con ruedas y doble fondo para evitar derrames, esto es, con una parrilla portátil.
- En caso de derrame o incendio siga los procedimientos del Plan de Contingencias y reporte inmediatamente al interventor cualquier derrame o contaminación del producto.
- No vierta los aceites usados y demás materiales a las redes de alcantarillado, ni al suelo.
- No utilice aceites usados como combustible.
- No reutilice las canecas que han contenido sustancias especiales o productos químicos. Envíe estos empaques a una empresa autorizada para su disposición final (pida y guarde copia de la licencia ambiental).
- Cuando se requiera almacenar productos químicos, identifíquelos claramente.
- Para etiquetar o marcar los productos químicos consulte la norma técnica colombiana NTC 1692.
- Antes de iniciar las labores constructivas, haga un inventario estricto de sustancias y productos químicos que utilizará, levantando una clasificación de los mismos en función del tipo y el grado de riesgos físicos y para la salud.
- Divulgue las fichas técnicas de seguridad. Estas fichas contienen información esencial detallada sobre su identificación, proveedor, clasificación, peligrosidad, las medidas de precaución y los procedimientos de emergencia.



- Garantice que los empleados evalúen los riesgos inherentes a la utilización de productos químicos en el trabajo, y aseguren su protección contra los mismos por los medios apropiados.
- Utilice la totalidad de pinturas y solventes de los envases, de forma que ahorre dinero y reduzca la contaminación generada al tratar estos residuos, considerados peligrosos. Entregue estos envases a una empresa autorizada para su disposición final y guarde registro de ello.
- Prefiera las pinturas a base de agua. Procure pintar en las horas de menor calor para minimizar la volatilización. Prefiera pintar con brocha en lugar de aspersor. Los compuestos orgánicos volátiles son una importante fuente de contaminación atmosférica.

Procure no almacenar combustibles en los frentes de obra. En caso de ser absolutamente necesario, implemente las siguientes medidas:

- Almacén de los combustibles sobre pisos duros, en un lugar que cuente con cerramiento y adecuada aireación.
- Cierre adecuadamente los contenedores del combustible, para evitar emisiones de compuestos volátiles contaminantes.
- Instale diques que permitan contener el líquido en caso de derrame.
- Parquee el carro tanque abastecedor donde no cause interferencia, de tal forma que quede en posición de salida rápida.
- Ubique un extintor cerca del sitio donde se realiza el abastecimiento.
- Verifique que no haya fuentes de ignición en los alrededores, tales como cigarrillos encendidos, llamas, etc.
- Verifique el correcto acople de las mangueras.
- Realice una conexión a tierra para el vehículo.
- Ubique al operador en un sitio donde pueda ver los puntos de llenado y en posición de rápido acceso a la bomba. (OLIVARE, 1996).





### 2.3.8.2 MANEJO DE LA VEGETACIÓN, LA FAUNA Y EL PAISAJE.

- En los sitios donde se construyen las obras, generalmente hay una alteración del paisaje debido a la interferencia con el trazado, que hace necesario remover vegetación o introducir nuevos elementos que no existían antes.
- La tala, poda, trasplante o traslado de especies, requiere la obtención de los respectivos permisos ante la autoridad ambiental. Deben efectuarse por parte de personal capacitado y con experiencia para este tipo de trabajo. El manual de Silvicultura del Municipio de Medellín o el libro Árboles ornamentales del Valle de Aburrá: Elementos de manejo (publicado por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá) son referencias para el manejo de todas las actividades de tala, poda o trasplante de individuos.
- Evite la circulación de vehículos por zonas verdes. Para ello proyecte y construya los accesos requeridos desde la fase inicial del proyecto, obra o actividad.
- Evite la utilización de las zonas verdes para el almacenamiento de materiales. Lo anterior sólo podrá realizarse en caso de no contar con otra alternativa; para ello debe hacer de manera anticipada la protección de la cobertura vegetal, el descapote y almacenamiento del material orgánico del suelo para su posterior reconfiguración.
- Almacene los cespedones y la capa orgánica del suelo en pilas cuya altura no altere su estructura, confinadas en su base y cubiertas. En el almacenamiento se debe garantizar humedad.
- Reutilice los cespedones resultantes para la conformación de las zonas verdes del proyecto. En caso de no poder ser utilizados en la misma obra, empléelos en otros proyectos o en zonas que requieran mejoras paisajísticas y rápido establecimiento de la cobertura vegetal.
- Restaure las zonas verdes intervenidas de manera paralela al avance de las obras, mediante arborización, empradización o restablecimiento de jardines, de acuerdo con los diseños aprobados.



- El personal asignado para el cuidado y manejo de las zonas verdes, debe estar capacitado para ello.
- Realice en el sitio, el trozado de la madera y el chipeado de ramas y follaje en los casos de poda, traslado o tala. En caso de no ser posible por restricciones de movilidad o ruido, retire el material dentro de las 24 horas siguientes hasta un sitio autorizado y realice allí dichas actividades.
- Proteja con cerramiento los árboles que permanezcan en el sitio. Indique con avisos sobre los cuidados requeridos. Garantice su riego y fertilización. Independientemente del tratamiento autorizado, mientras el individuo arbóreo permanezca en la obra y no represente riesgos, se deberá mantener en perfectas condiciones.
- Nunca utilice las quemas como forma de eliminación de la capa vegetal.
- Realice la nueva siembra de árboles según instrucciones técnicas (Manual de Silvicultura urbana del Municipio de Medellín; Árboles ornamentales del Valle de Aburrá: Elementos de Manejo; Plan maestro de espacios públicos verdes).
- Cuando termine las obras, desmonte las instalaciones temporales construidas y recupere la zona.
- Los residuos de los tratamientos silviculturales no podrán ser mezclados con escombros y demás residuos ordinarios. Deberán llevarse a zonas autorizadas para su disposición adecuada.

#### **1. Manejo de la fauna en el sitio de obra.**

- Identifique previamente a la ejecución de los trabajos, la existencia de fauna que pueda ser impactada por el desarrollo de los proyectos, obras o actividades y que por tanto requiera acciones para su preservación o control.
- Haga una inspección de la infraestructura y del componente arbóreo, antes de cualquier intervención, de manera que ubique la existencia de animales, nidos o madrigueras, a fin de proceder a su rescate.



- Si las condiciones del sitio lo permiten, proceda a la liberación o reubicación de la fauna. En caso contrario, informe a la autoridad ambiental competente para recibir instrucciones o coordinar su entrega. En ningún caso permita su maltrato, eliminación, tráfico y comercialización.
- Incorpore como un criterio importante para la selección de especies arbóreas, la protección y mejoramiento del hábitat, atributos relacionados con la producción de frutas, flores, semillas y resguardo de fauna.
- Cuando sea necesario, instale señales de alerta para la protección de la fauna (p.e. desviadores de vuelo en líneas de transmisión o grandes ventanales) y equipos de protección de fauna silvestre (p.e. cables cubiertos, protectores en pararrayos).
- Restaure, de manera paralela al avance de las obras, las zonas verdes intervenidas mediante arborización y/o empradización, procurando mitigar la alteración del entorno y la afectación del hábitat natural.
- En caso de que las condiciones de la zona de intervención no permitan el retorno inmediato de los animales rescatados a su hábitat original, entréguelos a la autoridad ambiental competente. Tenga en cuenta que las zarigüellas o "chuchas", comúnmente encontradas en las obras, son una especie en vía de extinción.
- Entregue los animales muertos que puedan encontrarse en el área del proyecto a la empresa prestadora del servicio ordinario de aseo, quien debe retirarlo en las seis (6) horas siguientes a la recepción de la solicitud de retiro. Si se trata de pequeños animales muertos, entréguelos durante los operativos ordinarios. (MONTEJO 1998).

### 2.3.8.3 MANEJO DEL TRÁNSITO.

Cuando se ejecutan trabajos sobre las vías o en sus zonas adyacentes, se presentan condiciones especiales que afectan la circulación de vehículos y personas.



Dicha situación deberá ser atendida, estableciendo normas y medidas técnicas apropiadas con el objeto de reducir riesgos de accidentes y hacer más ágil y expedito el tránsito vehicular o peatonal de los usuarios.

Un adecuado manejo del tránsito implica cumplir con todas las normas para el transporte de personas, materiales y equipos, demarcar las zonas de trabajo, definir senderos peatonales, lograr una completa señalización, contar con un señalero o banderero en caso de reducir el número de carriles para circular, controlar la longitud de los trabajos realizados diariamente, y reconstituir las condiciones iniciales de tránsito al finalizar la obra. La atención a estas actividades evitará accidentes.

### **1. Plan de manejo de tránsito.**

Cuando la obra implique desvíos, cierre de carriles o cualquier afectación a la movilidad vehicular, se debe presentar para la aprobación de la autoridad de tránsito municipal, un Plan de Manejo de Tránsito (PMT) elaborado por personal capacitado en este tema. El objetivo del plan es procurar seguridad a usuarios, trabajadores y peatones; evitar o reducir la restricción u obstrucción del flujo vehicular y peatonal; garantizar señalización clara; implementar rutas alternas y garantizar la seguridad en el área de influencia del proyecto.

El plan debe considerar la delimitación de la zona intervenida, de transición y final, según las propias condiciones. Igualmente definirá las necesidades de señalización indicando tipo y lugar de instalación de cada uno de los elementos requeridos.

### **2. Programa de señalización.**

Este programa consiste en la implementación de las medidas requeridas para el suministro, almacenamiento, transporte e instalación de señales reglamentarias, informativas y preventivas requeridas en el desarrollo de la obra, con el fin de garantizar la seguridad e integridad de los usuarios, peatones y trabajadores y evitar en lo posible la restricción u obstrucción de los flujos vehiculares. Se debe dar cumplimiento al Manual de Señalización



Vial del Ministerio de Transporte Resolución 1050 de 2004 o aquella que la modifique o sustituya. Utilice exactamente los elementos que el manual define para cada caso.

### **Tipos de señalización:**

Durante todo el tiempo que dure la construcción se emplearán las señales verticales y dispositivos recomendados por el Ministerio de Obras Públicas así:

**Señales verticales.-** Señales preventivas: Advierten al usuario de la vía los peligros potenciales de la zona, o incluso el cierre parcial o total de la misma, se identifican por el código SPO y son:

Trabajos en la vía (SP0-01), Maquinaria en la vía (SPO-02), Banderero (SPO-03).

Señales reglamentarias: Indican situaciones de atención especial, se identifican por el código SRO y son:

- Vía Cerrada (SR0-01), Desvío (SR0-02), Paso uno a uno (SR0-03).
- Señales informativas: Se utilizarán para indicar con anterioridad el trabajo que se realiza, distancia y otros que resulte importante destacar. Se identifican con el código SIO y son:
- Aproximación a obra en la vía (SI0-01), Información de inicio (SIO-02) y fin de obra (SI0-03), carril cerrado (SR0-04) desvío (SI0-05).

### **3. Dispositivos para canalización del tránsito.**

La función de estos elementos es encauzar el tránsito a través de la zona de trabajos y marcar las transiciones graduales necesarias en los casos en que se reduce el ancho de la vía o se generan movimientos inesperados.

Según la función que deban desempeñar, los dispositivos de señalización provisional utilizados en la protección de obras civiles relacionadas con la ejecución de los proyectos de los que trata el Manual de Señalización Vial del Mintransporte, se clasifican en:

- Barricadas.
- Conos.
- Delineadores tubulares.
- Canecas.
- Barreras plásticas flexibles.
- Tabiques cintas plásticas y mallas.
- Reja portátil peatonal.

#### **4. Dispositivos luminosos.**

Complementan las demás señales en la oscuridad o en condiciones atmosféricas adversas y son:

- Reflectores.
- Luces intermitentes para identificación de peligro.
- Lámparas de encendido eléctrico continuo.
- Luces de advertencia en barricadas.
- Señales de mensaje luminosos.

#### **5. Dispositivos Manuales.**

Cuando las circunstancias de la obra generan que se habilite un solo carril para el tránsito en dos sentidos a través de una distancia limitadas se tomarán las precauciones para que el paso de los vehículos sea alternado. La regulación del tráfico se hará a través alguno de los siguientes medios, según el caso:

- Semáforo.
- Regulación mediante banderero.



- Uso de vehículo piloto.

## 6. Requerimientos generales para la instalación y mantenimiento de la señalización:

En el frente de obra delimite totalmente el área de trabajo de forma perimetral para evitar la circulación de personas y vehículos dentro de ella. Cuando se ejecuten trabajos en altura, la demarcación deberá incluir la proyección del área de trabajo sobre el piso.

En zonas de alta circulación, realice el cerramiento mediante polisombra o en malla con una altura mínima de 1,5 m.

- Advierta con suficiente antelación la presencia de un peligro, facilitando su identificación por medio de indicaciones precisas.
- La autorización para iniciar las operaciones correspondientes a un frente de trabajo no se dará hasta no haberse verificado el cumplimiento en su totalidad de los requisitos de señalización.
- Coloque las señales al lado derecho de la vía teniendo en cuenta el sentido de circulación del tránsito y que se visualicen fácilmente.
- Regule el tránsito de vehículos en frentes de trabajo (nocturnos o de alto tráfico) usando dos personas con sus respectivos avisos portátiles.
- Ilumine adecuadamente todas las señales y protecciones durante la noche con dispositivos de luz fija y/o intermitente, para guiar la circulación.
- Utilice para trabajos con compresor, 8 conos y 4 señales tipo trípode.
- Instale para la demarcación cinta plástica naranjada de 12 cm de ancho o malla sintética que demarque todo el perímetro del frente de trabajo. Apoye la cinta o la malla sobre señalizadores tubulares de 1.20 metros de alto como mínimo, espaciadas cada 3 a 5 metros.
- La cinta o malla deberá permanecer perfectamente tensada y sin dobleces durante el transcurso de las obras.



- Mantenga todos los elementos de señalización y de control de tráfico limpio y bien colocado.
- La obra deberá estar programada de tal forma que se facilite el tránsito peatonal, definiendo senderos y/o caminos peatonales de acuerdo con el tráfico estimado.
- El ancho del sendero no debe ser inferior a 1.0 metro. Toda obra por cada 80 metros de longitud debe tener por lo menos 2 cruces adecuados para el tránsito peatonal en cada calzada o andén donde se realice la obra. Debe instalarse señalización que indique la ubicación de los senderos y cruces habilitados.
- Cuando se adelanten labores de excavación en el frente de obra, aisle totalmente el área excavada (delimite el área con cinta o malla) y fije avisos preventivos e informativos que indiquen la labor que se está realizando.
- Para excavaciones con profundidades mayores a 50 cm, instale señales nocturnas retroreflectivas o luminosas, tales como conos, flasches, licuadoras, flechas, ojos de gato o algún dispositivo luminoso sobre los parales o señalizadores tubulares.
- Ubique los materiales de los frentes de obra en sitios que no interfieran con el tránsito peatonal o vehicular. Enmarque y acordone los materiales de tal forma que se genere cerramiento de los mismos con malla sintética o cinta de demarcación.
- Cuando se hagan cierres totales de vías, además de la delimitación e información descrita anteriormente, se debe contar con dispositivos en las esquinas, tales como barricadas y barreras o canecas, que garanticen el cierre total de la vía por el tiempo que se requiere.
- No utilice pilas de escombros, materiales o canecas en las esquinas para impedir el paso de los vehículos. Las barreras deberán tener como mínimo 2 m de longitud, 85 cm de alto y 50 cm de ancho.
- Ubique vallas móviles cada 80 metros en obras continuas y una valla fija para todo el contrato. Estas vallas informativas deben ser fácilmente





visualizadas por los trabajadores y la comunidad en general y no deben interferir con el flujo continuo de los vehículos, ni con su visibilidad.

- Toda la señalización debe ser retirada dentro de las 48 horas de haber terminado la obra.
- El campamento debe señalizarse en su totalidad con el fin de establecer las diferentes áreas del mismo, en el caso de ubicar el campamento en espacio público, éste deberá mantener un cerramiento en polisombra suficientemente resistente de tal forma que aisle completamente el área de campamento del espacio circundante. El suelo sobre el cual se instale el campamento deberá ser protegido de cualquier tipo de contaminación y deberá recuperarse la zona en igual o mejor estado del encontrado inicialmente.
- El tipo, número de señales, ubicación de las mismas, así como los dispositivos de señalización que se deben ubicar en cada una de estas zonas descritas anteriormente serán revisados por la Secretaría de Tránsito para dar aprobación al Plan de Manejo de Tránsito.
- Todas las volquetas deben contar con identificación en las puertas laterales, en gran formato, resistente al agua y que se pueda pegar y despegar fácilmente de la puerta (para mayor practicidad). La información de este aviso dirá el número del contrato al que pertenece, nombre del contratista y teléfono de la interventoría. Una vez se desvincule la volqueta de la obra, garantice que el aviso sea devuelto al constructor.
- Mantenga las pilas de materiales, brechas y otros, adecuadamente señalizados.
- Construya pasos provisionales adecuados y seguros alrededor de la obra para transeúntes.
- Para actividades en altura, evite con barreras que las personas pasen por debajo de la zona de trabajo. Implemente protección para contener los objetos que caigan.
- Delimite las depresiones. (MONTEJO 1998).



#### 2.3.8.4 ADECUACIÓN DE CAMPAMENTOS.

El desarrollo de las obras tipo I y II, y en ocasiones, tipo III, requerirá oficina de dirección de obra, bodega para guardar equipos y herramientas, Despacho de personal donde cada trabajador pueda guardar las pertenencias, cambiarse de indumentaria y asearse, depósito de materiales, sitios para la disposición adecuada de todo tipo de residuos y centro de acopio.

##### 1. Recomendaciones para la instalación de campamentos:

- Ubique las casetas en sitios despejados de obstáculos, bien drenados, que no ofrezcan peligro de contaminación como aguas residuales, gases tóxicos o desechos.
- Las casetas deben tener suficiente aireación y contar con servicio de duchas, lavamanos, sanitarios, orinales, etc. Éstos deben estar conectados mediante tuberías impermeables, anilladas y selladas en todas sus uniones a las redes de aguas residuales existentes.
- Ubique las casetas en los frentes de trabajo de obras lineales con una separación máxima de 2 kilómetros.
- No haga instalaciones en el espacio público, salvo que no haya otros sitios donde ponerlas y en tal caso diligencie el respectivo permiso.
- Para guardar equipos de protección personal, separe un espacio en óptimas condiciones de limpieza y de fácil acceso.

Dote las casetas con los siguientes elementos:

- Camillas rígidas en fibra de vidrio.
- Botiquines para atender primeros auxilios (según sitio, riesgo y número de personas).
- Extintores o hidrantes.
- Salidas de emergencia y puertas de escape con la adecuada y suficiente señalización.
- Al inicio de la obra conforme las brigadas de seguridad industrial y primeros auxilios. Toda persona que visite los frentes de obra debe estar



acompañada por un trabajador que haya recibido la capacitación adecuada para el manejo de emergencias.

- Delimite y demarque todas las áreas de trabajo, zonas de almacenamiento y vías de circulación. Señalice salidas, salidas de emergencia, zonas de protección, sectores peligrosos donde operen máquinas y demás instalaciones que ofrezcan algún tipo de peligro.

## 2. Seguridad de la maquinaria y el transporte.

- No contrate vehículos de más de 10 años de antigüedad.
- No emplee máquinas y volquetes para el transporte de pasajeros. Según decreto 174 de 2001 del Ministerio de Transporte, el transporte de personas debe realizarse por empresas habilitadas para tal fin.

## 3. Protección Personal.

- Carnetice a los trabajadores y dótelos con el uniforme que distingue a la entidad ejecutora. Si se trata de trabajos cortos, unifórmelos con chalecos.
- Cuando trabaje sobre el andén, los trabajadores deben tener chaleco reflectivo de seguridad, casco y calzado acorde con el trabajo.
- Para trabajos en vías, el personal debe usar siempre chaleco reflectivo durante el tiempo que permanezca en el sitio de los trabajos, al igual que los visitantes en la obra.
- Toda persona en el sitio de las obras (trabajador o visitante) deberá estar permanentemente provista de un casco de seguridad para trabajar, visitar o inspeccionar los frentes de trabajo. El casco debe ser metálico o plástico de suficiente resistencia para proteger la cabeza contra impactos, riesgos eléctricos, salpicaduras de sustancias químicas, calor radiante, efectos de las llamas. Cuando el casco presente desperfectos reemplácelo de inmediato.
- Las gafas de seguridad se deben usar en operaciones de corte, martilleo, rasqueteo o esmerilado y deben suministrarse a todos los trabajadores cuyo oficio lo exija por tener riesgos de chispas, esquirlas, y su selección



es de acuerdo con el tipo de riesgo. Para actividades de soldadura se deben emplear monogafas de soldar.

- Cuando la actividad genere un nivel de ruido mayor a 85 decibeles, se debe emplear equipos para la protección de los oídos (tipo copa o tipo tapón) según la intensidad y frecuencia del ruido, las funciones del puesto de trabajo y tiempo promedio de exposición. Para las mayores intensidades y frecuencias se deben usar ambos sistemas de protección simultáneamente.
- Se recomienda utilizar tapabocas en actividades que aporten gran cantidad de polvo al ambiente.
- Se debe usar guantes de cuero cuando se manipulen materiales, equipos, herramientas y sustancias que puedan causar lesiones. En general aplica para los siguientes casos:
  - Para halar cuerdas y cables.
  - Para mover postes de concreto, metálicos, crucetas de madera, tuberías de concreto, bloques, etc.
  - Siempre que se trabaje con barras o herramientas similares.
  - Para manejar carretas de cable o alambre.
  - Para operar equipos de tracción.
  - Para manipular materiales rugosos, ásperos o con filos que puedan producir cortes en la piel.
  - Provea guantes de consistencia suave, pero resistentes al daño mecánico.
  - Cuando se efectúen trabajos cerca de equipos o líneas eléctricas se debe emplear guantes con protección dieléctrica o aislada.
  - Dote a todo el personal de zapatos de seguridad de caña alta con punta de acero.
  - Implemente líneas de vida para trabajos en alturas positivas o negativas.
- Todo trabajador debe recibir, como mínimo, un salario básico mensual más la seguridad social y aquellos aportes a los que los trabajadores tienen derecho según la legislación colombiana, tales como: cesantías, intereses a las cesantías, primas de servicios, vacaciones, subsidio

familiar, auxilio de transporte, SENA, ICBF, etc. De esto se tendrá como evidencia la presentación de las planillas que correspondan al presupuesto presentado por el contratista.

- Afilie y cotice para todos los trabajadores.
- Por accidente de trabajo y enfermedad profesional, de acuerdo con la clase de riesgo en que se le clasifique.
- Al sistema general de pensiones.
- Al sistema de seguridad social en salud.
- A una caja de compensación.
- La interventoría controlará que se cumplan estas disposiciones antes del contrato (como prerequisite para la firma de los carnés), durante su ejecución y después de la terminación de las obras como requisito para finalizar las formalidades del contrato.
- Una vez terminadas las obras, el contratista debe retirar de la seguridad social a todos los trabajadores y personal administrativo vinculado al contrato.
- Señalice zonas que representen riesgos.

#### 4. Capacitación.

Antes del inicio de actividades, capacite a todo el personal en relación con:

- Riesgos asociados de cada oficio.
- Prevención de enfermedades profesionales y accidentes de trabajo.
- Protección del medio ambiente.
- Si la obra dura más de un mes, la capacitación se debe repetir por lo menos cada 15 días con una duración de 20 minutos. (RICO, A. 1998).

#### 2.3.9 MEJORAMIENTO DEL TERRENO DE FUNDACIÓN.

No se repetirá bastante que el terreno de fundación suele ser suficientemente bueno, tanto en lo que se refiere a resistencia como a compresibilidad, para soportar a las vías terrestres en condiciones normales, pues las presiones a él comunicadas son relativamente bajas y la estructura



del terraplén se suele adaptar muy bien a pequeños movimientos que puedan producirse. Los problemas señalados y los métodos de mejoramiento que ahora se mencionarán se presentan normalmente en áreas restringidas y no pueden verse como de utilización común, por su alto costo.

Los principales métodos que se han seguido para mejorar las condiciones del terreno natural, ya sea en lo referente a resistencia o a compresibilidad, son los siguientes:

- 1. EL USO DE MATERIALES LIGEROS.-** Se trata de conseguir, dentro de distancias de acarreo tolerables, bancos de materiales de bajo peso específico para la construcción de los terraplenes, a fin de lograr así que se reduzcan al máximo tanto las presiones comunicadas al terreno natural como la geometría de la sección que se construya, pues no debe olvidarse que el problema de asentamientos suele estar ligado al de falta de resistencia, de modo que si el terraplén se hace con materiales pesados requerirá taludes muy tendidos, bermas, etc., que podrán reducirse y quizá eliminarse con el uso de materiales ligeros; siendo el hundimiento menor a menor ancho de terraplén, esta última ganancia repercutirá favorablemente en el asentamiento final a que se llegue.
- 2. LA SOBRE ELEVACIÓN DE LA RASANTE.-** Se trata ahora de sobreelevar inicialmente la rasante del terraplén, de manera que quede en el nivel requerido después de producirse el asentamiento. La efectividad de la solución depende de que el terreno natural soporte la sección sobreelevada.
- 3. CONSTRUCCIÓN PREVIA DE TERRAPLENES.-** En este caso se construye el terraplén con suficiente anticipación a las obras de pavimentación, permitiendo que ocurra el asentamiento durante ese lapso disponible; después se conformará la corona, para pavimentar una estructura que ya no se deformará. En ocasiones, la falta de resistencia del terreno de fundación puede obligar a completar la sección definitiva por



medio de sucesivos recargues, aprovechando la resistencia que se genere como consecuencia de la consolidación. Naturalmente que el número de recargues necesariamente tendrá que ser bajo, y el último tal, que produzca asentamientos que no sean de significación. La solución es muy ventajosa sobre todo en accesos y pasos a desnivel, pero está limitada por la disponibilidad de tiempo.

- 4. EL USO DE DRENES VERTICALES DE ARENA.-** Siendo el proceso de asentamiento un proceso de consolidación, todos los procedimientos que aceleren esta última servirán para que aquellos se produzcan con mayor rapidez, dando oportunidad a que ocurran durante el proceso de construcción, con lo que la estructura permanecerá prácticamente libre del problema durante su vida de servicio. Además, la aceleración de la consolidación sirve también para aumentar la rapidez de generación de resistencia al esfuerzo cortante consecuencia del proceso. Los drenes verticales de arena son un acelerador comprobado de los procesos de consolidación, cuya influencia en éstos puede ser establecida teóricamente. Son perforaciones verticales rellenas de material permeable, de pequeño diámetro y de longitud suficiente para que sus efectos alcancen a la totalidad del manto compresible o, por lo menos, al espesor que vaya a producir la mayor parte del asentamiento.

Su función se ejerce disminuyendo la longitud de las trayectorias que el agua debe recorrer para ser drenada de los estratos compresibles que se consoliden; esto se logra al permitirse el flujo en la dirección horizontal, además del flujo vertical usual. Como la mayoría de los suelos arcillosos finos son algo estratificados, de manera que la permeabilidad horizontal es más grande que en la dirección vertical, el flujo radial hacia los drenes verticales de arena es en principio, muy eficiente.

Los drenes se instalan introduciendo en el terreno un tubo de ademe del que después se extrae el suelo y que debe recuperarse por razones de costo, extrayéndolo a medida que se rellena de arena el espacio interior, o



por medio de un mandril o broca apropiada, que haga una perforación cuyas paredes se sostengan al retirar la herramienta, por lo menos el tiempo necesario para rellenar el hueco con la arena que funciona como material drenante. Naturalmente el segundo método suele ser de menor costo que el primero, pero no siempre es aplicable, pues en suelos muy blandos o duros no se sostienen las paredes de pozos relativamente profundos.

No se ha estudiado suficientemente el efecto que los drenes verticales de arena pudieran tener sobre la resistencia del estrato compresible, por ejemplo al deslizamiento, al actuar como verdaderos pilotes de arena.

El uso de los drenes verticales de arena suele ser costoso, sobre todo en países en que no exista la maquinaria especializada para su construcción con que es posible contar en la actualidad; por consiguiente, su utilización no puede recomendarse sin un cuidadoso estudio de su idoneidad y una completa consideración económica de otras alternativas.

- 5. LA COMPENSACIÓN TOTAL O PARCIAL DE LA CARGA DEL TERRAPLÉN.-** Si se logra por algún procedimiento de construcción adecuado que al penetrar el material del terraplén desplace lateralmente al suelo de fundación blando, se producirá una compensación del peso de aquél, que actuará únicamente con una presión correspondiente a la diferencia entre el peso del material colocado y el desplazado. El método es más factible cuando más fácil sea de desplazar lateralmente el terreno natural, por lo que rinde sus mejores resultados en suelos arcillosos orgánicos o en turbas. En ocasiones el desplazamiento del terreno natural se, ayuda con sobrecargas, explosivos, etc. En el caso particular de las aeropistas, estructuras de longitud más limitada que una carretera, se ha usado un procedimiento de auténtica compensación completa, pre-excavando una caja de profundidad suficiente, la que se conforma estructuralmente construyendo en su fondo una losa delgada de concreto





pobre y se rellena posteriormente con materiales ligeros, para producir una compensación total.

En carreteras, el inconveniente del procedimiento estriba en la gran cantidad de material que puede llegar a incrustarse en el material natural antes de lograr una compensación efectiva.

**6. LA REMOCIÓN DEL MATERIAL COMPRESIBLE.-** En este caso se utiliza una idea tan sencilla como ésta: si el terreno de cimentación es malo y compresible, muévasele y póngase en su lugar otro de mejor calidad. Se considera que ésta es la mejor solución en suelos muy blandos y compresibles, que se presentan bajo los terraplenes en espesores no mayores que 4 ó 5 m, añadiendo que el material sustituto debe ser granular cuando no esté garantizado su drenaje. Esta norma resulta quizá exagerada para países que disponen de menores presupuestos para la construcción de una obra dada; en nuestro medio, por ejemplo, se ha utilizado poco la sustitución de terrenos malos por suelos estables bajo terraplenes y la experiencia indica que cuando el espesor del terreno natural es inferior a 4 ó 5 m es posible obtener un comportamiento favorable a menor costo con el empleo de algún otro de los métodos descritos. Cuando el espesor de terreno malo es superior a 4 ó 5 m, es universalmente reconocido que el costo de la sustitución de materiales se hace prohibitivo. En resumen, la sustitución de materiales debe verse como una alternativa más a disposición del ingeniero, que podrá sopesarse para ser empleada sólo cuando resulte ser la más económica o conveniente después de un cuidadoso balance.

**7. TRATAMIENTO FÍSICO-QUÍMICO DEL TERRENO COMPRESIBLE.-** Aun cuando estas técnicas están todavía en sus comienzos, se sabe que al añadir ciertas substancias al suelo se producen en éste intercambios iónicos entre sus partículas minerales y las materias disueltas en el agua intersticial, de manera que se modifican los nexos estructurales, mejorando la resistencia del suelo y disminuyendo su compresibilidad. En cada caso se



hará necesario un análisis físico-químico del suelo, a fin de definir la sustancia o sustancias que producirán los efectos más favorables; éstas pueden incorporarse al suelo haciéndolas circular por su interior disueltas en agua.

8. **CALCINACIÓN DEL SUELO.-** Consiste este método en calcinar literalmente hablando la estructura del suelo, con elevadas temperaturas provenientes de la combustión de gases. En algunos casos se han reportado disminuciones notables de la compresibilidad y, por consiguiente, de los asentamientos. El método debe considerarse en etapa experimental.
9. **COLOCACIÓN DE ENTRAMADOS DE RAMAS.-** palmas y otros materiales similares bajo el terraplén. Consiste este método en fabricar una verdadera balsa de entramada bajo el terraplén, que reparte la carga y proporciona una especie de flotación al conjunto de la superestructura. El método se ha usado con excelentes resultados en diversos países.
10. **LA COLOCACIÓN DE BERMAS O EL USO DE TALUDES MUY TENDIDOS.-** Con ello se logra uniformizar las presiones transmitidas al terreno bajo el terraplén, con lo que se uniformizan también los asentamientos, reduciendo los diferenciales. Por otra parte, conviene no olvidar que el asentamiento total es mayor cuanto mayor es el ancho del área cargada, por lo que las medidas objeto de este apartado tenderán a hacer crecer dichos asentamientos totales; naturalmente, la bondad de estas medidas estará supeditada al balance de estos factores contradictorios. Estos métodos carecerán de sentido en aeropistas, donde las coronas de los terraplenes son muy anchas en comparación con las de las carreteras.
11. **ESCALONAMIENTO DE LADERAS NATURALES.-** En terrenos naturales con pendiente transversal fuerte existe el peligro de que los terraplenes se deslicen ladera abajo, aun cuando los materiales involucrados no sean demasiado malos. Los escalones, de huella horizontal y peralte vertical,



proporcionan al terraplén apoyo horizontal, eliminando la componente de su peso a lo largo de la superficie de contacto con el terreno natural y, por lo tanto, la causa de la posible falla. Los escalones deben tener peralte apropiado y huella suficiente para las maniobras del equipo de construcción. El proyecto deberá indicar al detalle la forma y las dimensiones de los escalones, siendo deseable que toda su sección se aloje en terreno firme.

## 12. CONSTRUCCIÓN DE RELLENOS SOBRE APOYO IRREGULAR EN

**ROCA.-** Al hacer cortes en roca es muy común que, como consecuencia del proceso de excavación con explosivos, la cama del camino quede ríspida y llena de aristas irregulares y agudas. En este caso ha de colocarse entre esa roca y el pavimento una capa de suelo del suficiente espesor y apropiada resistencia, para impedir que las irregularidades señaladas se reflejen en el propio pavimento. Este es un caso ilustrativo de aquellos en que el mejoramiento del terreno consiste en la substitución de un apoyo muy firme por otro de suelo, aparentemente de peor calidad.

La lección que se extrae de esto es que los problemas de interacción entre superestructura y terreno de cimentación en una obra vial son tan complejos que con frecuencia la norma de mejoramiento adoptada es contradictoria, en el sentido de que resulta desventajosa desde uno o varios de los puntos de vista que intervienen; lo importante es entonces resaltar el aspecto fundamental que se pretende mejorar, balanceando convenientemente las virtudes y defectos de la norma de mejoramiento adoptada.

**13. COMPACTACIÓN.-** Frecuentemente se mejora la parte superior del terreno de cimentación con un proceso de compactación posterior al desmonte, deshierbe y desenraizado; el tratamiento es frecuente sobre todo en aeropistas y suele ser somero, alcanzando 85 a 90%, en relación a cualquier estándar usual.



- 14. ANCLAJE DE BLOQUES DE ROCA FRACTURADA.-** En laderas rocosas inclinadas y cuando los planos de fracturamiento son desfavorables a la obra vial, se ha recurrido al anclaje de los bloques de roca con varillas de acero introducidas en perforaciones previas selladas posteriormente con concreto o lechada de cemento, de modo que literalmente se cosen los fragmentos cuya situación sea peligrosa.
- 15. RELLENO DE GRIETAS.-** Con frecuencia la superficie del terreno de cimentación aparece agrietada. Cuando ello suceda, la causa del agrietamiento deberá investigarse siempre, pues el fenómeno puede ser indicio tanto de la existencia de un estado de falla incipiente relativamente fácil de corregir, por ejemplo en una ladera inclinada, como de un verdadero estado de deslizamiento superficial generalizado o de un estado de tensión importante, del tipo descrito por Juárez Badillo.

La causa del agrietamiento deberá ser eliminada como un requisito indispensable para la corrección del agrietamiento. Podrá haber casos en que el cambio de trazo constituya la mejor solución, pues como se ha dicho, el agrietamiento puede estar asociado a fenómenos de gran escala y corrección difícilísima y muy costosa; pero en los casos sencillos, una vez eliminada la causa del agrietamiento puede resultar muy conveniente rellenar las grietas, previamente formadas con arcilla, suelo-asfalto o algún material similar, con características plásticas. Las grietas abiertas pueden ser peligrosas; pues al rellenarse de agua generan empujes hidrostáticos que pueden agravar cualquier tendencia a la inestabilidad preexistente. (RICO, A. 1998).

### **2.3.10 COMPACTACIÓN DE SUELOS.**

#### **2.3.10.1 COMPACTACIÓN Y ESTABILIZACIÓN DE SUELOS.**

Se denomina compactación de suelos al proceso mecánico por el cual se busca mejorar las características de resistencia, compresibilidad y esfuerzo-deformación de los mismos; por lo general el proceso implica una reducción más o



menos rápida de los vacíos, como consecuencia de la cual en el suelo ocurren cambios de volumen de importancia, fundamentalmente ligados a pérdida de volumen de aire, pues por lo común no se expulsa agua de los huecos durante el proceso de compactación. No todo el aire sale del suelo, por lo que la condición de un suelo compactado es la de un suelo parcialmente saturado.

El objetivo principal de la compactación es obtener un suelo de tal manera estructurado que posea y mantenga un comportamiento mecánico adecuado a través de toda la vida útil de la obra. Las propiedades requeridas pueden variar de caso a caso, pero la resistencia, la compresibilidad y una adecuada relación esfuerzo-deformación figuran entre aquellas cuyo mejoramiento se busca siempre; es menos frecuente, aunque a veces no menos importante, que también se compacte para obtener unas características idóneas de permeabilidad y flexibilidad. Finalmente, suele favorecerse mucho la permanencia de la estructura térrea ante la acción de los agentes erosivos como consecuencia de un proceso de compactación.

De la simple enumeración de los objetivos de la compactación destaca un hecho importante, que debe hacer prever al ingeniero muchas de las dificultades y complejidades que después efectivamente encontrará en estas técnicas. En primer lugar, la compactación resulta ser un proceso de objetivos múltiples y ello propicia la complicación, pero, en segundo lugar, es evidente que muchos de esos objetivos serán contradictorios en muchos problemas concretos, en el sentido de que las acciones que se emprendan para cumplir con uno pudieran perjudicar a algún otro. Por ejemplo, en términos generales puede ser cierto con frecuencia que una compactación intensa produce un material muy resistente, pero sin duda muy susceptible al agrietamiento; en este aspecto el número de ejemplos contrastantes que pudieran ocurrirse es prácticamente ilimitado. Estas posibles contradicciones se complican y amplían aún más si se toma en cuenta que los suelos compactados han de tener una vida dilatada y que es compromiso obvio que conserven sus propiedades en toda esa vida; bajo la acción del agua, de las cargas soportadas, etc. En esta perspectiva circunstancial y temporal pueden multiplicarse mucho los ejemplos de contradicciones entre los objetivos



del proceso; la alta resistencia, obtenida con compactación muy enérgica, de que antes se habló, puede entrar en contradicción consigo misma, pues un suelo muy compacto podrá, en general, absorber mucha agua si se dan las condiciones propicias y al hacerlo su resistencia podrá descender drásticamente, en tanto que ese mismo suelo inicialmente compactado en forma menos enérgica, con menor resistencia inicial, podrá resultar mucho más estable ante el agua, manteniendo en el tiempo una resistencia inicialmente menor que la del otro, pero probablemente suficiente.

Desde un principio el problema de la compactación de suelos resulta ligado al de control de calidad de los trabajos de campo; en efecto, después de realizar un proceso de compactación siempre es necesario verificar si con él se lograron los fines propuestos. Como quiera que las vías terrestres suelen construirse a contrato por parte de empresas especializadas, la verificación antes citada resulta ligada a problemas de pago, legales, etc. Esta multiplicidad de los problemas de compactación de suelos, que tantas veces los hace trascender de la esfera meramente técnica, se encuentra en el fondo de todo el manejo razonado de dichos problemas y le imprime a las conclusiones y soluciones a que se llegue un carácter distintivo que no puede ignorar quien los maneja. Para medir la resistencia, la compresibilidad, las relaciones esfuerzo-deformación, la permeabilidad o la flexibilidad de los suelos se requieren pruebas relativamente especializadas y costosas que, además. Suelen. (LAMBE 1982).

### **2.3.10.2 VARIABLES QUE AFECTAN EL PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LOS SUELOS.**

Como es natural, un suelo se puede compactar de varias maneras, y en cada caso se obtendrá un resultado diferente; por otra parte, una misma forma de compactación dará resultados distintos si se aplica a diversos suelos; por último, si una misma forma de compactación se aplica a un suelo determinado, podrán lograrse resultados muy diferentes si de un caso a otro se varían ciertas condiciones de las prevalecientes en dicho suelo.



Las afirmaciones anteriores justifican la conclusión, obvia para quienquiera que tenga cualquier grado de familiaridad con estos problemas, de que los resultados de un proceso de compactación dependen de varios factores, unos que atañen al tipo de suelo, otros relativos al método de compactación que se emplee y, por último, varios más que se refieren a determinadas circunstancias que en ese momento pudieran prevalecer en el suelo con que se trabaja. Estos factores suelen denominarse las "variables" que rigen el proceso de compactación. Las principales de éstas se reseñan a continuación.

- 1. La naturaleza del suelo.** Es claro que la clase de suelo con que se trabaja influye de manera decisiva en el proceso, de compactación; de hecho, a lo largo de este capítulo habrán de diferenciarse las técnicas que se empleen y los resultados que se obtengan precisamente con base en el tipo de suelo. Prevalece aún la distinción usual entre suelos finos y gruesos o entre suelos arcillosos y friccionantes, pero en el análisis de los procesos de compactación es muy común que tal distinción se detalle bastante más, tipificando los suelos de acuerdo con las normas.
- 2. El método de compactación.** En el laboratorio resulta bastante fácil clasificar los métodos de compactación en uso en tres tipos bien diferenciados: la compactación por impactos, por amasado y por aplicación de carga estática. A reserva de detallar algo más estos métodos, baste por el momento la afirmación de que producen resultados diferentes tanto en la estructuración que adquiere el suelo como, en consecuencia, en las propiedades del material que se compacta. Además, ya se comienzan a utilizar algunos dispositivos de laboratorio para como pactar por vibración, si bien su uso está menos extendido que el de los otros tres métodos.

Resulta bastante más difícil diferenciar de un modo análogo los métodos de compactación de campo. Es común describir éstos con base en el equipo mecánico que se emplee en el proceso, y así se habla de la compactación con rodillo liso, con rodillo neumático, con equipo vibratorio, etc. Se supone que los métodos de laboratorio reproducen las condiciones del proceso de

campo, pero en muchos casos no es fácil establecer una correspondencia clara entre el tren de trabajo de campo y las pruebas de laboratorio, en el sentido de contar con que estas últimas reproduzca en forma suficientemente representativa todas las condiciones del suelo ,compactado en el campo.

- 3. La energía específica.** Se entiende por energía específica de compactación la que se entrega al suelo por unidad de volumen, durante el proceso mecánico de que se trate.

Es muy fácil evaluar la energía específica en una prueba de laboratorio en que se compacte al suelo por impactos dados con un pisón; de hecho, resulta claro que para tal caso queda dada por la expresión:

$$E_e = \frac{N_n W_h}{V}$$

dónde:

E = Energía específica.

N = Número de golpes del pisón compactador por cada una de las capas en que se acomoda el suelo en el molde de compactación.

n = Número de capas que se disponen hasta llenar el molde.

W = Peso del pisón compactador.

h = Altura de caída del pisón al aplicar los impactos al suelo.

V = Volumen total del molde de compactación, igual al volumen total del suelo compactado.

En las pruebas de laboratorio en que se compacta el suelo con la aplicación de presión estática, en principio la energía específica se puede evaluar de manera análoga en términos del tamaño del molde, el número de capas en que se dispone el suelo, la presión que se aplique a cada capa y el tiempo de aplicación. Sin embargo, en este caso la evaluación no





resulta ya tan sencilla y la energía específica se ve afectada por la deformabilidad del suelo y por el tiempo de aplicación de la presión.

En el caso de las pruebas en que se realiza la compactación por amasado es aún más compleja la evaluación de la energía específica, pues cada capa de suelo dentro del molde se compacta mediante un cierto número de aplicaciones de carga con un pisón que produce presiones que varían gradualmente desde cero hasta un valor máximo, y luego se invierte el proceso en la descarga. La energía de compactación no se puede cuantificar de un modo sencillo, pero puede hacerse variar a voluntad si se introducen cambios en la presión de apisonado, en el número de capas, en el número de aplicaciones del pisón por capa, en el área del pisón o en el tamaño del molde. El concepto de energía específica conserva su pleno valor fundamental cuando se relaciona con procedimientos de compactación de campo. En el caso del uso de rodillos depende principalmente de la presión y el área de contacto entre el rodillo y el suelo, del espesor de la capa que se compacte y del número de pasadas del equipo. Tampoco es sencillo evaluar la energía de compactación en términos absolutos en un caso dado; pero si se varían los factores mencionados es posible hacerla cambiar, con lo que se obtienen términos de comparación entre dos trenes de trabajo diferentes.

En páginas subsiguientes de este capítulo se podrá ver la gran influencia de la energía de compactación en los resultados que se logran. Puede decirse que la energía específica de compactación es una de las variables que mayor influencia ejercen en el proceso de compactación de un suelo dado, con un procedimiento determinado.

- 4. El contenido de agua, del suelo.** Ya en los primeros estudios de Proctor se puso de manifiesto que el contenido de agua del suelo que se compacta es otra variable fundamental del proceso. Proctor observó que con contenidos crecientes de agua, a partir de valores bajos, se obtenían más altos pesos específicos secos para el material compactado, si se usa la



misma energía de compactación; pero observó también que esta tendencia no se mantiene indefinidamente, ya que cuando la humedad pasa de cierto valor, disminuyen los pesos específicos secos logrados. Es decir, Proctor puso de manifiesto que para un suelo dado y usando determinado procedimiento de compactación, existe un contenido de agua de compactación, llamado el óptimo, que produce el máximo peso volumétrico seco que es dable obtener con ese procedimiento de compactación.

En relación a un proceso de compactación de campo, dicho contenido de agua es el óptimo para el equipo y la energía correspondientes. Lo anterior puede explicarse en términos generales si se toma en cuenta que en los suelos finos arcillosos, a bajos contenidos de agua, ésta se encuentra en forma capilar, produciendo compresiones entre las partículas constituyentes del suelo, las cuales tienden a formar grumos difícilmente desintegrables, que dificultan la compactación. El aumento en contenido de agua disminuye la tensión capilar y, por lo tanto, el aglutinamiento de sus grumos, lo que hace que aumente la eficiencia de la energía de compactación. Empero, si el contenido de agua es tal que hay exceso de agua libre, al grado de casi llenar los vacíos del suelo, se impide una buena compactación, puesto que el agua no puede desplazarse instantáneamente a resultas del efecto mecánico que se esté aplicando. Esto es más cierto en los suelos más finos.

El contenido de agua del suelo es otra de las variables fundamentales del proceso de compactación.

- 5. El sentido en que se recorra la escala de humedades al efectuar la compactación.** Este aspecto afecta sobre todo a las pruebas de compactación que se realizan en el laboratorio, en las que es común presentar resultados con base en gráficas  $Y_d - W$  (peso volumétrico seco vs. humedad). Estas curvas son diferentes si las pruebas se efectúan a partir de un suelo relativamente seco al que se va agregando agua o si se parte de un suelo húmedo, que se va secando según avanza la prueba.



Las investigaciones experimentales comprueban que en el primer caso se obtienen pesos específicos secos 'mayores que en el segundo, para un mismo suelo y con los mismos contenidos de agua; este efecto parece ser particularmente notable en los suelos finos .plásticos con contenidos de agua inferiores al óptimo. La explicación del fenómeno podría ser que cuando el suelo está seco y se le agrega agua, ésta tiende a quedar en la periferia de los grumos, con propensión a penetrar en ellos, sólo después de algún tiempo; por otra parte, cuando el agua se evapora al irse secando un suelo húmedo, la humedad superficial de los grumos se hace menor que la interna. Se tienen entonces condiciones diferentes en los grumos del suelo con un mismo contenido de humedad; en el primer caso, en que se agregó agua; la presión capilar entre los grumos es menor por el exceso de agua, en comparación con el segundo caso, en que la evaporación hace que los meniscos se desarrollen más. Por lo tanto, en el primer caso será menor la ligazón entre los grumos y una misma energía de compactación será más eficiente para compactar el suelo que en el segundo caso.

Naturalmente que los razonamientos anteriores se ven influidos por el tiempo que se deje pasar entre la incorporación del agua y el momento en que se aplique la energía de compactación, pues si el lapso es largo, se permite la incorporación uniforme del agua a los grumos del suelo, con la consecuente disminución de su humedad superficial y el aumento de las presiones capilares. El contenido de sales también influye, así como la naturaleza de la arcilla.

En los laboratorios es común que se proceda a partir de un suelo relativamente seco; se incorpora agua según avanza la prueba y se deja pasar el tiempo suficiente tras la incorporación (24 h o algo así), para permitir la distribución uniforme del agua.

- 6. El contenido de agua original del suelo.** Se refiere este concepto al contenido natural de agua que el suelo poseía antes de añadirle o quitarle



humedad para compactarlo, en busca del contenido óptimo o cualquier otro con que se hubiere decidido realizar la compactación.

En los procesos de campo el contenido de agua original no sólo ejerce gran influencia en la respuesta del suelo al equipo de compactación, sino que también gobierna en gran parte el comportamiento ulterior de la masa compactada. Aunque por lo general sólo pueden lograrse cambios relativamente pequeños al humedecer o secar el suelo extendido en la obra, es muy aconsejable buscar siempre condiciones de humedad natural que no se aparten mucho de la óptima para el proceso de compactación que vaya a usarse.

En los procesos de laboratorio, el contenido natural de agua del suelo tiene especial influencia en las compactaciones que se logren con una cierta energía, a humedades menores que la óptima, sobre todo cuando se procede a compactar el suelo inmediatamente después de la incorporación del agua. Este fenómeno se comprende si se toma en cuenta la explicación que se ofrece en el punto 5 anterior, pues en un suelo originalmente bastante seco, el agua que se añade producirá mayor diferencia inmediata entre las condiciones de humedad interna y externa de los grumos que en otro que originalmente hubiese estado más húmedo; por ello, es de esperar que los pesos volumétricos secos que se obtengan sean mayores cuando los contenidos originales de agua del suelo sean menores.

**7. La recompactación.** En muchos laboratorios es práctica común usar la misma muestra de suelo. (MONTEJO 1998).

### 2.3.11 ESTABILIZACIÓN DE SUELOS.

Es frecuente que el ingeniero encuentre no adecuados en algún sentido los suelos que ha de utilizar para un determinado fin, en un lugar específico. Este hecho abre obviamente tres posibilidades de decisión.



- Aceptar el material tal como lo encuentre, pero tomando en cuenta realísimamente su calidad en el diseño efectuado.
- Eliminar el material insatisfactorio o prescindir de usarlo, substituyéndolo por otro de características adecuadas.
- Modificar las propiedades del material existente, para hacerla capaz de cumplir mejores requerimientos.

La última alternativa da lugar a las técnicas de estabilización de suelos. En rigor son muchos los procedimientos que pueden seguirse para lograr esa mejoría de las propiedades de los suelos, con vistas a hacerlos apropiados para algún uso específico, lo que constituye la estabilización. La siguiente lista de tipos de procedimiento no agota seguramente el tema, aunque reúna los más comunes:

- Estabilización por medios mecánicos, de los que la compactación es el más conocido, pero entre los que las mezclas de suelos se utilizan también muy frecuentemente.
- Estabilización por drenaje, ya suficientemente discutida en este libro.
- Estabilización por medios eléctricos, de los que la electroósmosis y la utilización de pilotes electrometlicos son probablemente los mejor conocidos.
- Estabilización por empleo de calor y calcinación.
- Estabilización por medios químicos, generalmente lograda por la adición de agentes estabilizantes específicos, como el cemento, la cal, el asfalto u otros.

La gran variabilidad de los suelos y sus composiciones hacen que cada método resulte sólo aplicable a un número limitado de tipos de ellos; en muchas ocasiones, esa variabilidad se manifiesta a lo largo de algunos metros, en tanto que en otras a lo largo de algunos kilómetros, pero en cualquier caso suele ser frecuente que para aplicar un método económicamente hayan de involucrarse



varios tipos de suelos, a veces con variaciones de alguna significación, habiendo de renunciar correspondientemente al empleo del procedimiento "óptimo" en cada clase.

Desde un principio tiene que reconocerse que la estabilización no es una herramienta ventajosa en todos los casos y, desde luego, no es siempre igualmente ventajosa en las situaciones en que pueda resultar conveniente; por consiguiente, habrá que guardar siempre muy claramente en mente el conjunto de propiedades que se desee mejorar y la relación entre lo que se logrará al mejorarlas y el esfuerzo y dinero que en ello haya de invertirse. Sólo balanceando cuidadosamente estos factores podrá llegarse a un correcto empleo de la estabilización de suelos. (JUAREZ 1995).

#### 2.3.11.1 PROPIEDADES EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS.

Las propiedades de los suelos, que más frecuentemente se estudian en problemas de estabilización son:

- Estabilidad volumétrica – Resistencia.
- Permeabilidad.
- Compresibilidad.
- Durabilidad.

Frecuentemente será posible utilizar tratamientos que mejoren simultáneamente varias de esas propiedades, pero también debe estarse preparado a encontrar evoluciones contradictorias en la lista, de manera que el mejoramiento de una propiedad signifique el deterioro de otra u otras. No debe verse a la estabilización solo como una medida correctiva; algunos de los mejores usos de estas técnicas representan más bien medidas preventivas contra condiciones adversas susceptibles de ulterior desarrollo. A continuación se insiste un poco sobre las propiedades de los suelos más susceptibles de ser mejoradas por estabilización.



#### **A.- ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA.**

La expresión se refiere por lo general a los problemas relacionados con los suelos expansivos por cambio de humedad, relacionado con variaciones estacionales o con la actividad del ingeniero. La estabilización suele ofrecer una alternativa de tratamiento para estos suelos, diferente del uso de cargas, capas permeables, introducción de agua, etc., que forman la gama de líneas de acción más usual. Se trata de transformar la masa de arcilla expansiva bien sea en una masa rígida o en una granulada, con sus partículas unidas por lazos suficientemente fuertes como para resistir las presiones internas de expansión. Esto se logra por tratamientos químicos o térmicos, del tipo de los que serán someramente descritos en páginas posteriores de este mismo Capítulo; la experiencia, muy orientada por factores económicos, ha demostrado que los tratamientos químicos son útiles sobre todo para arcillas ubicadas cerca de la superficie del terreno, en tanto que los tratamientos térmicos se han aplicado más bien a arcillas más profundas.

En muchos de los casos de tratamientos de capas superficiales de arcilla expansiva, la economía impone estabilizar solamente la parte superior del manto, en un cierto espesor y ello será suficiente siempre que se balancee correctamente la presión de expansión que producirá el espesor no tratado.

#### **B.- RESISTENCIA.**

Existen varios métodos de estabilización que se han revelado útiles para mejorar la resistencia de muchos suelos. Empero antes de profundizar más en este aspecto será preciso decir que todos ellos parecen perder mucho de su poder en el momento en que se tienen importantes contenidos de materia orgánica, circunstancia desafortunada, dado que, como es bien sabido muchos de los más graves problemas de falta de resistencia ocurren precisamente en suelos orgánicos.



La compactación es de hecho una forma de estabilización mecánica a la que se recurre para incrementar la resistencia de los suelos, como uno de sus objetivos más comunes. El empleo de mayores intensidades de compactación no siempre conduce a valores más altos de la resistencia, muy especialmente si se considera la necesidad de mantener dicho parámetro en valores razonables durante tiempos largos. Algunas de las formas de estabilización más usadas para elevar resistencia son las siguientes:

- Compactación.
- Vibro flotación.
- Precarga.
- Drenaje.
- Estabilización mecánica con mezclas de otros suelos.
- Estabilización química con cemento, cala aditivos líquidos.

Excepto las dos últimas, todas han sido tratadas de una u otra forma en este libro. La estabilización con empleo de calor se ha utilizado también, aunque mucho más raramente.

### **C.- PERMEABILIDAD.**

No suele ser muy difícil modificar substancialmente la permeabilidad de formaciones de suelo por métodos tales como la compactación, la inyección, etc. En materiales arcillosos, el uso de defloculantes (por ejemplo, polifosfatos) puede reducir la permeabilidad también significativamente; el uso de floculantes (muchas veces hidróxido de cala yeso) aumenta correspondientemente el valor de la permeabilidad. En la actualidad se va disponiendo de algunas sustancias que introducidas en el suelo en forma de emulsión pueden reducir mucho su permeabilidad, si bien el uso de estas sustancias ha de ser cuidadosamente analizado, pues no es raro que ejerzan efectos desfavorables en la resistencia al esfuerzo cortante de los suelos.





En términos generales, y eliminando la estabilización mecánica, los métodos de estabilización para influir en la permeabilidad de los suelos suelen estar bastante desligados de los métodos con los que se busca variar la estabilidad volumétrica o la resistencia.

#### **D.- COMPRESIBILIDAD.**

La compactación es una forma rutinaria de estabilización que modifica fuertemente la compresibilidad de los suelos. Sin embargo, la compactación no es la única forma de estabilización que influye en la compresibilidad y, de hecho, puede decirse que todos los métodos de estabilización tienen influencia en dicho concepto.

#### **E.- DURABILIDAD.**

Suelen involucrarse en este concepto aquellos factores que se refieren a la resistencia al intemperismo, a la erosión o a la abrasión del tráfico; de esta manera, los problemas de durabilidad en las vías terrestres suelen estar muy asociados a suelos situados relativamente cerca de la superficie de rodamiento. En rigor, estos problemas pueden afectar tanto a los suelos naturales como a los estabilizados, si bien en estos últimos los peores comportamientos suelen ser consecuencia de diseños inadecuados, tales como una mala elección del agente estabilizador o un serio error en su uso, tal como podría ser el caso cuando se ignora la bien conocida susceptibilidad de los suelos arcillosos estabilizados con cemento a la presencia de sulfatos.

En la práctica actual se echan de menos criterios de campo o de laboratorio que permitan establecer con seguridad cuál va a ser la durabilidad de un suelo estabilizado y éste es un motivo que contribuye poderosamente a que el concepto durabilidad sea hoy de los más difíciles de analizar, por lo menos cuantitativamente.

A despecho de lo anterior, algunos métodos de estabilización van imponiéndose en forma general. Dejando a un lado los de estabilización



mecánica, que se han impuesto en todas partes, los métodos de estabilización química con cemento, cal y asfalto aparecen cada día más y más en las técnicas constructivas de las vías terrestres en todo el mundo, especialmente en asuntos ligados con la tecnología de los pavimentos. (RICO 1998).

### 2.3.12 DETERIORO DEL PAISAJE NATURAL.

El paisaje es la suma de un gran número de componentes, bióticos y abióticos, impersonales y subjetivos; por lo que el tratamiento del paisaje en los EIA., es hasta ahora un tema ambiguo, disperso, que cada especialista ve de una forma y lo trata según su formación o conocimiento. Sin embargo, se le da más subjetividad de la que tiene, porque resulta difícil su consideración de una forma eficaz.

El paisaje puede ser considerado desde dos perspectivas diferentes: El paisaje, desde la vía. La incidencia de la carretera sobre el paisaje que lo sustenta. Desde ambas perspectivas la construcción de la carretera o sus estructuras tiene gran incidencia visual. Con la construcción de la carretera se da un cambio en el carácter o significado del paisaje, queda alterado, interrumpido o disminuido; en el caso de un ámbito reducido, puede llegar a desaparecer.

Esta afección no admite medidas correctivas, es muy difícil encontrar compatibilidad entre el contenido del paisaje y los elementos que introduce la nueva vía. Los grandes movimientos de tierras, los sitios de vertederos de escombros y acopio; afectan enormemente al paisaje. Las grandes estructuras, viaductos, puentes, distribuidores de tráfico etc. que muy rara vez guardan proporción con el entorno y difícilmente se integran producen graves afecciones debido a, la posición que la Obra ocupe dentro de su cuenca.

Dominancia visual o de escala, es decir la ocupación de la vía en términos de plano visual invadido.



El contraste o la incongruencia formal que se produce, por la alteración de formas, de líneas o del cromatismo. Difícilmente admiten corrección, sin embargo estas no siempre son negativas. Por la diferencia de escala se sustituye elementos con dominancia vertical por otros horizontales.

La misma carretera o ciertas estructuras se constituyen en una pantalla visual, una barrera que obstaculiza la vista de ciertos focos de atracción visual, cambiando sus líneas u ocultándolas. (LUDEÑA, 2006).

### **2.3.13 CARACTERÍSTICAS DEL EMPLEO DEL MÉTODO DE LEOPOLD PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES EN CARRETERAS.**

Este método ha resultado útil en proyectos de construcción de obras. Se desarrolla una matriz al objeto de establecer relaciones causa-efecto de acuerdo con las características particulares de cada proyecto, a partir de dos listas de chequeo que contienen acciones proyectadas y factores ambientales susceptibles de verse modificados por el proyecto.

Se tuvo en cuenta que, la matriz de Leopold no es un sistema de evaluación ambiental, sino esencialmente un método de identificación y puede ser usado como un método de resumen para la comunicación de resultados. Es el análisis posterior, que se haga de la matriz, el que permitirá evaluar los efectos y dar las mejores alternativas de solución para los mismos.

El primer paso consistió en la identificación de las interacciones existentes, para lo cual se tomó en cuenta todas las actividades que pueden tener un lugar debido al proyecto. Se trabajó con una matriz reducida, excluyendo las filas y las columnas que no tienen relación con el proyecto. Posteriormente y para cada acción, se consideraron todos los factores ambientales que puedan ser afectados significativamente, trazando una diagonal en las cuadrículas donde se interceptan con la acción.



## 1. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.

Luego de la identificación y cuantificación de los impactos ambientales, se denota un panorama más claro de los posibles efectos del proyecto sobre el medio ambiente pudiendo evaluar dichos impactos. Los resultados de dicha evaluación se presentan a continuación:

- Con la Matriz de Leopold se puede identificar aspectos ambientales significativos a priorizar durante la formulación del Plan de Manejo Ambiental.
- Las actividades más impactantes del proyecto, desde el punto de vista de los impactos negativos que generan, son el movimiento de tierras y la pavimentación asfáltica, esto se debe a que en esta etapa se realizarán actividades como el movimiento de tierras, uso de maquinaria y equipos de alto impacto, el otro es la construcción de drenes y las bases y sub bases ya que estas actividades son impactantes porque son notorios los cambios en el medio ambiente y el paisaje.
- Los factores ambientales más impactados es el recurso suelo, ya que durante la construcción de los componentes del proyecto se producirán niveles de compactación uso y movimiento de tierras superiores a lo recomendado, así como contaminación por material particulado y en menor medida por gases. Cabe mencionar que estos impactos son de carácter temporal y fácil de prevenir y mitigar con medidas adecuadas. También se generarán residuos sólidos durante el proyecto, lo cual producirá un impacto negativo indirecto sobre la calidad del paisaje, el Plan de Manejo Ambiental deberá contemplar la adecuada disposición de los residuos, sobre todo los peligrosos (material de desmonte y lodos).
- Muchos factores ambientales y sobre todo sociales se verán



impactados positivamente por el proyecto, con la generación de empleo en sus diversas etapas, ya que se considera un incremento temporal en este factor. Otro factor importante que sufrirá un impacto positivo es el comercio, ya que en las diversas etapas del proyecto se generara un movimiento económico importante.

- Utilizando la cuantificación de impactos que ofrece la metodología de Leopold (la sumatoria total es de 4), podemos concluir que en el proyecto se debe considerar un plan de manejo ambiental responsable con la finalidad de disminuir y eliminar dichos impactos negativos, cuyos costos de mitigación se verán compensados ampliamente por el ahorro en términos de la calidad de vida de la población, sumado a que ambientalmente el proyecto es viable.
- Cabe indicar que, en la fase de operación del proyecto la sumatoria de impactos es positiva la cual indica que el proyecto es importante para la mejora de la calidad de vida de la población del área de influencia directa y del área de influencia indirecta, por lo que su ejecución es de suma importancia.
- Finalmente detallar que los factores ambientales impactados negativamente son varios, pero se tiene que indicar que ninguno de ellos es impactado en gran magnitud por lo que su sumatoria ha indicado que los impactos negativos no superan a los positivos, en ningún caso, por lo que se tiene que considerar esta apreciación en el plan de manejo.

## 2. EVALUACIÓN DE IMPACTOS NEGATIVOS POR ACTIVIDADES REALIZADAS POR EL PROYECTO:

### a) Movimiento de tierras:

Este componente del proyecto ha sido determinado como la



actividad que implicará mayores impactos negativos en el ambiente ya que por la naturaleza de las actividades a desarrollarse, implican que tendrá efectos negativos en los factores suelo, agua y atmósfera, toda vez que los suelos serán compactados por el trajín de la maquinaria y equipos, así mismo se ha identificado que se producirá residuos sólidos, que afectarán la calidad y cantidad de los cuerpos de agua, modificando su recorrido. En el caso de la atmósfera se indica que se impactará negativamente en la calidad de los gases y partículas ya que las actividades de este componente implica la generación de polvo y la producción de gases de efecto invernadero por el funcionamiento de la maquinaria y equipos.

**b) Pavimento asfáltico:**

Este componente del proyecto contempla la generación de impactos negativos en los factores ambientales como el agua, suelo y atmósfera, este componente tiene la particularidad de impactos como el vertido de residuos líquidos a los suelos, así como por el uso de aditivos y compuestos derivados del petróleo. Implica impactos en la calidad y cantidad de las aguas y en el caso del factor atmósfera, este componente impacta en la calidad de gases y partículas por el funcionamiento de la maquinaria y equipos que producirán gases nocivos y partículas de sólidos suspendidos.

**c) Bases y sub bases:**

Este componente del proyecto se ha identificado como uno de los que produce mayores impactos negativos a los factores ambientales como el suelo, agua y atmósfera, afecta al factor ambiental suelo por la compactación de suelos, así mismo afecta negativamente a la calidad y cantidad de las aguas y finalmente al factor estético y de interés humano, ya que en las labores de conformación de base y sub base se afectará las vistas escénicas y panorámicas de la zona.



### 3. EVALUACIÓN DE IMPACTOS POSITIVOS POR ACTIVIDADES REALIZADAS POR EL PROYECTO:

#### a. Medio ambiente y otros:

Este componente del proyecto es uno de los más importantes debido a que permitirá la sostenibilidad del proyecto, además de solucionar los problemas sociales, económicos y físico legales, por ende los impactos positivos son constantes en cada uno de los factores ambientales, además que en este componente se contempla el control y seguimientos de las especificaciones técnicas y procesos del proyecto, lo cual redundara en la mejor ejecución y sostenibilidad del proyecto.

#### b. Señalización:

Este componente del proyecto permitirá que la población cuente con la información necesaria para obtener el mayor beneficio al proyecto ya que permitirá el desarrollo de las actividades con la mayor eficiencia y con la mejor información.

### 4. Evaluación de impactos negativos por factores ambientales:

#### a. Factor Ambiental Suelo – Compactación de suelos:

El factor suelo será afectado negativamente en su parámetro compactación de suelos, por la naturaleza del proyecto se desarrollarán diversas actividades en las cuales se verá afectado este parámetro.

#### b. Factor Uso de Suelos – Naturaleza de espacios abiertos:

El parámetro de naturaleza de espacios abiertos será uno de los parámetros con mayores impactos negativos producidos por los diferentes componentes del proyecto esto debido a que se modificara este parámetro para la implementación del proyecto, toda vez que se modificará cursos de aguas, modificará la actual vía modificará



terrenos de propiedad privada entre otros; lo cual indica que será uno de los factores más afectados.

**c. Factor agua - Cantidad de los cuerpos de agua:**

Este factor se verá impactado negativamente en las primeras etapas del proyecto debido a las actividades inherentes del proyecto tendrán efecto sobre este recurso debido a que se cambiarán cursos de aguas, cobertura vegetal, movimiento de tierras entre otros además de utilizarse materiales e insumos que pueden impactar en la cantidad de este factor.

**d. Factor Atmósfera – Calidad (gases y partículas):**

Este parámetro será afectado negativamente ya que en las primeras etapas del proyecto se producirán los mayores impactos sobre este parámetro, debido al movimiento de tierras, conformación de base y sub base. Así mismo el asfaltado producirá efectos negativos en este parámetro.

**5. Evaluación de impactos positivos por factores ambientales:**

**a. Factor Estatus Cultural – Empleo:**

El parámetro con mayores impactos positivos, en todas sus fases y en cada uno de los componentes es el de empleo, éste se verá impactado positivamente ya que para el desarrollo de la obra se necesitará de mano de obra calificada y no calificada, lo cual permitirá a los pobladores de la zona tener opción de realizar labores en el proyecto, que permitirá mejorar la calidad de vida de la población.

**b. Factor Uso de suelos – Comercial:**

Por el desarrollo del proyecto se producirá impacto positivo en el parámetro comercial del factor uso de suelos, ya que el proyecto permitirá el mejor acceso y transporte de insumos para el desarrollo de las actividades productivas en la zona, así mismo se verá



incrementada la plusvalía de los terrenos en el sector.

**c. Factor Estatus Cultural – Salud y Seguridad:**

Este parámetro será afectado positivamente en los últimos componentes del proyecto en los cuales se notara la mejora de las condiciones de salud y seguridad de la población y se mejorara su calidad de vida.

**6. IMPACTOS DE LA CONSTRUCCIÓN:**

Los impactos ambientales directos se evaluaron en el ámbito de influencia directa correspondiente al derecho de vía que será utilizado para la rehabilitación y mejoramiento de la carretera así como aquellas áreas auxiliares utilizadas como soporte logístico y de apoyo temporal. En concordancia con este análisis, se han determinado los efectos e impactos directos sobre los elementos del medio físico, biológico, socio-ambiental y arqueológico. Estos impactos son evaluados y valorados empleando la Matriz de Leopold.

Para la evaluación de los impactos ambientales en la etapa de construcción (rehabilitación y/o mejoramiento vial), los efectos e impactos ambientales que se presentan son principalmente debido a las actividades constructivas que se ejecutaran a lo largo del proyecto vial y en el ámbito de influencia directa (derecho de vía y áreas auxiliares utilizadas como soporte logístico y de apoyo temporal).

**a. Calidad del Aire.**

Durante la etapa de construcción las principales fuentes de emisión de gases y material particulado serán los vehículos que transitarán por la carretera, la operación de los equipos y maquinarias y los movimientos de tierra. Se debe señalar que la carretera, en este tramo, actualmente es afirmada con un nivel de tránsito bajo a moderado, por lo cual habrá un nivel de impacto acumulativo, con una mayor incidencia en áreas sensibles y grupos de población por donde cruce la carretera.



**b. Alteración de la calidad del aire.**

Este impacto es negativo y directo, el mismo que se generará por la emisión de gases, tales como el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), hidrocarburos, monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y material particulado, debido a la movilización y desmovilización de equipos, maquinarias y transporte de materiales durante las operaciones de limpieza y movimientos de tierra para la habilitación de la carretera en todo su tramo. Algunos lugares serán más contaminados por los gases de combustión y partículas, afectando principalmente a la salud del personal obrero y población local.

**c. Ruido.**

Los niveles de ruido son negativos y directos, el mismo que se incrementará debido a la operación de vehículos, maquinarias y equipos que se utilizarán para la construcción de la carretera en este tramo y durante el transporte de productos, insumos, combustibles y personal desde los campamentos a los frentes de obra, siendo sus efectos limitados a las inmediaciones de la vía de acceso. Durante estas actividades de apertura y construcción de la carretera se generarán niveles de ruido altos (de 80 a 90dBA), cuyos efectos tendrán influencia directa principalmente en el cruce de centros poblados. En caso se realicen actividades de voladuras, para los cortes en roca fija, el ruido será elevado, localizado y de corto tiempo.

**d. Relieve y Fisiografía.**

Las actividades que pueden generar efectos e impactos sobre el relieve y fisiografía corresponden a los movimientos de tierra conformados por el conjunto de actividades de excavación y remoción de materiales hasta el límite de acarreo libre para su colocación en los depósitos de material excedente.

Comprende además, la excavación y remoción de la cobertura vegetal



y de otros materiales blandos, orgánicos y sueltos en las áreas donde se realicen las excavaciones de la explanación y terraplenes. Los cambios en el relieve, que serán necesarios ejecutar para la construcción de la carretera, pueden influir directa o indirectamente en la estabilidad de taludes o laderas naturales. Al respecto, se pueden presentar los siguientes impactos ambientales

**e. Suelos.**

- **Compactación de suelos**

Este impacto es negativo y directo, donde la compactación del suelo que se realice generará una modificación de la permeabilidad del suelo, afectando la infiltración vertical. Esta compactación produce un aumento en su densidad (densidad aparente), un empaquetamiento muy denso de las partículas del suelo y una disminución de la porosidad, debilitando su estructura y afectando su capacidad de retención de humedad, por lo tanto, disminuye su fertilidad. La generación de este impacto se producirá en todo el derecho de vía proyectado debido al uso de maquinaria pesada en los suelos de cultivo y en aquellos sectores donde se requiera de la ampliación del derecho de vía para la conformación de terraplenes, la cual puede ser significativo, unido a un elevado contenido arcilloso de los horizontes sub-superficiales y del sobrepastoreo en los suelos utilizados para ello.

- **Contaminación de suelos**

La contaminación del suelo es un impacto negativo y directo, el mismo que se podría generar debido a vertimientos accidentales de combustible y aceites, durante la movilización y operación de la maquinaria en el frente de obra. También se ha considerado como elemento de riesgo potencial los vertidos accidentales de asfalto líquido durante la preparación de la mezcla para la imprimación de la carpeta asfáltica.



**f. Recursos Hídricos.**

La rehabilitación y mejoramiento de la vía en este tramo implicará la ejecución de obras que generarán alteraciones en los sistemas de drenaje, cauces y cursos de agua existentes en el área de influencia de la carretera proyectada. Adicionalmente, se construirán obras para el cruce de los cursos de agua naturales de agua (ríos o quebradas), que presentan un régimen permanente y temporal.

La construcción de la carretera afectará los patrones de drenajes establecidos a lo largo de la ruta de la vía; sin embargo, debido a que se trata de una vía existente que será rehabilitada, los efectos sobre el patrón de drenaje se presentan como pasivos ambientales existentes. Los cortes del camino interceptan aguas que anteriormente se han movido sobre la tierra a través del derecho de vía, generando la interrupción del flujo superficial con efectos sobre los procesos de infiltración, la sedimentación y patrones de drenaje en general.

- **Obstrucción de cauces y cuerpos de agua.**

Este impacto es negativo y directo, donde las actividades que generan este impacto son las excavaciones en los taludes, nivelaciones, cortes y conformación de terraplenes, durante la operación de los equipos y maquinarias, el desbroce para el ensanchamiento de la calzada, el movimiento de tierras y conformación de terraplenes, así como durante la construcción de las obras de drenaje (alcantarillas, cunetas) y pontones.

La modificación de las características originales del relieve produce cambios en los escurrimientos del área de proyecto y causan variaciones en los contenidos de sólidos disueltos y de nutrientes en suspensión que transportan las corrientes. Esto se debe a que las actividades para la ampliación de la plataforma de la carretera requieren excavar, remover y nivelar el terreno



favoreciendo la erosión hídrica, debido al material suelto que se genera, por cuanto, la cantidad de partículas que transportan las corrientes se incrementa y con ello la posibilidad de la obstrucción o azolve de los cauces. Asimismo, las corrientes donde descargan las obras de drenaje superficial verán elevada su fuerza erosiva, con lo cual también crece su capacidad de carga, es decir, aumenta la cantidad de sedimentos que transportan, lo que también contribuye a la obstrucción de cauces y cuerpos de agua.

- **Modificación del patrón de drenaje**

La modificación del patrón de drenaje es un impacto negativo e indirecto, el mismo que puede ser generado por las actividades de desbroce y los movimientos de tierra que se realizarán para la ejecución de las obras proyectadas, tales como los cortes y rellenos para el ensanchamiento de la vía, así como los sistemas de drenaje superficial del pavimento.

- **Alteración de la calidad del agua superficial**

Este impacto es negativo y directo, donde las aguas superficiales se podrían contaminar como consecuencia del lavado por la escorrentía superficial de suelos que hayan sido contaminados con combustibles y lubricantes, por ocurrencia de derrames accidentales o inadecuados manejos de combustibles durante la carga de las maquinarias de construcción o por desperfecto mecánico de éstas; así como por el derrame accidental de asfalto líquido que lleguen a cursos de agua.

Estos efectos se pueden presentar durante la operación de los equipos y maquinarias, el desbroce para el ensanchamiento de la calzada, el movimiento de tierras y conformación de terraplenes, así como durante la construcción de las obras de drenaje (alcantarillas - cunetas) y pontones.

#### g. Fauna.

- **Afectación de la fauna silvestre.**

Este impacto es negativo y directo, donde la movilización y desmovilización de equipos y maquinaria a los frentes de obra, la eliminación de la cobertura vegetal que se encuentra en la zona de ensanchamiento de la calzada (limpieza y desbroce), son operaciones que causarán perturbación de la fauna que puede dar lugar a eventos migratorios locales. Asimismo, la generación de ruido por las actividades constructivas, que incluye la operación de las maquinarias y labores de voladuras en determinadas áreas, causarán procesos de migración o desplazamientos de individuos de fauna (aves - mamíferos), hacia hábitats similares en los alrededores del derecho de vía que puedan proveer refugio y recursos a la población desplazada.

- **Pérdida de individuos de fauna silvestre**

Este impacto es negativo y directo, por estar vinculado básicamente a las operaciones de desplazamiento de las unidades de transporte, por lo cual, se pueden presentar casos de atropellamiento de individuos de fauna silvestre.

- **Efecto barrera para el desplazamiento de la fauna silvestre y doméstica**

Este impacto es negativo y directo, donde las actividades constructivas para la construcción de la carretera crearán una barrera de dispersión y migración local de la fauna silvestre y doméstica. Este efecto barrera ya se viene dando con la existencia de la carretera actual a nivel de afirmado, principalmente para las especies mayores y sensibles a la actividad humana. Con la apertura del derecho de vía y el incremento de tráfico en la etapa de explotación, el efecto barrera se verá incrementado para casi todas las especies de fauna terrestre identificadas.

#### h. Vegetación.

- **Afectación y pérdida de cobertura vegetal.**

Este impacto es negativo y directo, se producirá debido al corte de la vegetación para el ensanchamiento de la sección de la plataforma en aquellos sectores donde existe presencia de maleza, la cual se presenta principalmente en los taludes de corte (superior e inferior) adyacente al derecho de vía. Se señala que las áreas del trazado actual de la vía proyectada ya han sido intervenidas anteriormente, constituyéndose el presente análisis en un efecto del tipo acumulativo que se realizará directamente sobre el ancho del derecho de vía requerido para la ampliación de la calzada.

- **Afectación del paisaje.**

Las formaciones vegetales serán afectadas durante los trabajos de construcción, principalmente aquellas que se encuentran ubicadas adyacentes a la vía. Debido a las actividades de corte podrían generar materiales que caigan sobre estos ecosistemas.

#### i. Social Cultural.

- **Molestias a la población por la generación de ruido, gases de combustión y polvo.**

Este impacto es negativo e indirecto, tal como fue señalado en las secciones anteriores, la movilización y desmovilización de equipos y maquinaria hacia los frentes de obra, el transporte de materiales, las excavaciones superficiales para la conformación del terraplén de la carretera, generarán emisiones de gases de combustión, partículas y ruido, con efectos directos sobre la calidad del aire que a su vez, generará molestias a la población localizada en el ámbito de influencia directa del derecho de vía o su área inmediata. La operación de maquinarias y equipos es la principal fuente de emisión de gases de combustión interna; siendo el transporte de



materiales y los movimientos de tierra las causas más importantes de la emisión de partículas e incremento de los niveles de ruido. El efecto e impacto sobre los poblados ubicados en el derecho de vía o su área inmediata se dará, en caso que estas emisiones superen valores permisibles establecidos por las normas vigentes. Los centros poblados potencialmente afectados son aquellos que se encuentran adyacentes a la vía.

- **Desarrollo de expectativas laborales en torno a la rehabilitación de la vía, no acordes con las oportunidades de empleo.**

Este impacto es negativo e indirecto; detalla que, en las actividades involucradas en los procesos constructivos del proyecto vial, requieren necesariamente de la contratación, de personal calificado y no calificado para desempeñar diversas labores dentro del proyecto. Esta contratación, sin embargo, depende del cumplimiento de ciertos requisitos por parte de los trabajadores.

- **Posible conflicto con los propietarios de los predios afectados.**

Este impacto es negativo y directo, el mismo que a lo largo del trazo del proyecto vial se han detectado predios dentro del derecho de vía. Estos predios corresponden a viviendas, terrenos de cultivo o pastizales de importancia para los pobladores afectados, por lo que es posible que se presenten dificultades o conflictos entre el Ejecutor y los propietarios de dichos predios. Este impacto ha sido considerado negativo y directo, de alta probabilidad de ocurrencia y de alta magnitud, considerando que algunos propietarios se rehusarán al abandono de sus propiedades ligadas a sus actividades productivas.





- **Perturbación del tránsito de ganado de la población local.**

Este impacto es negativo y directo, identifica que las actividades de transporte de materiales y equipos en la etapa de construcción, generarán incomodidad en el desenvolvimiento de las actividades ganaderas cotidianas de las zonas involucradas en el proyecto. Entre los principales tipos de ganado, se encuentran los camélidos sudamericanos, ganado vacuno y ovino.

- **Cambios en las costumbres locales.**

Este impacto es negativo e indirecto, debido a que la llegada de personal foráneo a las localidades donde se asentarán los campamentos con patrones de comportamiento distintos a los pobladores de la zona podría originar cambios en el estilo de vida y debilitamiento de algunas costumbres.

En los campesinos, sus relojes biológicos son establecidos por los cambios que la agricultura impone. Los escolares, los obreros, empleados y trabajadores que desarrollan actividades con horarios fijos durante largos períodos, progresivamente acomodan sus relojes biológicos al reloj social (escolar, laboral, etc.) externo. Por ello, un cambio externo puede producir molestias si la adaptación se ha logrado con dificultad.

- **Posibles accidentes laborales.**

Este impacto es negativo y directo, el uso de equipos, maquinarias y vehículos, en su desplazamiento por zonas de difícil accesibilidad, así como acciones de voladuras, entre otros, podrían determinar que se generen accidentes laborales principalmente en el personal contratado sin experiencia previa en obras de esta magnitud; pues, estarían expuestos a sufrir atropellos, caídas y/o cortes. Estos accidentes también podrían extenderse a la población local usuaria de la vía durante la



ejecución de las obras (por operación de unidades de transporte, tratamiento superficial de la vía, etc).

## 7. IMPACTOS POSITIVOS

### a. **Compra de productos locales.**

Este impacto es positivo y directo, el mismo donde las actividades propias de la construcción y el mejoramiento de la vía implican la demanda de productos locales por parte de los obreros y ejecutores a fin de cubrir necesidades como la alimentación y herramientas menores.

### b. **Generación de empleo.**

Este impacto es positivo y directo, el mismo que durante la ejecución del proyecto y considerando todas las condiciones logísticas, se generará dos tipos de empleos: a) empleos cubiertos por personal de la constructora, b) empleos absorbidos por residentes en el área de influencia. Estas condiciones determinan el incremento de la masa salarial dentro de la categoría de construcción civil y en otras categorías asociadas a los servicios y comercio ofrecido a los usuarios de la vía y a la población que trabaja en las obras. La generación directa de empleo, es decir, todos aquellos puestos de trabajo contratados para la ejecución del proyecto de construcción vial, abarca desde la categoría de trabajo especializado hasta las categorías de trabajo no especializado. En consideración a que se dará preferencia a la mano de obra local de ambos géneros, este impacto positivo se producirá necesariamente.

### c. **Aumento de la capacidad adquisitiva**

Este impacto es positivo y directo, determina que la contratación de personal y las acciones de abastecimiento de bienes y servicios que demandará la construcción y mejoramiento de la vía, permitirá elevar los niveles de ingreso de la población relacionada directa o indirectamente a las obras. Esta condición, a su vez, se traducirá en un



aumento de la capacidad adquisitiva de dichos pobladores, generando mejores condiciones para el acceso a los servicios de salud, educación, transporte, etc. Este efecto ha sido calificado como de moderada magnitud y significación siendo, sin embargo, sólo de carácter temporal.

## **8. IMPACTOS DE LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO:**

La explotación vial corresponde a la puesta en operación y funcionamiento de la carretera por donde transitarán unidades vehiculares de transporte público y privado con diferentes números de ejes. Durante la explotación de la carretera se generarán efectos directos que estarán mayormente relacionados a los aspectos ambientales de generación de emisiones, ruido, vibraciones, residuos sólidos, accidentes por excesos de velocidad. En tanto, los efectos indirectos estarán mayormente relacionados con la explotación y sobre-explotación de los recursos naturales existentes dado que la carretera facilitará un mayor desplazamiento, así como también la posible generación de vías transversales a la carretera, entre otros impactos ambientales y sociales que se podrán generar.

## **9. IMPACTOS SOBRE EL MEDIO FÍSICO**

### **a. Alteración de la calidad del aire.**

Este impacto es negativo y directo, donde el incremento en el tráfico vehicular generará un aumento de las emisiones de gases de combustión de los vehículos automotores, como el monóxido y dióxido de carbono (CO y CO<sub>2</sub>). El monóxido de carbono es tóxico para todos los seres vivos, pero no constituye un riesgo en cuanto las emisiones se liberen al aire libre. Durante la fase de operación habrá la emisión de gases y partículas por los motores de los vehículos que circulan por la carretera, así como también se generará material particulado durante los periodos secos del año. Este tipo de emisiones puede afectar apenas algunos puntos singulares de la carretera, si es grande el volumen de tráfico. La severidad del impacto estará en función de las



características del medio receptor (centros poblados, presencia de fauna silvestre en situación vulnerable) ubicadas en el ámbito de influencia directa de la carretera.

Este impacto es negativo, de baja intensidad, de inevitable ocurrencia cuyos efectos serán de moderada magnitud durante la concentración de emisiones en centros poblados cercanos a la carretera, así como durante el cruce de áreas ambientalmente sensibles donde se han identificado especies vulnerables que puedan migrar a otras locaciones. La generación de emisiones dependerá del nivel del tránsito vehicular proyectado el cual tendrá una naturaleza permanente.

**b. Incremento en los niveles de ruido.**

Este impacto es negativo y directo, detalla que durante la fase de operación se generarán incrementos en el nivel de ruido y vibraciones debido al tránsito vehicular por el tramo de la carretera proyectada. Debido a que se trata de una vía existente que será mejorada, los impactos tendrán un efecto acumulativo los mismos que se incrementarán por el aumento en el tránsito vehicular. Este incremento de los niveles sonoros tendrá un mayor efecto sobre la fauna silvestre existente en el ámbito de influencia de la carretera generando perturbación y su migración local hacia otros sectores. La magnitud del impacto estará determinado por la cantidad de unidades de transiten por esta vía y su paso por aquellas áreas ambientalmente sensibles, la generación de condiciones de alta luminosidad debido al uso de faroles de las unidades vehiculares durante la noche producirá un efecto perturbador sobre la fauna silvestre que se encuentre cercana a la carretera.

Este impacto es negativo, de media intensidad, de inevitable ocurrencia, directo y permanente extendido hacia todo el ámbito de la carretera proyectada, cuyos efectos serán de moderada magnitud



durante el tránsito por centros poblados cercanos a la carretera, así como durante el cruce de áreas ambientalmente sensibles donde se han identificado especies vulnerables que puedan migrar a otras locaciones. En general, la importancia del impacto es moderada.

**c. Incremento en la apertura de caminos transversales a la carretera.**

Este impacto es negativo e indirecto, donde el mejoramiento y rehabilitación de la carretera podrá generar un incremento en la construcción y apertura de nuevas vías o trochas locales, a fin de conectar ámbitos locales rurales con la futura carretera proyectada, la cual se realizaría bajo condiciones no formales y formales, con la finalidad de conectar ámbitos económico-productivos.

Estas interconexiones podrán darse principalmente desde los centros poblados menores existentes en el ámbito de influencia indirecta, que requieran de su interconexión con el eje vial a fin de lograr una mayor accesibilidad a los mercados locales y regionales. Asimismo, esta interconexión podrá generar procesos ilegales como el incremento en la deforestación,

Este impacto ha sido considerado de naturaleza negativa, indirecto, de alta intensidad, de moderada a alta probabilidad de ocurrencia y extendido hacia todo el ámbito de la carretera para este tramo.

**10. IMPACTOS SOBRE EL MEDIO BIOLÓGICO.**

**a. Efecto barrera para el desplazamiento de la fauna silvestre y doméstica.**

Este impacto es negativo y directo, donde el tránsito vehicular creará una barrera de dispersión y migración local de la fauna silvestre y doméstica. Este efecto barrera ya se viene dando con la existencia de la carretera actual a nivel de afirmado, principalmente para las especies mayores y sensibles a la actividad humana. Con la vía rehabilitada y/o mejorada el efecto barrera se verá incrementado para



casi todas las especies de fauna terrestre identificadas.

Este aspecto producirá un impacto negativo, directo, de inevitable ocurrencia para aquellas especies de fauna terrestre identificada, permanente, de magnitud y relevancia moderada. El uso de alcantarillas y puentes planificados mitigará la generación de este efecto.

Este impacto es negativo e indirecto, el mismo donde los individuos de fauna terrestre que cruzan la carretera están sujetos a varios peligros: ser atropellados, ser traumatizados por ruidos de motores o luces de faroles, y causar accidentes involucrando usuarios humanos; siendo este último importante, en el caso de mamíferos mayores.

**b. Introducción de especies invasoras.**

El desarrollo de las actividades de operación traerán consigo un incremento de población y por lo tanto mayor actividad antropogénica como desarrollo comercial:

Hoteles, restaurantes, bares, bodegas, etc. generarán residuos, los cuales de no tener un óptimo manejo, podría causar un incremento de especies invasoras o introducidas como la rata cacera "Rattus rattus" y el ratón casero "Mus musculus".

Son típicas de hábitat alterados, un incremento en la densidad poblacional de esta especie causaría un desequilibrio ambiental ya que a nivel de fauna esta especie se convertiría en una especie competidora pudiendo desplazar a las especies nativas.

Este impacto ha sido considerado negativo, de media intensidad, indirecto y de moderada probabilidad de ocurrencia, lo cual implica que este impacto es de importancia moderada.



**c. Cambios en la cobertura vegetal y uso del suelo.**

El cambio en la cobertura vegetal y uso del suelo es considerado como un impacto indirecto y se generará debido a la apertura de accesos transversales a la carretera para la ampliación de la frontera agrícola donde los bosques primarios serán reemplazados por bosques secundarios y por áreas de cultivo. Este es un impacto que ya se viene generando pero que podría incrementarse con la puesta en operación de la carretera construida.

En el análisis ambiental para esta etapa de conservación y explotación, se ha identificado la apertura de accesos como un impacto, donde también se describe que éste a su vez, generará otros como la pérdida de biodiversidad, implicando procesos de fragmentación. Por tanto, una de las principales causas vendría a ser el crecimiento demográfico que se dará por la apertura de nuevas vías en la zona, llevando ello al uso irracional de los bosques y suelos para el establecimiento de áreas destinadas a actividades agrícolas, pecuarias o de otro tipo de uso de suelo, como asentamientos humanos.

Este impacto ha sido considerado negativo, de alta intensidad, indirecto y de moderada probabilidad de ocurrencia debido a la sobre-presión existente actualmente sobre los recursos suelo y forestales, los mismos que pueden acrecentarse con la puesta en operación de la carretera, lo cual implica que este impacto es de importancia alta. (GOMEZ, 2002).

**2.4 GLOSARIO DE TÉRMINOS.**

El objetivo del Glosario de Términos, es dar una idea sobre algunos aspectos de medio ambiente, así como de construcción, mantenimiento y operación de una carretera, a aquellas personas que no están involucradas en alguno de los temas mencionados a dentro de las etapas que conforman el Catálogo, sin llegar a ser exhaustivo y tratando de utilizar un lenguaje sencillo.



1. **Abiótico.-** Elementos que ayudan a la existencia de la biota (aire, suelo y agua).
2. **Acarreo de Materiales.-** Transporte de los materiales que serán utilizados en la construcción de una carretera, o bien el traslado de materiales producto de la excavación del terreno.
3. **Afectaciones.-** Daño que se causa a los propietarios de la tierra a todo lo ancho del derecho de vía, así como las personas que sufran algún tipo de perjuicio por la construcción, mantenimiento u operación de una carretera.
4. **Ambiente.-** Conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados.
5. **Banco de Materiales.-** Lugar de donde se extraen materiales que serán utilizados en la construcción y mantenimiento de una carretera.
6. **Biota.-** Término utilizado para definir todos los organismos vivientes de una región. Normalmente se divide en flora y fauna.
7. **Calidad de Agua.-** Parámetro que mide el grado de pureza del agua, así como la cuantificación de las diversas sustancias y organismos que contiene.
8. **Camino de Acceso.-** Caminos temporales de pobres especificaciones, que sirven para que la maquinaria y los equipos lleguen a los diferentes frentes de trabajo en la construcción de una carretera y explotación de los bancos de materiales.
9. **Campamento.-** Instalaciones provisionales para alojar al personal que labora en la construcción de una carretera, generalmente constan de dormitorios, comedor y sanitarios.
10. **Cauce.-** Recorrido de las aguas superficiales a lo largo de una zona determinada.
11. **Caudal.-** Cantidad de agua por unidad de tiempo que transporta una corriente superficial.
12. **Contaminante.-** Toda materia o energía en cualquiera de sus estados físicos y formas que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo,





flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural.

13. **Corte.-** Toda excavación realizada a cielo abierto en terreno natural, en ampliaciones y/o abatimiento de taludes, en rebajes de camas y/o coronas, en escalones, en cunetas, contracunetas, en despalmes, etc., con el objeto de preparar y/o formar la sección de la terracería.
14. **Derecho de Vía.-** Franja de terreno en donde se alojará una carretera, e incluye espacio para ampliaciones futuras y zonas de seguridad. Oscila entre 20 y 40 metros a cada lado del eje del camino, dependiendo de la magnitud de la obra.
15. **Desmonte.-** Remoción de la capa de tierra vegetal (orgánica) ubicada dentro del derecho de vía, caminos de acceso y bancos de materiales.
16. **Despalme.-** Acción de quitar la vegetación superficial ubicada dentro del derecho de vía, caminos de acceso y bancos de materiales.
17. **Diversidad Biológica.-** Término utilizado para definir la variedad de especies en una comunidad determinada.
18. **Drenaje.-** Colectores utilizados para encauzar las aguas superficiales hacia sistemas para su tratamiento o disposición final.
19. **Drenaje Natural.-** Patrón de escurrimientos de las aguas superficiales, sin que haya intervenido la acción del hombre.
20. **Ecología.-** Rama de la Biología que estudia las relaciones existentes entre los seres vivos y el ambiente que los rodea.
21. **Ecosistema.-** Unidad funcional básica que incluye comunidades bióticas relacionadas con su ambiente abiótico en un área y tiempo determinados.
22. **Erosión.-** Pérdida de la capa vegetal o suelo, debida a la acción del agua (erosión hídrica) o del aire (erosión eólica) en lugares puntuales.
23. **Excavación y Nivelación.-** Actividad que consiste en la remoción o incorporación de material a fin de llegar a la cota cero, como el punto desde el cual se construirá el pavimento.
24. **Fauna.-** Las especies animales que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo sus poblaciones menores que se encuentran bajo control del hombre, así como



los animales domésticos que por abandono se tornen salvajes y por ello sean susceptibles de captura y apropiación.

25. **Flora.-** Las especies vegetales así como los hongos, que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo las poblaciones o especímenes de estas especies que se encuentran bajo control del hombre.
26. **Hábitat.-** Ambiente natural de un organismo; lugar donde vive.
27. **Herbicidas.-** Compuestos químicos tóxicos empleados para la erradicación de plantas indeseables.
28. **Impacto Ambiental.-** Alteración favorable (benéfico) o desfavorable (adverso) que experimenta el conjunto de elementos naturales, artificiales o inducidos por el hombre, ya sean físicos, químicos o ecológicos; como resultado de efectos positivos o negativos de la actividad humana o de la naturaleza en sí.
29. **Mantenimiento de carreteras.-** Conjunto de acciones que se realizan a lo largo de la vida útil de una carretera, para mantenerla en buen estado de operación.
30. **Material Peligroso.-** Elementos, sustancias, compuestos, residuos o mezclas de ellos que, independientemente de su estado físico, representen un riesgo para el ambiente, la salud o los recursos naturales, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico – infecciosas.
31. **Medida de Mitigación.-** Trabajos o actividades que se desarrollan para reducir o eliminar los impactos adversos que se generan en la construcción de la infraestructura.
32. **Microclima.-** Es el conjunto de condiciones climáticas de un ambiente, es decir, es el clima de los alrededores inmediatos de un lugar o del hábitat y depende de la topografía local, de la vegetación y del suelo.
33. **Obras Complementarias.-** Obras que se requieren construir para el buen funcionamiento de una carretera y no forman parte de su sección transversal, como es el caso de bordillos, contra cunetas, lavaderos, etc.
34. **Oficinas de Campo.-** Instalaciones provisionales donde se aloja la residencia de construcción y pueden constar de oficinas administrativas,

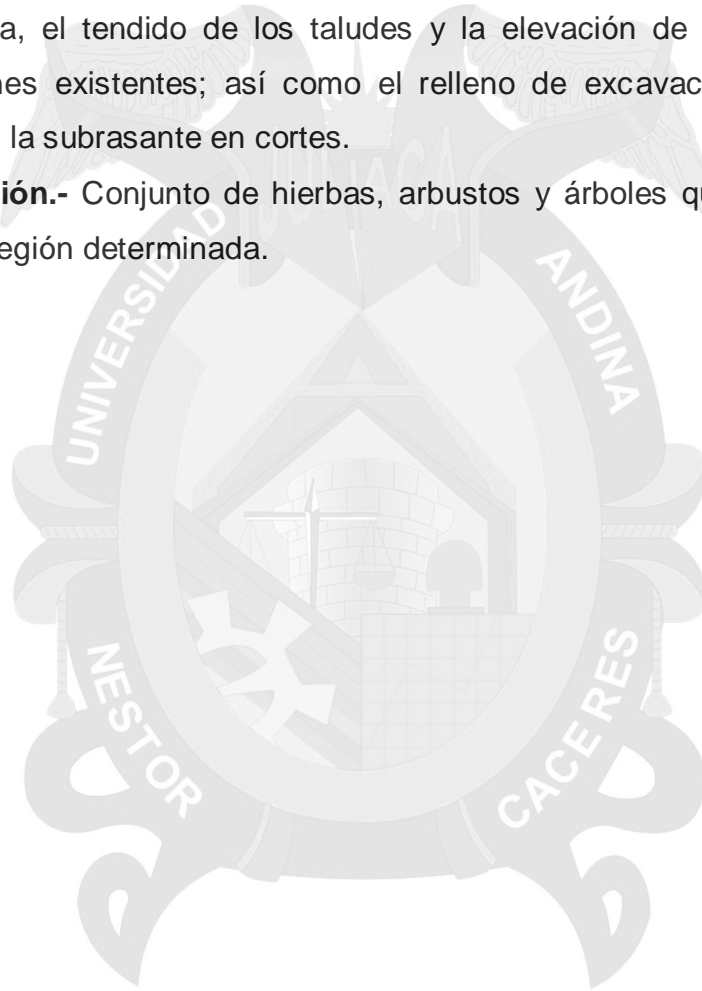


talleres de reparación y mantenimiento de maquinaria y equipo, patios de maniobras, estacionamiento y encierro de vehículos, sanitarios y cuarto de máquinas.

35. **Paisaje.-** Conjunto de elementos que conforman un entorno y está en función de la topografía, hidrología, geología y clima en una zona determinada.
36. **Pavimento.-** Conjunto de capas que soportarán la acción de las cargas producto del tránsito vehicular, consta de subrasante, subbase, base y carpeta.
37. **Proyecto.-** Conjunto de actividades que inician desde la definición de rutas alternativas para la construcción de una carretera, hasta la elaboración del proyecto ejecutivo, incluyendo la evaluación económica y ambiental.
38. **Puente.-** Estructura que da continuidad a una carretera, librando corrientes de agua superficiales y/o cañadas.
39. **Recurso Natural.-** El elemento natural susceptible de ser aprovechado en beneficio del hombre.
40. **Residuo.-** Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.
41. **Restauración.-** Conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales.
42. **Ruido.-** Sonido que resulta molesto a una persona, el cual no necesariamente está relacionado con su intensidad o duración.
43. **Señalamiento.-** Conjunto de dispositivos horizontales y verticales, que ayudan a los conductores a circular de manera segura y les proporciona información.
44. **Servicios Adicionales al Usuario.-** Instalaciones que se construyen para ofrecer apoyo y auxilio a los conductores, como son: talleres, gasolineras, zonas de descanso y recreación, servicios de emergencia, etc.
45. **Socavación.-** Erosión del suelo producto de una corriente superficial de agua (erosión hídrica).



- 46. Tasa de Infiltración.-** Relación entre la cantidad de agua de lluvia que recibe un área determinada, con la cantidad que es absorbida por el suelo.
- 47. Terraplén.-** Estructuras ejecutadas con material adecuado, producto de cortes o de préstamos, de acuerdo con lo fijado en el proyecto y/o lo ordenado por la Secretaría. Se consideran también como tales, las cuñas contiguas a los estribos de puentes y de pasos a desnivel, la ampliación de la corona, el tendido de los taludes y la elevación de la subrasante en terraplenes existentes; así como el relleno de excavaciones adicionales abajo de la subrasante en cortes.
- 48. Vegetación.-** Conjunto de hierbas, arbustos y árboles que se encuentran en una región determinada.





## **CAPÍTULO III**

### **EVALUACIÓN DE ALTERACIONES AMBIENTALES, EFECTOS Y MITIGACIÓN EN LA EXPLOTACIÓN DE CANTERAS EN LA VÍA PUNO – JULIACA**

#### **3.1 CARACTERÍSTICAS ACTUALES DE CANTERAS EMPLEADAS PARA LA VÍA PUNO – JULIACA.**

La vía asfaltada Puno – Juliaca, construida en el año de 1968, es decir con más de 46 años de servicio, empleó diversas canteras para su construcción. La situación de pavimento asfáltico, se empleó suelos de canteras para la sub base y base; piedra triturada para la mezcla asfáltica.

Seguidamente la vía en referencia, debía tener actividades de conservación y mantenimiento, para lo que se siguió empleando algunas canteras.

Dentro de las actividades de construcción, en ese tiempo el empleo de canteras fue hasta cierto punto irresponsable; se efectuaba la extracción de suelos y su abandono y cierre se efectuaba sin restitución alguna dejando el área de explotación en permanente impacto ambiental negativo en el área adyacente.

El desarrollo del presente trabajo toma para su estudio, las canteras que son

empleadas en la actualidad en las actividades de mantenimiento; siendo estas las siguientes:

- Cantera de Taparachi.
- Cantera de San Antonio.
- Cantera de Rumini Macco.
- Cantera de Santa Vela.
- Cantera de Huerta Huaraya.
- Cantera de Patallani.

De estas seleccionadas, se efectuará la formulación de metodologías para la explotación responsable de canteras para actividades de mantenimiento de la vía Puno -Juliaca.

### 3.2 CARACTERÍSTICAS DE UBICACIÓN, POTENCIALIDAD Y ESTADO ACTUAL DE CANTERAS EN LA VÍA PUNO – JULIACA.

#### 1. CANTERA TAPARACHI.

Esta cantera de encuentra dentro del área urbana de la ciudad de Juliaca en la parte sur – este.

#### 1.1 CARACTERÍSTICAS DE UBICACIÓN DE LA CANTERA TAPARACHI.

CUADRO 1

CUADRO DE COORDENADAS UTM LADOS Y VÉRTICES

VTC	NORTE (m.)	ESTE (m.)	ANG. INT.	DISTANCIA	
				LADOS	LONGITUD
1	8284212.8324	378359.7015	90°0'0"	1--2	200.00 m.l.
2	8284345.3003	378509.5422	90°0'0"	2--3	100.00 m.l.
3	8284270.3800	378575.7762	90°0'0"	3--4	200.00 m.l.
4	8284137.9120	378425.9354	90°0'0"	4--1	100.00 m.l.
SUM. ANG. INT.:			360°0'0"	PERIM.:	600.00 m.l.

FUENTE: ELABORCIÓN PROPIA

## 1.2 CARACTERÍSTICAS DE POTENCIALIDAD Y ESTADO ACTUAL DE LA CANTERA TAPARACHI.

**CUADRO 2****CUADRO DE CARACTERÍSTICAS DE POTENCIALIDAD Y ESTADO ACTUAL DE LA CANTERA TAPARACHI.**

CARACTERÍSTICAS DE POTENCIALIDAD Y ESTADO ACTUAL	
ÁREA	2.00 Has.
PERÍMETRO	600.00 m.l.
ALTURA DE EXPLOTACIÓN	10.00 m.l.
VOLUM. APROX.DE EXPLO.	200000.00 mt <sup>3</sup>
PROPIETARIO	Particular
ESTADO ACTUAL	En explotación
IMPACTO AMBIENTAL	Negativo
MEDID. DE MITIGACIÓN	<ul style="list-style-type: none"><li>• Arreglo de accesos.</li><li>• Determinación de áreas de trabajo.</li><li>• Control de ruidos.</li><li>• Protección a trabajadores.</li><li>• Etc.</li></ul>

FUENTE: ELABORCIÓN PROPIA

## 2. CANTERA SAN ANTONIO.

Se encuentra ubicada en el km. 13 + 000 de la vía Atuncolla - Sillustani, margen izquierdo.

### 2.1 CARACTERÍSTICAS DE UBICACIÓN DE LA CANTERA SAN ANTONIO.

**CUADRO 3****CUADRO DE COORDENADAS UTM LADOS Y VÉRTICES**

VTC	NORTE (m.)	ESTE (m.)	ANG. INT.	DISTANCIA	
				LADOS	LONGITUD
1	8264136.6932	377040.7885	90°0'0"	1--2	150.00 m.l.
2	8264067.8518	377174.0584	90°0'0"	2--3	200.00 m.l.
3	8263890.1586	377082.2699	90°0'0"	3--4	150.00 m.l.
4	8263959.000	376949.0000	90°0'0"	4--1	200.00 m.l.
SUM. ANG. INT.:			360°0'0"	PERIM.:	700.00 m.l.

FUENTE: ELABORCIÓN PROPIA

## 2.2 CARACTERÍSTICAS DE POTENCIALIDAD Y ESTADO ACTUAL DE LA CANTERA SAN ANTONIO.

**CUADRO 4**

### CUADRO DE CARACTERÍSTICAS DE POTENCIALIDAD Y ESTADO ACTUAL DE LA CANTERA SAN ANTONIO

CARACTERÍSTICAS DE POTENCIALIDAD Y ESTADO ACTUAL	
ÁREA	3.00 Has.
PERÍMETRO	700.00 m.l.
ALTURA DE EXPLOTACIÓN	8.00 m.l.
VOLUM. APROX.DE EXPLO.	240000.00 mt <sup>3</sup>
PROPIETARIO	Particular
ESTADO ACTUAL	En explotación
IMPACTO AMBIENTAL	Negativo
MEDID. DE MITIGACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinación de áreas de trabajo.</li> <li>• Control de ruidos.</li> <li>• Protección a trabajadores.</li> <li>• Señalización.</li> <li>• Etc.</li> </ul>

FUENTE: ELABORCIÓN PROPIA

## 3. CANTERA RUMINI MACCO.

Se encuentra ubicado en el km. 4 + 000 de la vía Antuncolla – Sillustani, margen izquierdo.

### 3.1 CARACTERÍSTICAS DE UBICACIÓN DE LA CANTERA RUMINI MACCO.

**CUADRO 5**

### CUADRO DE COORDENADAS UTM LADOS Y VÉRTICES

VTC	NORTE (m.)	ESTE (m.)	ANG. INT.	DISTANCIA	
				LADOS	LONGITUD
1	8263901.0000	383609.0000	90°0'0"	1--2	100.00 m.l.
2	8263897.4934	383708.9385	90°0'0"	2—3	100.00 m.l.
3	8263797.5549	383705.4319	90°0'0"	3--4	100.00 m.l.
4	8263801.0615	383605.4934	90°0'0"	4--1	100.00 m.l.
SUM. ANG. INT.:			360°0'0"	PERIM.:	400.00 m.l.

FUENTE: ELABORCIÓN PROPIA



### 3.2 CARACTERÍSTICAS DE POTENCIALIDAD Y ESTADO ACTUAL DE LA CANTERA RUMINI MACCO.

**CUADRO 6**  
**CUADRO DE CARACTERÍSTICAS DE POTENCIALIDAD Y ESTADO ACTUAL DE LA CANTERA RUMINI MACCO**

CARACTERÍSTICAS DE POTENCIALIDAD Y ESTADO ACTUAL	
ÁREA	1.00 Has.
PERÍMETRO	400.00 m.l.
ALTURA DE EXPLOTACIÓN	3.00 m.l.
VOLUM. APROX.DE EXPLO.	30000.00 mt <sup>3</sup>
PROPIETARIO	Estado
ESTADO ACTUAL	En abandono
IMPACTO AMBIENTAL	Negativo
MEDID. DE MITIGACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Restitución de la superficie natural.</li> <li>• Corrección de escurrimiento de aguas superficiales.</li> <li>• Etc.</li> </ul>

FUENTE: ELABORCIÓN PROPIA

### 4. CANTERA SANTA VELA.

Se encuentra ubicado en el km. 4 + 000 de la vía Antuncolla – Sillustani, margen izquierdo a 400.00 m.l.

#### 4.1 CARACTERÍSTICAS DE UBICACIÓN DE LA CANTERA SANTA VELA.

**CUADRO 7**  
**CUADRO DE COORDENADAS UTM LADOS Y VÉRTICES**

VTC	NORTE (m.)	ESTE (m.)	ANG. INT.	DISTANCIA	
				LADOS	LONGITUD
1	8257184.0000	385223.0000	90°0'0"	1--2	100.00 m.l.
2	8257239.0313	385306.4958	90°0'0"	2--3	100.00 m.l.
3	8257155.5355	385381.5272	90°0'0"	3--4	100.00 m.l.
4	825700.5042	385278.0313	90°0'0"	4--1	100.00 m.l.
SUM. ANG. INT.:			360°0'0"	PERIM.:	400.00 m.l.

FUENTE: ELABORCIÓN PROPIA

## 4.2 CARACTERÍSTICAS DE POTENCIALIDAD Y ESTADO ACTUAL DE LA CANTERA SANTA VELA

CUADRO 8

### CUADRO DE CARACTERÍSTICAS DE POTENCIALIDAD Y ESTADO ACTUAL DE LA CANTERA SANTA VELA

CARACTERÍSTICAS DE POTENCIALIDAD Y ESTADO ACTUAL	
ÁREA	1.00 Has.
PERÍMETRO	400.00 m.l.
ALTURA DE EXPLOTACIÓN	7.00 m.l.
VOLUM. APROX.DE EXPLO.	70000.00 mt <sup>3</sup>
PROPIETARIO	Particular
ESTADO ACTUAL	En abandono
IMPACTO AMBIENTAL	Negativo
MEDID. DE MITIGACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Restitución de la superficie natural.</li> <li>• Corrección de escurrimiento de aguas superficiales.</li> <li>• Etc.</li> </ul>

FUENTE: ELABORCIÓN PROPIA

## 5. CANTERA HUERTA HUARAYA.

Se ubica al costado del cementerio de Yanamayo de la ciudad de Puno.

### 5.1 CARACTERÍSTICAS DE UBICACIÓN DE LA CANTERA HUERTA HUARAYA.

CUADRO 9

#### CUADRO DE COORDENADAS UTM LADOS Y VÉRTICES

VTC	NORTE (m.)	ESTE (m.)	ANG. INT.	DISTANCIA	
				LADOS	LONGITUD
1	8252288.0000	390080.0000	90°0'0"	1--2	100.00 m.l.
2	8252288.0000	390180.0000	90°0'0"	2--3	100.00 m.l.
3	8252188.0000	390180.0000	90°0'0"	3--4	100.00 m.l.
4	8252188.0000	390080.0000	90°0'0"	4--1	100.00 m.l.
SUM. ANG. INT.:			360°0'0"	PERIM.:	00.00 m.l.

FUENTE: ELABORCIÓN PROPIA

## 5.2 CARACTERÍSTICAS DE POTENCIALIDAD Y ESTADO ACTUAL DE LA CANTERA HUERTA HUARAYA.

**CUADRO 10**  
**CUADRO DE CARACTERÍSTICAS DE POTENCIALIDAD Y ESTADO ACTUAL DE LA CANTERA HUERTA HUARAYA.**

CARACTERÍSTICAS DE POTENCIALIDAD Y ESTADO ACTUAL	
ÁREA	1.00 Has.
PERÍMETRO	400.00 m.l.
ALTURA DE EXPLOTACIÓN	5.00 m.l.
VOLUM. APROX.DE EXPLO.	70000.00 mt <sup>3</sup>
PROPIETARIO	Particular
ESTADO ACTUAL	En explotación
IMPACTO AMBIENTAL	Negativo
MEDID. DE MITIGACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arreglo de accesos.</li> <li>• Determinación de áreas de trabajo.</li> <li>• Control de ruidos.</li> <li>• Protección a trabajadores.</li> <li>• Etc.</li> </ul>

FUENTE: ELABORCIÓN PROPIA

## 6. CAMPAMENTO PATALLANI.

Se ubica en el km 14 + 000 de la vía Puno - Juliaca; ese campamento se emplea para la preparación de mezclas asfálticas para actividades de mantenimiento de la vía en referencia, también sirve de patio de máquinas y equipos, y de campamento de trabajadores.

### 6.1 CARACTERÍSTICAS DE UBICACIÓN DE LA CANTERA PATALLANI.

**CUADRO 11**  
**CUADRO DE COORDENADAS UTM LADOS Y VÉRTICES**

VTC	NORTE (m.)	ESTE (m.)	ANG. INT.	DISTANCIA	
				LADOS	LONGITUD
1	8256254.6327	388541.8211	89°7'2"	1--2	284.78 m.l.
2	8256085.7312	388771.1087	93°20'44"	2—3	102.82 m.l.
3	8255999.5311	388715.0630	94°50'20"	3--4	166.70 m.l.
4	8256078.2850	388568.1404	180°23'53"	4—5	64.69 m.l.
5	8256108.4501	388510.9137	173°11'7"	5—6	59.72 m.l.
6	8256142.3690	388461.7622	83°6'55"	6--1	137.89 m.l.
SUM. ANG. INT.:			720°0'0"	PERIM.:	816.60 m.l.

FUENTE: ELABORCIÓN PROPIA

## 6.2 CARACTERÍSTICAS DE POTENCIALIDAD Y ESTADO ACTUAL DE LA CANTERA PATALLANI.

**CUADRO 12**

### CUADRO DE CARACTERÍSTICAS DE POTENCIALIDAD Y ESTADO ACTUAL DE LA CANTERA PATALLANI.

CARACTERÍSTICAS DE POTENCIALIDAD Y ESTADO ACTUAL	
ÁREA	3.53 Has.
PERÍMETRO	400.00 m.l.
PROPIETARIO	Estado
ESTADO ACTUAL	En uso
IMPACTO AMBIENTAL	Negativo
MEDID. DE MITIGACIÓN	<ul style="list-style-type: none"><li>• Arreglo de accesos.</li><li>• Determinación de áreas de trabajo.</li><li>• Control de ruidos.</li><li>• Protección a trabajadores.</li><li>• Etc.</li></ul>

FUENTE: ELABORCIÓN PROPIA

## 3.3 CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES ORIGINADAS POR ACTIVIDADES DE EXPLOTACIÓN DE CANTERAS EN LA VÍA PUNO – JULIACA.

La explotación de canteras de suelos para la construcción de vías, genera diversas actividades colaterales, las que deben de ser debidamente controladas a fin de cuidar el medio ambiente; en el caso de la vía Puno – Juliaca el uso de canteras de suelos ha generado actividades en contra del medio ambiente, siendo las más significativas las siguientes:

- Por excedente de cortes.
- Por excavación de canteras.
- Por funcionamiento de plantas de asfalto.
- Por patio de máquinas y equipo.
- Por funcionamiento de campamentos.
- Por taludes mal diseñados.
- Por trastorno de la fauna y flora.

### 3.3.1 EVALUACIÓN DE ACCIONES, EFECTOS Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN POR EXCEDENTES DE CORTES.

La topografía de la zona donde se ubica la construcción de la carretera, permite sobre todo en zonas de ladera que existía material considerando excedente de corte, que es el volumen de suelos removido que no conformarán la estructura de la vía, cuando estos excedentes de corte se dejan en laderas, pueden producir impactos ambientales en:

- a) En lagunas
- b) En ríos y quebradas.
- c) Sobre suelos con vegetación.

#### A. LAGUNAS

##### A-1 ACCIÓN.

El excedente de cortes es eliminado ladera abajo, de tal manera que alcance a cauces de ríos, riachuelos.

##### A-2 EFECTOS PRODUCIDO.

- **TURBIDEZ DEL AGUA.-** Contrarresta la potabilidad del agua, haciéndola no apta para el consumo y empleo en la agricultura.
- **DISMINUCIÓN DE OXIGENO.-** Que origina la destrucción de la vida; en animales, plantas y otros seres.
- **ATROFAMIENTO DE TRAQUIAS DE LOS ORGANISMOS ACUÁTICOS.-** Perjudicial para peces y otros animales, produciendo el alejamiento y/o muerte.
- **MUERTE DE RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS.-** Dentro de lagunas es frecuente encontrar recursos hidrobiológicos, como es el caso de algas y otros, necesario para la vida de organismos acuáticos.

##### A-3 MEDIDAS DE MITIGACIÓN.

En el caso de material excedente de cortes se debe:



- Transportar el material a los botaderos ubicados adecuadamente seleccionados.
- Los botaderos no deben ubicarse en zonas inestables o áreas de importancia ambiental como humedades, áreas sensibles o de alta productividad agrícola.
- Los botaderos deben ubicarse sobre suelos pobres, o escasa cobertura vegetal.

#### **A-4 IMPLICANICA ECONÓMICA.**

- El transporte de los excedentes de cortes implica un gasto adicional, que debe estar presupuestado.
- Al acondicionar el área del botadero, implica un gasto.
- El botadero debe estar adecuadamente diseñado.

#### **B.- EN RÍOS Y QUEBRADAS.**

**B-1 ACCIÓN.-** El excedente de cortes es eliminado ladera abajo, de tal manera que alcance a cauces de ríos, riachuelos.

#### **B-2 EFECTOS PRODUCIDO.**

- **TURBIDEZ DEL AGUA.-** Contrarresta la potabilidad del agua, haciéndola no apta para el consumo y empleo en la agricultura.
- **DISMINUCIÓN DE OXIGENO.-** Que origina la destrucción de la vida; en animales, plantas y otros seres.
- **ATROFAMIENTO DE TRAQUIAS DE LOS ORGANISMOS ACUÁTICOS.-** Perjudicial para peces y otros animales, produciendo el alejamiento y/o muerte.
- **MUERTE DE RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS.-** Dentro de lagunas es frecuente encontrar recursos hidrobiológicos, como es el caso de algas y otros, necesario para la vida de organismos acuáticos.
- **ELEVACIÓN DEL NIVEL DE LAS AGUAS.-** Puede ocasionar desbordes e inundaciones, en zonas bajas del recorrido de los ríos.
- **INUNDACIÓN DE ÁREAS AGRÍCOLAS.-** Al elevar del fondo de ríos



lógicamente ocasiona desbordes que pueden inundar áreas agrícolas con la consecuencia de pérdida de cosechas.

### **B-3 MEDIDAS DE MITIGACIÓN.**

- Ubicar sembríos, plantas lejos de los centros poblados y en áreas elevadas, referidas a los niveles de la carretera.
- Elevar las chimeneas, de tal forma que permita la disipación de los materiales particulados y gases.
- Colocación de filtros a fin de disminuir la emisión del material particulado.
- Se debe implementar vestuario, fundamentalmente el uso de máscaras para el personal.

### **B-4 IMPLICANCIA ECONÓMICA.**

- Gasto económico en el sobre-elevación de las chimeneas.
- Gasto económico en la colocación de filtros para disminuir la emisión del material particulado.
- Destrucción de cultivos.
- Pérdida de área de cultivo.
- Pérdida de área de cultivo.

### **C.- SOBRE SUELOS CON VEGETACIÓN.**

**C-1 ACCIÓN.-** El excedente de cortes es eliminado ladera abajo, de tal manera cubra terrenos agrícolas.

### **C-2 EFECTOS PRODUCIDOS.**

- Aplastamientos de plantas, sembríos o pastos naturales.
- Se produce el derribamiento de la vida forestal.
- Recubrimiento del suelo vegetal con material estéril o infértil.
- Se produce la pérdida de los microorganismos que dan fertilidad al suelo.
- Pérdida del recurso vegetal.



- Pérdida de áreas de suelos aptos para el pastoreo y forestales.
- Infiltración de materiales y/o sustancias no apropiadas para el cultivo.
- Destrucción de la capa vegetal, donde se puede efectuar cultivos.

### **C-3 MEDIDAS DE MITIGACIÓN.**

- Ubicar sembríos, plantas lejos de los centros poblados y en áreas elevadas, referidas a los niveles de la carretera.
- Elevar las chimeneas, de tal forma que permita la disipación de los materiales particulados y gases.
- Colocación de filtros a fin de disminuir la emisión del material particulado.
- Se debe implementar vestuario, fundamentalmente el uso de máscaras para el personal.

### **C-4 IMPLICANCIA ECONÓMICA.**

- Gasto económico en el sobre-elevación de las chimeneas.
- Gasto económico en la colocación de filtros para disminuir la emisión del material particulado.
- Destrucción de cultivos.
- Pérdida de área de cultivo.
- Pérdida de área de cultivo.

### **3.3.2 EVALUACIÓN DE ACCIONES, EFECTOS Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN POR EXCAVACIONES EN CANTERAS.**

- Antes de iniciar la extracción se debe establecer un plan de explotación y de recuperación. En el primero, se indicará la forma en que se transportará el material extraído, las vías de circulación y acceso al yacimiento, playas de maniobras y el sector de acopio de materiales. En el segundo, se detallará las medidas que se aplicarán para recuperar las condiciones ambientales originales.
- La primera actividad será retirar y acopiar la cubierta de suelo orgánico (horizonte A) del área estrictamente necesaria para iniciar la explotación.





El material acopiado debe ser acumulado en montículos de no más de 3 m de altura, ser protegido del viento, erosión hídrica, compactación y de los contaminantes que puedan alterar sus cualidades para sustentar la vegetación. Si el tiempo de acopio es mayor a un año se recomienda sembrar en los montículos leguminosos y gramíneos locales y adicionar fertilizantes, para evitar la degradación de la tierra vegetal.

- Se recomienda cercar el área de explotación para evitar caídas accidentales de los pobladores o de sus ganados durante la noche. En caso de accidentes se deberá indemnizar a los afectados.
- Durante la etapa de operación del empréstito, la Constructora deberá adoptar las medidas pertinentes, a fin de no generar contaminación acústica ni atmosférica que pueda alterar la salud de la población localizada en las inmediaciones tales como, riesgo de camino, utilización de malla rachel etc.
- Instalación de letreros en la planta de empréstitos que indiquen la prohibición de depositar desechos en ellos
- No se aceptarán excavaciones profundas localizadas en cercanías de puentes, defensas fluviales y obras de captación de aguas.
- Definir taludes que aseguren una adecuada restauración del lugar, según las características geomorfológicas del lugar.
- Para la explotación de empréstitos en cauces naturales, el curso del río deberá ser desviado y aislado del sector de explotación, sin que esto constituya un riesgo de inundaciones en caso de crecidas.
- Para la etapa de explotación el contratista deberá tomar todas las medidas de mitigación necesarias para evitar las emisiones de material particulado, traslado de material propenso a generar emisiones en camiones cubiertos, cubrimientos y/o humectación de sitios de acopio, humectación de vías de circulación no pavimentadas entre otras.
- Cuando durante la explanación y explotación de canteras se encuentren yacimientos arqueológicos, se deberá disponer la suspensión inmediata de las excavaciones y/o explanaciones que pudieran afectar dichos yacimientos. Una alternativa a esta situación puede ser la de abrir otras



fuentes de trabajo y/o rodear el yacimiento si esto fuese técnicamente posible.

**A. DEPÓSITOS DE MATERIAL EXCEDENTE (DME).**

- Los lugares propuestos como DME, (volúmenes a depositar, áreas a intervenir, procesos constructivos y medidas de control de erosión propuestos por la contratista) serán revisados y aprobados por la supervisión.
- Los DME deben ubicarse sobre suelos pobres, en lo posible, con poca o escasa cobertura vegetal, de ser posible sin uso aparente, evitando zonas inestables o áreas de alta importancia ambiental.

**B. CONFORMACIÓN DE DEPÓSITOS DE MATERIAL EXCEDENTE.**

- Instalar barreras de protección en las márgenes del área con el topsoil y materiales residuales del desbroce y desbosque.
- Disponer en la parte central del botadero la arcilla y el limo y compactar cada vez, mediante varias pasadas de tractor de orugas.
- Los materiales de corte procedentes de la apertura de caminos de acceso al botadero, deben disponerse por separado en las márgenes del camino. Instalar barreras para el control de sedimentos.
- Antes de empezar cualquier traslado del material de desmonte hacia los DME se debe instalar en las márgenes, barreras de protección / contención para el control de sedimentos, con la finalidad de evitar cualquier posible desplazamiento de material o que estos lleguen a cursos de agua.
- El suelo excedente deberá ser dispuesto en el centro del DME. Este material deberá ser conformado a medida que se deposita de manera de evitar que queden puntos bajos o inundables dentro del DME que eviten acumulación de agua. La parte superior del DME siempre debe estar nivelada con pendiente para permitir su desagüe superficial.
- La evacuación del material debe hacerse de un extremo a otro del sitio, haciendo uso de un tractor hasta conformar un talud que será posteriormente acondicionado.



- Una vez colocado el material de excavación en el DME, este deberá ser compactado para estabilizarlo y evitar deslizamientos como parte de las técnicas constructivas, el contratista deberá presentar la metodología de compactación a utilizar de acuerdo al tipo de suelo presente para su
- Con el fin de disminuir las infiltraciones de agua en el DME, se debe compactar las dos últimas capas anteriores a la superficie definitiva, mediante varias pasadas de tractor de orugas (por lo menos 10 pasadas).
- Los materiales de corte (top soil y materiales residuales del desbroce y desbosque) de la apertura de caminos de acceso, deben disponerse por separado en las márgenes del camino para su posterior uso en la restauración de esta área intervenida. Es necesario instalar barreras para el control de sedimentos y los cauces de ríos o quebradas
- En caso de que el subsuelo de los DME presente materiales que podrían ser utilizados en lastrado de caminos de acceso u otro uso; la explotación debe darse hasta una profundidad de 1 m sobre el nivel máximo de aguas subterráneas.
- Los contratistas pueden presentar diversas técnicas para el control de sedimentos/erosión, las cuales serán evaluadas por el Supervisor.

### **C. MATRIZ MODIFICADA DE LEOPOLD DE INTERACCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES POR EXCEDENTE DE CORTES.**



**MATRIZ MODIFICADA DE LEOPOLD DE INTERACCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES POR EXCEDENTE DE CORTES.**

PROYECTO : FORMULACIÓN DE METODOLOGÍAS AMBIENTALES PARA LA EXPLOTACIÓN DE CANTERAS PARA LA VÍA PUNO - JULIACA.  
EJECUTORES : BACH. I.C. CARLOS AMADEO AYO LUPO.  
LOCALIZACIÓN : VÍA PUNO - JULIACA

**ESPECIFICACIONES: IMPACTOS AMBIENTALES POR EXCEDENTE DE CORTES.**

Nº	ACTIVIDADES	COMPONENTES DEL MEDIO AMBIENTE									
		SUELO	AGUA	ATMOSF.	FAUNA	FLORA	PAISAJE ESTETICA	SOCIAL ECONOMIA	SALUD	SEGURIDAD	TOTAL
1	MOVIMIENTO DE TIERRAS.	-1	-1	-1	-1	0	-1	1	-1	0	-5
2	OPERACIÓN DE MAQUINAS.	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	0	-6
3	CIRCULACIÓN DE VEHICULOS Y MAQUINARIAS	-1	-1	-1	-1	-1	0	1	0	0	-4
4	MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA.	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	-1	-1	-7
5	TRANSPORTE DE MATERIAL.	-1	-1	-1	0	0	0	1	-1	0	-3
6	PRESENCIA DE TRABAJADORES.	-1	-1	-1	0	0	0	1	0	1	-1
7	DISPOSICION DE MATERIAL EXCEDENTE.	-1	-1	-1	0	0	-1	0	-1	0	-5
8	DEGRADACION DE SUPERFICIE.	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	0	-6
9	MODIFICACION DE PAISAJE.	-1	-1	-1	0	0	-1	1	0	-1	-4
10	INFLUENCIA DEL ENTORNO.	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	-6
11	RUIDO Y VIBRACIONES.	0	0	0	-1	-1	0	0	-1	0	-3
12	CREACION DE ESCOMBRERAS	0	0	-1	-1	0	0	-1	-1	0	-4
13	MODIFICACION CURSOS DE AGUA	-1	-1	-1	-1	0	-1	-1	-1	-1	-8
<b>TOTAL:</b>		<b>-11</b>	<b>-11</b>	<b>-12</b>	<b>-9</b>	<b>-6</b>	<b>-7</b>	<b>5</b>	<b>-9</b>	<b>-2</b>	<b>-62</b>

**ACTIVIDADES DE MAYOR IMPACTO AMBIENTAL NEGATIVO**

- Modificación de cursos de agua. (-8)
- Operación de máquinas. (-6)
- Mantenimiento de maquinaria (-7)
- Degradación de superficies. (-6)

**COMPONENTES DEL MEDIO AMBIENTE MÁS AFECTADOS**

- Atmósfera. (-12)
- Agua. (-11)
- Suelo. (-11)
- Fauna. (-9)

### 3.3.3 EVALUACIÓN DE ACCIONES, EFECTOS Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN POR FUNCIONAMIENTO DE PLANTAS DE ASFALTO PRÓXIMO A CANTERAS.

Las plantas de asfalto es utilizado en la construcción de vías con pavimento de superficie con mezcla asfáltica, siendo el asfalto una sustancia química con componentes nocivos para la vida y pueden producir impactos ambientales en:

- Sobre suelos y vegetación.
- Sobre poblaciones o áreas rurales pobladas y personal de planta.

#### A.- SOBRE SUELOS Y VEGETACIÓN.

##### A-1 ACCIÓN.

El manejo del asfalto puede producir derrames durante el carguío uso, acumulación de derechos, generación de gases y/o humos y acumulación de áridos para producir mezclas asfálticas.

##### A-2 EFECTOS PRODUCIDOS.

- Al efectuarse derrames, o el abandono de residuos produce la muerte de microorganismos del suelo.
- Por derrames y residuos en contacto con el suelo produce la muerte de la vegetación de la misma forma por la generación de gases.
- Pérdida de áreas de cultivo por la infiltración del asfalto, facilitado por las lluvias.

##### A-3 MEDIDAS DE MITIGACIÓN.

- La ubicación de las plantas de asfalto debe efectuarse lejos de áreas pobladas.
- Debe ubicarse en zonas aeradas con chimeneas altas si fuera el caso, a fin de que se facilite la disipación de los humos.
- Eliminar los residuos y/o materiales de derechos del asfalto o mezclas asfálticas en botaderos.
- Eliminar la capa de suelo afectado por el asfalto y depositarlo en los



botaderos designados.

- Debe efectuarse programas de revegetación en el área afectada.

#### **A-4 IMPLICANCIA ECONÓMICA.**

- El transporte de los suelos contaminados por derrames y/o desechos de mezclas asfálticas implica un costo adicional.
- Mayor costo al elevar las chimeneas en las plantas asfálticas.
- Mayor costo al revegetar las áreas afectadas.

### **B. SOBRE LA POBLACIÓN O ÁREAS RURALES POBLADAS Y PERSONAL DE PLANTA.**

#### **B-1 ACCIÓN.**

El manejo del asfalto puede producir derrames durante el uso, acumulación de derechos, generación de gases y/o humos y acumulación de áridos para producir mezclas asfálticas.

#### **B-2 EFECTOS PRODUCIDOS.**

- Contaminación del aire, en el tiempo que se efectúa la preparación de mezclas asfálticas.
- Caída de partículas en las construcciones cercanas a las plantas asfálticas.
- Contaminación de suelos y pastos cerca de las plantas asfálticas por la caída de partículas y humos producidos.
- Ruidos por el funcionamiento de diversos equipos en la planta asfáltica.

#### **B-3 MEDIDAS DE MITIGACIÓN.**

- La ubicación de las plantas de asfalto debe efectuarse lejos de áreas pobladas.
- Debe ubicarse en zonas aereadas con chimeneas altas si fuera el caso, a fin de que se facilite la disipación de los humos.
- Eliminar los residuos y/o materiales de derechos del asfalto o mezclas



asfálticas en botaderos.

- Eliminar la capa de suelo afectado por el asfalto y depositarlo en los botaderos designados.
- Debe efectuarse programas de revegetación en el área afectada.

#### **B-4 IMPLICANCIA ECONÓMICA.**

- El transporte de los suelos contaminados por derrames y/o desechos de mezclas asfálticas implica un costo adicional.
- Mayor costo al elevar las chimeneas en las plantas asfálticas.
- Mayor costo al revegetar las áreas afectadas.

#### **1. CARACTERÍSTICAS PARA LAS PLANTAS DE ASFALTO.**

La planta de Asfalto es una instalación temporal que procesa mezcla asfáltica, la cual se emplea para el asfaltado, recapeado y "bacheo". La planta requiere de agregados pétreos, agregados finos y estos son sometidos a la clasificación o procesamiento por lo que la cantidad de polvo (material fino) contenido en éstos es considerable, lo que genera una emisión notoria de polvos a la atmósfera y un elevado consumo de cemento asfáltico. Cemento asfáltico se usa para hacer mezclas calientes de hormigón asfáltico para uso en pavimentos de asfalto. Asfaltos líquidos se usan para mantenimiento de pavimentos, sellado de fisuras, y para hacer mezclas frías (con agregados). Las mezclas frías se prefieren para parches, estabilización de bases y sub-bases.

#### **8. UBICACIÓN.**

La ubicación de la planta de asfalto, deber ser un lugar alejado de las poblaciones, cuerpos de agua y zonas sensibles, de preferencia en lugares altos que faciliten la dispersión de los gases.



## 9. REQUERIMIENTOS BÁSICOS.

- Aprobación de los lugares elegidos por el contratista para la ubicación de la planta de asfalto de acuerdo a su posición relativa a fuentes naturales de agua, poblaciones humanas, etc.
- Antes de la instalación de la planta, el Contratista deberá solicitar a las autoridades correspondientes, los permisos de localización, concesión de aguas, disposición de sólidos, vertimiento de aguas y permiso por escrito al dueño o representante legal. Para la ubicación se considerará la dirección de los vientos, proximidad a las fuentes de materiales y fácil acceso.

La ubicación deberá tener las siguientes características:

- Deberán ubicarse en áreas estables que no presenten probabilidades de inundaciones.
- Deberán ubicarse en áreas donde no aflore el nivel freático.
- Deberán ubicarse en áreas planas, estables que no presenten peligros de derrumbes o deslizamientos.

La elección para ubicar el patio de maquinarias y talleres, deberá evitar los siguientes lugares:

- Áreas con manejo especial protegidos por ley, ni dentro de áreas ambientalmente sensibles.
- Áreas con presencia de especies vegetales protegidas o en peligro de extinción, definidas por INRENA.
- Áreas con existencia de fauna rara, en peligro de extinción, o de interés científico, definidas por INRENA.
- Áreas con existencia de restos arqueológicos, de acuerdo al INC.
- Áreas con uso ritual o sagrado para comunidades aledañas.





- Áreas con existencia de sistemas naturales que constituyen hábitats preferenciales de algunas especies de fauna, áreas de reproducción, alimentación, descanso, etc.
- A menos de 2,000 m aguas arriba de los lugares de captación de las tomas de abastecimiento de agua de núcleos poblados.
- A menos de 2.000 m de centros poblados en línea con la dirección predominante de los vientos, cuando se trate de plantas de producción de materiales.

**C. MATRIZ MODIFICADA DE LEOPOLD DE INTERACCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES POR FUNCIONAMIENTO DE PLANTA DE ASFALTO.**





**MATRIZ MODIFICADA DE LEOPOLD DE INTERACCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES POR FUNCIONAMIENTO DE PLANTA DE ASFALTO.**

PROYECTO : FORMULACIÓN DE METODOLOGÍAS AMBIENTALES PARA LA EXPLOTACIÓN DE CANTERAS PARA LA VÍA PUNO - JULIACA.  
EJECUTORES : BACH. I.C. CARLOS AMADEO AYO LUPO.  
LOCALIZACIÓN : VÍA PUNO - JULIACA

**ESPECIFICACIONES: IMPACTOS AMBIENTALES POR FUNCIONAMIENTO DE PLANTA DE ASFALTO.**

Nº	ACTIVIDADES	COMPONENTES DEL MEDIO AMBIENTE									
		SUELO	AGUA	ATMOSF.	FAUNA	FLORA	PAISAJE ESTETICA	SOCIAL ECONOMIA	SALUD	SEGURIDAD	TOTAL
1	ALMACENAMIENTO DE MATERIALES	-1	0	-1	0	0	-1	0	-1	0	-4
2	OPERACIÓN DE MAQUINAS.	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	-1	0	-7
3	CIRCULACION DE VEHICULOS Y MAQUINARIAS	-1	-1	-1	-1	-1	0	1	-1	0	-5
4	MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA.	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	-1	-1	-7
5	TRANSPORTE DE MATERIAL.	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	-3
6	PRESENCIA DE TRABAJADORES.	-1	-1	-1	0	0	0	1	0	0	-2
7	DISPOSICION DE MATERIAL EXCEDENTE.	-1	-1	-1	0	0	-1	0	-1	-1	-6
8	DEGRACION DE SUPERFICIE.	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	-6
9	MODIFICACION DE PAISAJE.	-1	-1	-1	0	0	-1	0	0	-1	-5
10	INFLUENCIA DEL ENTORNO.	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	-1	0	-7
11	RUIDO Y VIBRACIONES.	0	0	-1	-1	-1	0	0	-1	0	-4
12	INSTALACION DE CAMPAMENTO.	-1	-1	-1	0	0	-1	1	0	1	-2
13	USO DE SERVICIOS	-1	-1	-1	0	0	0	1	1	1	0
<b>TOTAL:</b>		<b>-12</b>	<b>-11</b>	<b>-13</b>	<b>-6</b>	<b>-6</b>	<b>-7</b>	<b>4</b>	<b>-6</b>	<b>-1</b>	<b>-58</b>

**ACTIVIDADES DE MAYOR IMPACTO AMBIENTAL NEGATIVO**

- Operación de maquinarias. (-7)
- Influencia del entorno. (-7)
- Mantenimiento de maquinaria. (-7)
- Disposición de material excedente. (-6)

**COMPONENTES DEL MEDIO AMBIENTE MÁS AFECTADOS**

- Atmósfera. (-13)
- Agua. (-11)
- Suelo. (-12)
- Paisaje Estética. (-7)

### **3.3.4 EVALUACIÓN DE ACCIONES, EFECTOS Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN POR EL FUNCIONAMIENTO DE PATIO DE MÁQUINAS Y EQUIPOS PRÓXIMOS A CANTERAS.**

En todas las actividades de la construcción y con mayor razón en la de carreteras, el uso de equipo mecánico es inevitable, por lo que se tiene un patio de máquinas y equipo, donde entran en funcionamiento al inicio de las labores diarias y son resguardadas al final de la jornada y los impactos ambientales que se producen son:

- Sobre los suelos y aguas.

#### **A. SOBRE LOS SUELOS Y AGUAS.**

##### **A-1 ACCIÓN.**

- Derrame de combustibles, lubricantes, al llevar en las unidades o cuando se produce cambios esta es una actividad diaria.
- Contaminación de suelos por lavado y/o lubricado en vehículos y maquinaria y también cuando se ocasiona desperfectos.
- Sonido intenso de funcionamiento.
- Emisión de gases por consumo de combustibles.

##### **A-2 EFECTOS PRODUCIDOS.**

- Se ocasiona la destrucción de los microorganismos del suelo por efectos del contaminante, es decir las zonas donde se produjeron derrame de combustibles y lubricantes.
- Se produce la muerte de la vegetación en el lugar de circulación vehicular y en zonas aledañas.
- La contaminación puede llegar a las aguas, por efecto de las lluvias y la escorrentía a los ríos y riachuelos donde puede destruir los recursos hidrobiológicos.

### A-3 MEDIDAS DE MITIGACIÓN.

- Se debe cubrir las áreas de cambio y carguío de combustibles con un material impermeable, que se tiene de diversas características.
- En las áreas donde se ha producido derrames de combustibles y lubricantes, extraer la capa contaminada y transportarla a los botaderos.
- Si el área del patio de máquinas es considerable, se puede formular planes de manejo de aguas contaminadas.
- Acumular los desechos de lubricantes y aceite para su reciclaje.
- Revegetar las áreas afectadas.
- Se debe capacitar al personal de manejo de combustibles y lubricantes, como a los conductores de vehículos.
- Se debe evitar que las aguas de lluvias arrastren contaminantes hasta los cursos de agua.
- Se debe evitar lavar equipo y maquinaria en las quebradas y cursos de agua.
- Se debe evitar, lavar equipo y maquinaria en las quebradas y cursos de agua.

### A-4 IMPLICANCIAS ECONÓMICAS.

- El tratamiento y recuperación de suelos, aguas contaminadas es costoso.
- La adquisición de material impermeable tiene costo adicional.
- El transporte de materiales y suelos contaminados a los botaderos tiene costo adicional.

## 1. ELEMENTOS DE MITIGACIÓN PARA EL RUIDO.

El Constructor deberá:

- Formar una barrera acústica con los acopios, alrededor de las diferentes plantas de producción de materiales establecidas para las obras, para no alterar la tranquilidad de la zona
- Los equipos y maquinarias deberán estar dotados de silenciadores en



buenas condiciones de funcionamiento

- Los obreros que operen la maquinaria (fuente fija) deberán contar con protectores auditivos, de forma de no recibir ruidos mayores a 65 dB. Por lapsos menores a 15 minutos el límite máximo permisible es 80 dB.
- La movilización de la maquinaria pesadas dentro de los campamentos o en lugares habitados, deberá realizarse en horarios diurnos que respeten las horas de sueño (7:00 a.m. a 6:00 p.m.). En lugares donde no existan habitantes se podrá establecer otros horarios
- Toda fuente de ruido mayor a 80 dB debe estar a no menos de 150 m de distancia de los asentamientos humanos, a fin de minimizar la acción del ruido.
- Las limitaciones de ruido deben ser máximas en lugares de concentración poblacional y servicios (escuelas, hospitales y centros de salud).

## 2. DISMINUCIÓN EN FUENTES DE RUIDO.

- Se debe realizar un mantenimiento oportuno de todos los vehículos, maquinaria y equipo que se usan en la construcción de carreteras y actividades relacionadas.
- En las cercanías de escuelas y hospitales, el contratista debe señalar una reducción de la velocidad de los vehículos, disminuyendo de esta manera los niveles sonoros.
- Las voladuras deben ser realizadas en horario previamente comunicado a las poblaciones afectadas.

## 3. ELEMENTOS DE MITIGACIÓN PARA LA VIBRACIÓN

- Realizar trabajos de excavación en horarios diurnos.
- Controlar la velocidad de los vehículos y el uso de bocinas.
- Mantener en las mejores condiciones mecánicas los vehículos.
- Si fuera necesario las instalaciones fijas serán aisladas acústicamente. Se emplearán sordina y equipos auxiliares para amortiguar el ruido y las vibraciones. Además se establecerá la utilización de equipos



colocadores de pilotes por vibración y otras técnicas que produzcan menos ruido que los equipos colocadores de pilotes por impacto.

#### **10. CARACTERÍSTICAS DEL PATIO DE MAQUINAS Y EQUIPOS.**

El patio de maquinarias y talleres son por lo general instalaciones de carácter temporal, normalmente se ubican dentro del complejo donde se ubica el campamento, y están separados por una cerca de alambres.

La instalación del patio de máquinas o taller de mantenimiento, generará una serie de alteraciones en el área seleccionada, entre ellas la remoción de la vegetación, para lo cual se deberá evitar la exposición de los suelos a posibles derrames de combustibles, aceites u otros contaminantes. La circulación de la maquinaria producirá fenómenos de compactación del suelo que pueden afectar la potencialidad de uso del mismo y generar turbidez en los cursos de agua si el badeo frecuente es permitido, alterando los procesos biológicos que en ellos suceden.

Por otro lado la emisión de contaminantes atmosféricos, la generación de polvo y la emisión de ruido asociadas con la operación de la maquinaria constituyen otro problema que impacta la calidad del aire y de vida de los habitantes de la zona, entre los que hay que incluir a los trabajadores del proyecto. Así, durante la operación y mantenimiento de equipos y maquinarias se presentan diversas formas de afectación sobre el medio ambiente, que van desde contaminación hasta alteración de la vegetación y fauna local.

#### **B. MATRIZ MODIFICADA DE LEOPOLD DE INTERACCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES POR FUNCIONAMIENTO DE PATIO DE MÁQUINAS Y EQUIPO.**



## MATRIZ MODIFICADA DE LEOPOLD DE INTERACCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES POR FUNCIONAMIENTO DE PATIO DE MÁQUINAS Y EQUIPO.

PROYECTO : FORMULACIÓN DE METODOLOGÍAS AMBIENTALES PARA LA EXPLOTACIÓN DE CANTERAS PARA LA VÍA PUNO - JULIACA.  
EJECUTORES : BACH. I.C. CARLOS AMADEO AYO LUPO.  
LOCALIZACIÓN : VÍA PUNO - JULIACA

### ESPECIFICACIONES: IMPACTOS AMBIENTALES POR FUNCIONAMIENTO PATIO DE MÁQUINAS Y EQUIPO.

Nº	ACTIVIDADES	COMPONENTES DEL MEDIO AMBIENTE									
		SUELO	AGUA	ATMOSF.	FAUNA	FLORA	PAISAJE ESTETICA	SOCIAL ECONOMIA	SALUD	SEGURIDAD	TOTAL
1	OPERACIÓN DE MAQUINAS.	-1	-1	-1	-1	-1	0	1	-1	0	-5
2	CIRCULACION DE VEHICULO Y MAQUINARIA	-1	-1	-1	-1	-1	0	1	0	0	-4
3	MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA.	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	-1	0	-6
4	TRANSPORTE DE MATERIAL.	-1	-1	-1	0	0	-1	1	-1	0	-4
5	PRESENCIA DE TRABAJADORES.	-1	-1	-1	0	0	0	1	0	1	-1
6	INFLUENCIA DEL ENTORNO.	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-9
7	RUIDO Y VIBRACIONES.	0	0	0	-1	-1	0	0	-1	0	-3
8	USO DE ENERGIA.	-1	-1	-1	0	0	0	1	-1	0	-3
9	USO DE SERVICIOS	-1	-1	-1	0	0	0	1	0	1	-1
10	<b>TOTAL:</b>	<b>-8</b>	<b>-8</b>	<b>-8</b>	<b>-5</b>	<b>-5</b>	<b>-2</b>	<b>5</b>	<b>-6</b>	<b>1</b>	<b>-36</b>

#### ACTIVIDADES DE MAYOR IMPACTO AMBIENTAL NEGATIVO

- Influencia del entorno. (-9)
- Operación de maquinarias. (-5)
- Mantenimiento de maquinaria. (-6)
- Circulación de maquinarias. (-4)

#### COMPONENTES DEL MEDIO AMBIENTE MÁS AFECTADOS

- Suelo. (-8)
- Agua. (-8)
- Atmósfera. (-8)
- Fauna. (-5)



### 3.3.5 EVALUACIÓN DE ACCIONES, EFECTOS Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN POR FUNCIONAMIENTO DE CAMPAMENTOS EN CANTERAS.

#### A. TRATAMIENTO DE RESIDUOS.

Es importante señalar que el manejo de residuos sólidos generados en el campamento o en otras áreas donde se realizan las faenas, debe cumplir con la normatividad vigente y las disposiciones reglamentarias municipales del lugar donde se ubique la obra. Además debe considerarse las siguientes especificaciones:

Las aguas servidas (desde los servicios higiénicos y uso doméstico) se recolectarán mediante un sistema de tuberías de recolección y serán canalizadas hasta la cámara séptica. El agua de uso doméstico previamente pasará por una trampa de grasas. Estas grasas serán recolectadas y su destino final será establecido por el supervisor ambiental.

Bajo ningún concepto se permitirá la descarga de aguas servidas directamente a quebradas o cauces. (durante la obra).

Se debe clasificar y separar los residuos en orgánicos no tóxicos (comida, desechos de cocina), inorgánicos (papeles, bolsas) deberán ser quemados periódicamente o dispuestos en un recinto controlado (dentro de uno de los botaderos de desmonte) para evitar contaminar, la dispersión por viento y atraer animales. Los residuos especiales (baterías, aceites quemados) deberán ser retirados del lugar a un vertedero controlado aprobado para tal fin, mientras los desechos sólidos no peligrosos se reciclarán cuando sea posible.

Los contenedores con una capacidad aproximada de 7 m<sup>3</sup>. Deben ser instalados en los campamentos permanentes y en áreas donde se realicen las faenas durante una semana o más tiempo. En ellos se depositará temporalmente los residuos sólidos producidos durante la limpieza del campamento, en la cocina, los recolectados en los basureros





ligeros y los residuos de las obras. Se considera adecuado la disposición de un contenedor por cada 30 personas. Serán vaciados cada vez que alcance su capacidad de almacenamiento (cada 4 a 7 días).

Se deberá colocar recipientes en diversos puntos del campamento debidamente protegidos contra la acción del agua, los cuales deberán ser diferenciados por colores con el fin de hacer clasificación de residuos en la fuente. Se recuperará el material susceptible de hacerlo y se separará los residuos especiales como grasas, lubricantes. Los recipientes destinados a residuos sólidos especiales deberán ser resistentes al efecto corrosivo. El contratista deberá coordinar con las organizaciones que corresponda, las cuales deben contar con permiso ambiental, la recolección de estos residuos debidamente clasificados. Los residuos sólidos generados no reciclados, deben almacenarse en el recipiente adecuado para posterior tratamiento.

Los residuos que pueden ser considerados como tóxicos o peligrosos, entre los cuales puede incluirse a las baterías descargadas, deben ser confinados.

## **B. MATRIZ MODIFICADA DE LEOPOLD DE INTERACCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES POR INSTALACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE CAMPAMENTOS.**



### MATRIZ MODIFICADA DE LEOPOLD DE INTERACCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES POR INSTALACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE CAMPAMENTOS.

PROYECTO : FORMULACIÓN DE METODOLOGÍAS AMBIENTALES PARA LA EXPLOTACIÓN DE CANTERAS PARA LA VÍA PUNO - JULIACA.  
 EJECUTORES : BACH. I.C CARLOS AMADEO AYO LUPO.  
 LOCALIZACIÓN : VÍA PUNO – JULIACA.

#### ESPECIFICACIONES: IMPACTOS AMBIENTALES POR INSTALACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE CAMPAMENTOS.

Nº	ACTIVIDADES	COMPONENTES DEL MEDIO AMBIENTE									
		SUELO	AGUA	ATMOSF.	FAUNA	FLORA	PAISAJE ESTETICA	SOCIAL ECONOMIA	SALUD	SEGURIDAD	TOTAL
1	OPERACIÓN DE MAQUINAS.	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	0	-6
2	CIRCULACION DE VEHICULOS Y MAQUINARIAS	-1	-1	-1	0	0	-1	1	-1	0	-4
3	MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA.	-1	-1	-1	0	0	0	0	-1	0	-4
4	TRANSPORTE DE MATERIAL.	-1	-1	-1	0	0	-1	1	-1	0	-4
5	COLOCACION DE MATERIAL.	-1	-1	-1	0	0	-1	1	-1	0	-4
6	PRESENCIA DE TRABAJADORES.	-1	-1	-1	0	0	0	1	0	0	-2
8	INFLUENCIA DEL ENTORNO.	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	-3
9	RUIDO Y VIBRACIONES.	0	0	0	-1	-1	0	0	-1	1	-2
10	USO DE ENERGIA.	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	1	-4
11	USO DE SERVICIOS.	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	1	1	-3
<b>TOTAL:</b>		<b>-9</b>	<b>-9</b>	<b>-9</b>	<b>-4</b>	<b>-4</b>	<b>-4</b>	<b>5</b>	<b>-5</b>	<b>3</b>	<b>-36</b>

#### ACTIVIDADES DE MAYOR IMPACTO AMBIENTAL NEGATIVO

- Operación de maquinarias. (-6)
- Circulación de vehículos y maquinarias. (-4)
- Mantenimiento de maquinaria. (-4)
- Transporte de material. (-4)

#### COMPONENTES DEL MEDIO AMBIENTE MÁS AFECTADOS

- Suelo. (-9)
- Agua. (-9)
- Atmósfera. (-9)
- Fauna. (-4)

### 3.3.6 EVALUACIÓN DE ACCIONES, EFECTOS Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN POR TALUDES MAL DISEÑADOS EN CANTERAS.

#### A. TALUDES CON PENDIENTE EXCESIVA.

##### A-1 ACCIONES.

Por acción de la gravedad y debido a la excesiva pendiente; y por acción de las lluvias, el talud empieza a perder estabilidad, precipitándose el material sobre la carretera y tapando cunetas y alcantarillas.

##### A-2 EFECTOS PRODUCIDOS.

Derrumbes, deslizamiento, mayor destrucción de suelos, interrupción del tránsito, se generan tramos taludes más altos y nuevamente caída de material.

##### A-3 MEDIDAS DE MITIGACIÓN.

- Dar la inclinación adecuada al talud, de acuerdo al material que será removido.
- En caso de taludes altos construirlos formando terrazas.
- Revegetar los taludes con fuerte pendiente con plantas herbáceas propias del lugar; en los taludes de menor pendiente la revegetación puede hacerse además con especies arbustivas, también propias del lugar.

##### A-4 IMPLICANCIA ECONÓMICA.

- Corte del material para darle adecuada inclinación al talud.
- Carguío y transporte de dicho material a un botadero.
- Tratamiento del botadero.
- Revegetación.



## B. CONTROL DE PROBLEMAS EN CONSTRUCCIÓN DE TALUDES EN CARRETERAS.

### B-1. CONFORMACIÓN DEL TALUD.

- Los taludes de más de dos metros deberán ser alisados o redondeados o aterrizados (según corresponda).
- Los taludes de los DME se deben formar desde las zonas de cotas menores y debe tener una pendiente de 1:2 (V:H).
- Los taludes que tienen una altura mayor de dos metros, deben ser alisados, redondeados o aterrizados para suavizar la topografía y evitar deslizamientos.
- Para garantizar la estabilidad del talud se colocará al pie una franja de sostenimiento con sacos de yute rellenos con el material de corte y colocados formando un muro de aproximadamente 1.0m. de alto por 0.8 m de base, siendo la longitud variable.

### B-2. CONTROL DE LA EROSIÓN.

- El material que conforma el DME, es esencialmente top soil y arcillas. Estos materiales presentan problemas de fácil saturación de agua (lluvias) pudiendo ocasionar fallas y deslizamientos; por lo que se ha diseñado un sistema de drenajes para los DME.
- Cubrir la superficie del talud con topsoil y el material residual del desbroce o desbosque (como medidas de control de drenaje superficial).
- Sembrar con especies de la zona.
- Deben tener un sistema de drenaje de coronación (en el perímetro del depósito) que evacuará las aguas de lluvia hacia los drenajes naturales existentes. Estas cunetas o drenajes perimetrales deben tener una sección triangular de  $b=0.45$  m y  $h=0.30$ m. esta red descargas que deberán ser revestidas y se descargará el agua en zonas vegetadas o drenajes superficiales naturales.



- La Supervisión verificará, periódicamente el correcto funcionamiento y eficiencia de la red de drenaje.
- Se establecerá un monitoreo de Sólidos Suspendidos Totales (SST) o Turbidez.
- Se implementarán trampas de sedimentos.

**B. MATRIZ MODIFICADA DE LEOPOLD DE INTERACCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES DEBIDO A TALUDES MAL DISEÑADAS.**





**MATRIZ MODIFICADA DE LEOPOLD DE INTERACCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES DEBIDO A TALUDES MAL DISEÑADAS.**

PROYECTO : FORMULACIÓN DE METODOLOGÍAS AMBIENTALES PARA LA EXPLOTACIÓN DE CANTERAS PARA LA VÍA PUNO - JULIACA.  
EJECUTORES : BACH. I.C. CARLOS AMADEO AYO LUPO.  
LOCALIZACIÓN : VÍA PUNO – JULIACA.

**ESPECIFICACIONES: IMPACTOS AMBIENTALES DEBIDO A TALUDES MAL DISEÑADAS.**

Nº	ACTIVIDADES	COMPONENTES DEL MEDIO AMBIENTE									
		SUELO	AGUA	ATMOSF.	FAUNA	FLORA	PAISAJE ESTETICA	SOCIAL ECONOMIA	SALUD	SEGURIDAD	TOTAL
1	MOVIMIENTO DE TIERRAS.	-1	-1	-1	-1	0	-1	1	-1	0	-5
2	OPERACIÓN DE MAQUINAS.	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	0	-6
3	CIRCULACION DE VEHICULOS Y MAQUINARIAS	-1	-1	-1	-1	-1	0	1	0	0	-4
4	TRANSPORTE DE MATERIAL.	-1	-1	-1	0	0	0	1	-1	0	-3
5	PRESENCIA DE TRABAJADORES.	-1	-1	-1	0	0	0	1	0	1	-1
6	DISPOSICION DE MATERIAL EXCEDENTE.	-1	-1	-1	0	0	-1	0	-1	0	-5
7	DEGRADACION DE SUPERFICIE.	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	0	-6
8	MODIFICACION DE PAISAJE.	-1	-1	-1	0	0	-1	1	0	-1	-4
9	INFLUENCIA DEL ENTORNO.	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	-6
10	RUIDO Y VIBRACIONES.	0	0	0	-1	-1	0	0	-1	0	-3
11	MODIFICACION CURSOS DE AGUA	-1	-1	-1	-1	0	-1	-1	-1	-1	-8
<b>TOTAL:</b>		<b>-10</b>	<b>-10</b>	<b>-10</b>	<b>-7</b>	<b>-5</b>	<b>-7</b>	<b>6</b>	<b>-7</b>	<b>-1</b>	<b>-51</b>

**ACTIVIDADES DE MAYOR IMPACTO AMBIENTAL NEGATIVO**

- Modificación curso de agua. (-8)
- Operación de maquinarias. (-6)
- Degradación de superficie. (-6)
- Influencia del entorno. (-6)

**COMPONENTES DEL MEDIO AMBIENTE MÁS AFECTADOS**

- Suelo. (-10)
- Agua. (-10)
- Atmósfera. (-10)
- Fauna. (-7)

### **3.3.7 EVALUACIÓN DE ACCIONES, EFECTOS Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN POR TRANSTORNOS DE LA FAUNA EN ÁREAS DE CANTERAS.**

Cuando la construcción de la carretera ría cortado la ruta migratoria, el animal silvestre o el ganado no pueden salvar el obstáculo que significa el talud alto.

#### **A-1 ACCIONES.**

Construcción de la carretera a media ladera en área de pastizales o con vegetación arbórea por donde transitan la fauna silvestre o la auquénida.

#### **A-2 EFECTOS PRODUCIDOS.**

Interrupción de la ruta migratoria, o la ruta por donde transitan diariamente la fauna auquénida o silvestre en búsqueda de agua o de pastos más verdes. El ruido ocasionado por el tránsito de vehículos altera los procesos de reproducción (sitios de nidificación cercanos).

#### **A-3 MEDIDAS DE MITIGACIÓN.**

Habilitar lugares adecuados para el tránsito de la fauna buscando lugares apropiados para suavizar el talud por donde puedan bajar o trepar la fauna. Señalizar los lugares de las rutas migratorias para evitar atropellamiento de la fauna. Establecer velocidades adecuadas en dichas áreas. Los vehículos deben tener su sistema de silenciadores en buen estado.

#### **A-4 IMPLICANCIA ECONÓMICA.**

Movimiento de tiendas para adecuar lugares de tránsito. Avisos para la protección de la fauna.

#### **C. SOBRE LA FLORA Y FAUNA.**

- Quedan terminantemente prohibidas las actividades de caza en las áreas aledañas a la zona de construcción, así como la compra a lugareños de animales silvestres, (vivos, embalsamados o pieles), cualquiera que sea su objetivo.



perros, cerdos, etc., principalmente en áreas silvestres.

- Queda terminantemente prohibida la pesca por parte de los trabajadores, en ríos, quebradas, lagunas y cualquier cuerpo de agua, por medio de dinamita o barbasco. Esta sólo podrá ser ejecutada con anzuelos.
- Si por algún motivo han de efectuarse quemas, éstas sólo podrán ser autorizadas por el Supervisor de las obras, en su calidad de Representante Ambiental.
- Se evitará que los trabajadores de las carreteras que se realicen en zonas boscosas o próximas a éstas, se movilicen fuera de las áreas de trabajo, sin la autorización del Residente de la Obra.
- Prohibir la tala extractiva entre los trabajadores.

**D. MATRIZ MODIFICADA DE LEOPOLD DE INTERACCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES POR TRANSTORNOS DE LA FAUNA.**





**MATRIZ MODIFICADA DE LEOPOLD DE INTERACCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES POR TRANSTORNOS DE LA FAUNA EN CANTERAS.**

PROYECTO : FORMULACIÓN DE METODOLOGÍAS AMBIENTALES PARA LA EXPLOTACIÓN DE CANTERAS PARA LA VÍA PUNO - JULIACA.  
 EJECUTORES : BACH. I.C. CARLOS AMADEO AYO LUPO.  
 LOCALIZACIÓN : VÍA PUNO – JULIACA.

**ESPECIFICACIONES: IMPACTOS AMBIENTALES POR TRANSTORNOS DE LA FAUNA EN CANTERAS.**

Nº	ACTIVIDADES	COMPONENTES DEL MEDIO AMBIENTE								
		SUELO	AGUA	ATMOSF.	FLORA	PAISAJE ESTETICA	SOCIAL ECONOMIA	SALUD	SEGURIDAD	TOTAL
1	MOVIMIENTO DE TIERRAS.	-1	-1	-1	0	-1	1	-1	0	-4
2	OPERACIÓN DE MAQUINAS.	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	0	-5
3	CIRCULACION DE VEHICULOS Y MAQUINARIAS	-1	-1	-1	-1	0	1	0	0	-3
4	TRANSPORTE DE MATERIAL.	-1	-1	-1	0	0	1	-1	0	-3
5	PRESENCIA DE TRABAJADORES.	-1	-1	-1	0	0	1	0	1	-1
6	DISPOSICION DE MATERIAL EXCEDENTE.	-1	-1	-1	0	-1	0	-1	0	-5
7	DEGRADACION DE SUPERFICIE.	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	0	-5
8	MODIFICACION DE PAISAJE.	-1	-1	-1	0	-1	1	0	-1	-4
9	RUIDO Y VIBRACIONES.	0	0	0	-1	0	0	-1	0	-2
10	MODIFICACION CURSOS DE AGUA	-1	-1	-1	0	-1	-1	-1	-1	-7
<b>TOTAL:</b>		<b>-9</b>	<b>-9</b>	<b>-9</b>	<b>-4</b>	<b>-6</b>	<b>6</b>	<b>-7</b>	<b>-1</b>	<b>-39</b>

**ACTIVIDADES DE MAYOR IMPACTO AMBIENTAL NEGATIVO**

- Modificación curso agua. (-7)
- Disposición de material excedente. (-5)
- Operación de maquinarias. (-5)
- Degradación de superficie. (-5)

**COMPONENTES DEL MEDIO AMBIENTE MÁS AFECTADOS**

- Suelo. (-9)
- Agua. (-9)
- Salud. (-7)
- Paisaje estética. (-6)



## **CAPÍTULO IV**

### **PLAN DE MANEJO AMBIENTAL EN LA EXPLOTACIÓN DE CANTERAS PARA EN LA VÍA PUNO – JULIACA**

#### **4.1 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LA EXPLOTACIÓN DE CANTERAS EN LA VÍA PUNO - JULIACA.**

Es común ver cuando nos acercamos a una ciudad importante por el aire, antes de ver los altos edificios o el trazado urbano, se entera uno de su proximidad por la profusión de tajos y cicatrices que dislocan el paisaje. En los pies de monte y en las laderas de los cerros, cerca de los cursos de los ríos, por todas partes donde los materiales son o eran adecuados, las sociedades han excavado extensas áreas, removiendo importantes volúmenes de formaciones superficiales y rocosas para la construcción de la ciudad.

En general, se trata de materiales de origen mineral, cuya extracción, transporte y procesamiento requiere costosas maquinarias y un gran gasto energético. Cuando las canteras de arenas, gravas, arcilla o piedra están alejadas, el transporte pasa a ser una limitante económica para el aprovechamiento rentable del recurso mineral. Por esa razón, normalmente se procura obtener estos materiales en lugares próximos al sitio urbano o del proyecto a desarrollar.



Esta característica de los recursos minerales para construcción lleva a que gran parte de las zonas suburbanas y periféricas, se encuentren intensamente degradadas con un salpicado intenso de canteras y tajos con un profundo efecto negativo sobre el ambiente, la estética y a veces en la calidad de vida. Y dado que esta demanda de materiales crece también en las zonas rurales que se están desarrollando, las áreas protegidas o de protección especial se ven también sometidas a ciertas presiones antrópicas al ocurrir afloramientos de materiales y minerales aptos para ser aprovechados en la construcción de infraestructura. Como consecuencia de este tipo de intervención se modifica la topografía, cambia la dinámica hidrológica e hidrogeológica, el nivel freático puede descender, los torrentes y cañadas se desvían o se secan y, al fin, se crean pequeñas lagunas, lodazales o ciénagas, con diversos efectos sobre las características del sitio en cuestión.

En algunos sitios en que los niveles de las napas son más bajos, las canteras pueden volverse puntos de recarga subterránea, incorporándose al flujo subterráneo aguas superficiales contaminadas o aguas de buena calidad que recarguen el acuífero local. Por otra parte, la preparación del terreno de canteras y tajos puede movilizar importantes volúmenes de sedimentos en suspensión o diversas sustancias de descarte disueltas en el agua perjudicando la calidad de los cursos inferiores de los ríos.

En algunos casos, los montos de materiales de ganga desalojados de las canteras (a menudo mezclados con basuras) pueden ser muy grandes provocando obstrucciones en los acueductos, canales, puentes, redes de drenaje y alcantarillas urbanas. Las canteras en actividad pueden ser también fuentes de polvo que suele incorporarse en el aire urbano creando condiciones perjudiciales de alteración atmosférica para la población que vive en sus proximidades.

#### 4.1.1 IMPACTOS POTENCIALES EN EL MEDIO FÍSICO.

- A. CALIDAD DEL AIRE.-** Se afectará la calidad del aire por la emisión de gases de combustión de los motores de la maquinaria y equipo de construcción y por el polvo que se levantará en la rehabilitación de los

caminos de acceso, nuevos accesos y la construcción de las instalaciones. Cuando la cantera ya esté operando, el impacto a la calidad del aire se deberá a la emisión de gases de los motores de la maquinaria y equipo y el polvo generado en los frentes de explotación, acopio de material, trituración y tamizado en seco. La emisión de partículas sólidas debe al arrastre de polvo en las labores de escariado, corte, arrastre, tamizado, carga y transporte (movimiento de camiones en la zona de cantera y en los caminos de accesos), así como en los lugares de acumulación de material utilizable y de escombros.

La emisión de partículas sólidas se deberá también al arrastre de polvo en las labores de corte y remoción de tierra que se relaciona con la habilitación del acceso a la cantera. También se generará polvo debido a la circulación de camiones y vehículos utilizados en el transporte de los suelos y materia vegetal en las labores de desmonte en lo que será el frente de cantera.

**B. RUIDO.-** El ruido y las vibraciones provendrán principalmente de la circulación de camiones y de tractores para la rehabilitación de los caminos de acceso y la construcción de las plataformas de las instalaciones. Esto puede incidir sobre los vecinos del lugar, los trabajadores y la fauna local.

### CUADRO 13

#### TIPO, CANTIDAD Y NIVEL DE RUIDO QUE EMITE LA MAQUINARIA A UTILIZAR DURANTE LA CONSTRUCCIÓN

TIPO DE MAQUINARIA	CANTIDAD	NIVEL DE RUIDO ((dB(A))
Tractores de Oruga (A)	2	97-112
Excavadora (B)	1	97-111
Cargadores frontales (C)	2	95-105
Compresor (D)	1	88-109

Fuente: JICA 2006.

Con la cantera operando, el ruido y vibraciones provendrán principalmente de la operación de la maquinaria y equipo, así como de las voladuras. La planta trituradora es una fuente significativa de ruido. Una vez determinados los valores de ruido existente sin proyecto y descrita las fuentes de los mismos, en el Cuadro 9; siguiente, se muestran los niveles de sonido que generará la maquinaria y equipo a utilizar.

Una vez se conoce los niveles de intensidad del sonido que cada una de los distintos tipos de maquinaria y equipo generará se puede estimar el ruido acumulado durante las actividades de explotación de la cantera. En el Cuadro 2, se muestra las posibilidades de combinación de niveles de ruido durante la etapa de explotación de la cantera.

**CUADRO 14**  
**NIVELES DE RUIDO ACUMULADO POR LA COMBINACIÓN DE USO**  
**DE DOS TIPOS DE MAQUINARIA AL MISMO TIEMPO DURANTE LA**  
**EXPLOTACIÓN DE LA CANTERA**

TIPO DE MAQUINARIA	NIVEL DE RUIDO DB(A)	COMBINACIONES	NIVEL DE RUIDO ACUMULADO DB(A)
Tractores de Oruga (A)	112	A y B	1 2 1
Excavadora (B)	111		

Fuente: JICA 2006.

Al analizar los niveles de ruido que probablemente se generarán durante la explotación de la cantera por la operación de los tractores de oruga y la excavadora trabajando al mismo tiempo, se obtuvo un nivel de ruido acumulado de 121 decibeles. Ondas de ruido menores a los 55 Db (A), indican que se encuentran en un nivel adecuado de tolerancia (Canter, L., 1998).



**C. AGUA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA.-** Los trabajos de rehabilitación de los caminos de acceso dependiendo de la época en que se realicen pueden arrastrar sedimentos finos hacia las corrientes superficiales. Las aguas residuales de los trabajadores se descargarán en general en letrinas portátiles, mientras se construyen los servicios sanitarios permanentes o letrinas. Posteriormente dichas aguas residuales, en general se descargarán a fosas sépticas y pozos de absorción, lo cual se considera que no afectará significativamente la calidad de las aguas subterráneas, debido a que su volumen es comparativamente pequeño y al tratamiento primario que reciben.

Se deben realizar análisis físico-químicos y bacteriológicos al agua de las corrientes superficiales (ríos, arroyos, quebradas) y subterráneas (pozos) para conocer la calidad de las mismas. Además, los pequeños ríos, quebradas y riachuelos durante la época seca transportan muy poca agua; no es un flujo continuo sino se forman pequeñas pozas a lo largo de los cauces. El agua subterránea es susceptible a contaminarse dependiendo de las características del subsuelo del área a explotar.

La calidad del agua de las fuentes superficiales podría ser afectada por el arrastre de las partículas finas a través de los drenajes locales secundarios y temporales, es decir potencialmente puede haber un aumento de sólidos en suspensión. Las partículas finas podrán ser acarreadas principalmente en los períodos de lluvias intensas, que es cuando los volúmenes de material suelto generado del orden de las arenas finas y medias, así como arcillas y limos pueden ser transportados por la escorrentía parcial o totalmente a los drenajes naturales, desde los frentes de trabajo y de los almacenamientos de material y depósitos de escombros.

**D. SUELOS, GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA.-** El suelo será removido durante la rehabilitación de los caminos y en la construcción de las instalaciones. También puede haber derrames eventuales de aceite y



diesel de la maquinaria y equipo de construcción y vertido de residuos sólidos al suelo, durante la instalación de la cantera.

Por el tipo de actividad del proyecto (explotación de áridos), el suelo y el subsuelo serán los factores ambientales que se verán afectados significativamente. Se producirá pérdida del suelo natural debido a las labores de desmonte, al remover el suelo en las actividades de preparación de los frentes de explotación. También habrá pérdida de suelo en la habilitación de caminos de acceso al frente de explotación. Los impactos al suelo serán permanentes.

De manera general este impacto se traduce en la pérdida del suelo natural, cambios en su morfología y erosión, a causa de la alteración de los factores que estabilizan el medio físico, principalmente en la preparación del terreno (frentes de explotación) y en los cortes de extracción. Se producirá pérdida de un volumen de material geológico en los frentes de explotación propiamente dichos, aunque éstos serán restaurados cuando se finalice la explotación de cada una de las terrazas excavadas.

El volumen de material geológico (áridos) no se recuperará; sin embargo, el área donde se extraerá será re-vegetada como medida de compensación. La extracción también afectará la geomorfología local produciendo una modificación de la forma del terreno, así como un efecto acelerador de la erosión en los mismos.

Obviamente un cambio significativo en el suelo-subsuelo, como un tajo abierto o incisión en el terreno afecta también significativamente al paisaje y la vegetación (ver Figura 4).

#### **4.1.2 IMPACTOS POTENCIALES EN EL MEDIO BIÓTICO.**

- A. FLORA.-** En las actividades de rehabilitación de los caminos de acceso y en la construcción de las instalaciones puede ser necesario cortar



árboles, para lo cual deberán obtenerse las autorizaciones respectivas (INAB y CONAP). Igualmente cierto puede ser esto para los frentes de explotación que tendrán que descombrarse como parte del proceso de preparación del terreno.

A medida que se avance en la explotación de los frentes de extracción, se removerá la vegetación arbórea, arbustiva y herbácea de estos frentes. También, en las áreas de almacenamiento de áridos y de depósito de escombros será necesario cortar algunos arbustos y árboles.

La remoción de la vegetación arbustiva y herbácea, para dar posibilidad a la actividad extractiva subsiguiente, provocará un cambio de uso del suelo, esto causará un impacto significativo, si la cobertura actual es forestal reciente o bosque de coníferas.

La limpieza inicial de las labores extractivas deberá tomar en cuenta un área para el depósito del suelo fértil y el orgánico, para que al finalizar la explotación de los bancos de materiales, se pueda verter sobre la misma y favorezca el crecimiento de gramíneas y pequeños arbustos; asimismo tomará en cuenta espacio suficiente para una eventual actividad de acopio de material selecto.

- B. FAUNA.-** Las actividades de rehabilitación de los caminos de acceso y la construcción de las instalaciones afectarán pequeñas áreas con o sin cobertura vegetal, lo cual al igual que el ruido y el tránsito de camiones tendrá un efecto sobre la fauna.

El corte de la vegetación arbórea, arbustiva y herbácea en los frentes de explotación de la zona de cantera afectará a algunas especies de fauna, las cuales van a ser ahuyentadas del área debido al ruido y la presencia de trabajadores. Con la apertura de nuevos accesos o con el mantenimiento a los ya existentes, se producirá un efecto barrera sobre los movimientos y migraciones locales de fauna. La revegetación con





gramíneas y arbustos de las áreas de explotación compensará en parte al hábitat de la fauna.

El transporte de sólidos hacia los cauces tendrá un impacto negativo sobre los organismos acuáticos que existan (cangrejos y caracoles), ya que azolvará su hábitat de refugio, reproducción y alimentación. Por lo que el control de los sedimentos en la fuente (zona de cantera) es prioritario para no afectar a los organismos acuáticos. Además, los mamíferos del área toman agua de los nacimientos cercanos y pozas, por lo que su azolvamiento atentaría a su supervivencia. Siempre que exista movimiento de vehículos y camiones, también estará latente la posibilidad de colisión de la fauna, lo que potencia pérdida o daño de las especies locales.

El modelado por escorrentía en la zona de la cantera afectará principalmente a los afloramientos o cortes que hayan perdido la pendiente natural. Este tipo de cortes se hacen normalmente estables, sin embargo se harán prácticas de corte de taludes de acuerdo al tipo de roca y su grado de meteorización, con el fin que estos se mantengan estables durante el periodo de extracción.

#### **4.1.3 IMPACTOS POTENCIALES EN EL MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL.**

**A. PAISAJE.-** La alteración al paisaje es mínima durante la instalación de la explotación, ya que no se requerirán grandes movimientos de tierra. Sin embargo, es crítica durante la etapa de explotación, ya que la incisión en el terreno se hace obvia. Precisamente, uno de los factores más importantes a tratar es el del modelado del paisaje debido a la explotación de canteras (impacto visual principalmente). Debe tomarse en cuenta en la selección de la zona de explotación el efecto sobre el paisaje, que ninguna comunidad se ubique en la línea visual del proyecto, de ser posible. Es decir que deben identificarse las cuencas visuales desde las



que pueda verse el tajo de la explotación y escoger los frentes de explotación desde donde se vean menos.

Adicionalmente, el área de almacenamiento de los áridos y los sitios de botadero de los escombros si no se conforman y ubican correctamente generaran un impacto visual negativo. En resumen, independientemente del número de observadores de la zona de cantera, habrá un rompimiento de la armonía paisajística. Además de las medidas preventivas al seleccionar la zona de cantera en el sitio con menor efecto visual, el Plan de Gestión Ambiental debe contemplar la construcción y revegetación de terrazas para estabilizar los cortes y rehabilitar parcialmente el paisaje.

- B. RECURSOS CULTURALES E HISTÓRICOS.-** Las actividades de rehabilitación de caminos y la construcción de las instalaciones pueden afectar a los recursos culturales e históricos de encontrarse estos en la zona de cantera o su área de influencia. Luego entonces, de encontrarse algún vestigio cuando se lleven a cabo estas actividades se suspenderán los trabajos hasta analizar los hallazgos y obtener el dictamen de parte del IDAEH.

Las actividades de explotación de áridos en la zona de cantera en general no afecta a los recursos culturales e históricos, ya que de encontrarse algún vestigio cuando se lleven a cabo estas actividades se suspenderán los trabajos hasta analizar los hallazgos y obtener el dictamen de continuar de parte del IDAEH.

- C. SOCIO ECONOMÍA.-** Durante la instalación de la cantera se generarán empleos temporales para algunas personas de las comunidades cercanas y se requerirá de algunos servicios (alimentos) que podrían ser brindados también por personas de la zona. Habrá más molestias (polvo), a trabajadores de las áreas cercanas que normalmente transitan en la zona. Evaluar si hay viviendas cercanas y si se afectará a algún vecino.



La generación de empleo local causa un impacto positivo, ya que se da trabajo a personas de los alrededores. El pago de los impuestos locales a la Municipalidad correspondiente, y la inversión en infraestructura básica de parte de la empresa promotora, favorece a las comunidades cercanas al proyecto. Aumenta el comercio informal en las tiendas y servicios de alimentación más cercanos a la cantera.

Si se generan falsas expectativas laborales o de inversión en el área de influencia, pueden generarse inconvenientes con las comunidades locales.

**D. SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL.-** Durante la instalación y explotación de la cantera pueden ocurrir accidentes de trabajo. Se ocasionarán molestias temporales y ocasionales en los trabajadores debido al polvo y ruido generado. Todo el personal deberá utilizar el equipo adecuado de protección personal: anteojos industriales, guantes, zapatos con punta protectora, mascarilla, etc.

Los accidentes pueden ocurrir relacionados con el uso de la maquinaria y equipo. Otro peligro potencial de accidente está latente en el frente de explotación, puesto que pueden ocurrir deslizamientos o colapsos inducidos en los taludes de corte, caída de bloques y proyección de rocas con el uso de los explosivos.

Si el ambiente de trabajo es satisfactorio y se toman las medidas adecuadas de seguridad industrial y salud ocupacional inherentes a la explotación de canteras, se minimizan los accidentes y es poco probable que el ruido o el polvo afecten a los trabajadores. No obstante, no se descartan molestias debido al polvo, principalmente en los trabajadores que se exponen en los frentes de explotación, que pueden eventualmente tener afecciones de las vías respiratorias al no utilizar mascarillas.

La falta de capacitación, instrucción y supervisión sobre la seguridad industrial, puede dar a lugar a actos inseguros que pueden poner en



peligro la integridad física misma de la persona o provocar accidentes en los frentes de trabajo, por ejemplo: trabajar bajo efectos de bebidas alcohólicas, medicamentos que provoquen sueño, actos temerarios, no medir consecuencias de seguridad por exceso de confianza en el trabajo mismo, etc.

#### 4.1.4 PLANES DE MANEJO.

El Desarrollo Sustentable, desde el punto de vista del aprovechamiento de los recursos naturales, satisface las necesidades de las generaciones presentes, sin comprometer las de las generaciones futuras, junto con la idea de la valoración del Patrimonio Geológico Minero, son piezas claves dentro de la orientación de las corrientes de pensamiento actual y del marco jurídico específico para la actividad minera de cielo abierto y en este caso para la industria que lo pueda emplear como técnica para obtener la materia prima fundamental que usan. Es decir que se debe de tomar en cuenta los futuros usos o cambios de uso de la tierra que se hará con la recuperación del terreno afectado con las acciones de la explotación minera.

Al llevar a cabo el diseño de una cantera en sus fases de apertura y operación, así como de rehabilitación luego del cese de las operaciones, es importante que se integren todas las medidas y estrategias con las políticas de gestión, tanto de las canteras como de las cuencas a las que éstas pertenecen, debiéndose tomar en cuenta sobre todo, si existen, los planes de manejo de las cuencas. Se supone que la apertura y operación de las canteras y tajos se inscriben en un marco político-institucional y legal que determina las orientaciones y restricciones que existen en la materia. Por ejemplo, en Canadá, Estados Unidos, Europa Occidental y casi todos los países de América Latina, para obtener una autorización de instalación y operación de una cantera, tajo o mina, se requiere realizar un estudio de impacto ambiental previo, en función del cual, y teniendo en cuenta otras consideraciones, se otorga o no el permiso, tal es el caso de Guatemala y más aún si se relaciona el proyecto con la cercanía o inclusión de áreas protegidas.



Una vez abierta la cantera o mina, es necesario cumplir con las reglamentaciones existentes que aseguren que la operación de la misma se haga en las mejores condiciones de seguridad, salubridad y del ambiente, y si existe, como se indicó, se debe tomar en cuenta, el plan de manejo de la cuenca. En América Latina el problema principal en esta primera fase suele ser la inadecuación de los sistemas de autorización o control, que dan lugar a que se autoricen canteras sin estudios ambientales o con estudios insuficientes, que terminan instalándose en lugares inapropiados o riesgosos para la población local. Al cesar la cantera o tajo sus operaciones, los problemas ambientales, sanitarios o de seguridad no terminan. Por el contrario, al disminuir o desaparecer el control de la empresa que se ocupaba de la cantera, el lugar queda sin vigilancia, dando lugar a diversos riesgos para la población. Para evitar esto es necesario asegurar que los sitios de canteras o tajos sean rehabilitados al terminar la fase operativa.

La rehabilitación es un tema central en muchos países del primer mundo. Por ejemplo, en Canadá, las provincias han desarrollado reglamentaciones y programas destinados a asegurar que las canteras y minas abandonadas se rehabiliten. En varias de ellas (p.e. Manitoba y Ontario), se cobra un impuesto operativo que es destinado a financiar los programas de rehabilitación. Estrategias similares se aplican en Australia, Francia, Irlanda, Reino Unido y Estados Unidos.

Desafortunadamente, en la mayor parte de los países de América Latina los procesos de rehabilitación están insuficientemente reglamentados y gran parte de las canteras y tajos abandonados permanecen largo tiempo en esas condiciones sin que se lleve a cabo ningún trabajo de recuperación, con los riesgos ambientales consecuentes.

Luego entonces, se puede llegar a un acuerdo de pago por servicios ambientales en donde estos ingresos se destinen al manejo del área protegida más cercana como parte de las medidas de compensación que se generen.



Es responsabilidad del operador de la cantera la restauración y manejo de esta durante la operación y al cierre de la misma, deben de quedar claras estas acciones dentro de la declaración jurada que contiene los compromisos ambientales que el promotor del proyecto firma con el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), deberá indicarse claramente que el promotor del proyecto minero debe de proporcionar una copia de estos compromisos y una copia del EIA al CONAP o al co-administrador del área protegida más cercana que este en el área de influencia.

Para poder iniciar una rehabilitación sistemática de las canteras, tajos y minas antiguas o recientemente abandonadas se requiere programas específicos que promuevan la recuperación y voluntad política para llevarlos a cabo. El objetivo público de los programas de rehabilitación es que las canteras y tajos desechados se rehabiliten a una condición que sea segura, ambientalmente estable y compatible con las tierras adyacentes.

Se supone que la extracción mineral es un uso pasajero de la tierra y que luego de realizada ésta debe volverse el terreno a una condición estable apropiada para el uso que se pretende darle después de terminada la actividad. El resultado final debe ser coherente con la aptitud del suelo antes de las operaciones y beneficiar a la comunidad.

Como referencia, se cita que los **principios básicos de la rehabilitación** [New South Wales, Environment Protection Authority, EPA Home Page, Mining and Quarrying, Sydney, Australia], son:

- Deben constituir parte integral de la operación extractiva;
- Requiere un compromiso similar a las otras fases de la operación;
- Debe seguir un plan bien definido, aunque flexible, con objetivos a corto y largo plazo;
- La superficie debe ser rehabilitada a una forma estable y permanente armonizando con las características de la zona;



- El objetivo a largo plazo debe ser proporcionar una cobertura vegetal permanente, auto- sostenible y productiva.
- Durante el proceso de rehabilitación se debe prevenir la erosión acuática y eólica, así como los focos de aguas estancadas o de otro tipo que contengan organismos patógenos y que puedan representar un riesgo sanitario.

A pesar de que cada sitio es único, el logro de este patrón general implica eliminación de taludes y declives pronunciados, regularización de la topografía de fondo y lateral, redistribución de las pilas de derrubios, cobertura de la superficie con suelos vegetales donde corresponda, eliminación o desinfección de aguas estancadas y plantación de vegetales apropiados al lugar en cuestión.

Las estrategias públicas deben procurar determinar cómo y dónde se instalan las canteras y tajos, controlar su forma de operar y promover u obligar la rehabilitación de los terrenos degradados. Las organizaciones civiles, de barrios y locales deben concienciarse respecto de la gravedad de los impactos que canteras y tajos pueden tener en su calidad de vida y actuar ante las autoridades para que cumplan las reglamentaciones o, si no existen, que se creen. Solamente la acción combinada de la sociedad civil y los poderes públicos podrá asegurar que la extracción de materiales de construcción proporcione más beneficios que perjuicios a las generaciones actuales y venideras.

En el fondo, y en general, no solamente los proyectos mineros, sino cualquiera en general, debería de aportar no solo un cuidado ambiental, sino contribuir con la mejora de la calidad de vida de las comunidades en el área de influencia o con otras más lejanas de manera indirecta, es decir que todo proyecto autorizado de manera real, debe de aportar con la mejora de la calidad de vida del ser humano, esto tiene aún más validez cuando se relaciona con áreas protegidas.

**CUADRO 15**  
**ACCIONES CORRECTORAS (MITIGACIÓN) PARA LOS DIFERENTES**  
**IMPACTOS IDENTIFICADOS**

MEDIO IMPACTADO	TIPO DE IMPACTO	ACCIÓN CORRECTORA
Atmósfera	Modificación de la calidad de aire.	Fijación de materiales livianos en pilas con coberturas vegetales o geotextil y colectores de CO2
Geomorfología	Existencia del hueco Minero Modificación de la topografía local Características de Taludes.	Lagunetas, geoturismo, escaladas, etc. Vertedero de residuos Valores didácticos y científicos (geotopos)
Suelos	Cambio en el uso del suelo Eliminación de la cubierta orgánica	Estabilización, prevención de deslizamientos Revegetación
Hidrología Aguas Superficiales	Modificación de dinámica	Control de calidad de aguas de aporte
Aguas Subterráneas	Alteración del comportamiento de los acuíferos	Control y monitoreo de la evolución de los niveles freáticos y su calidad
Flora	Eliminación de la cubierta vegetal en el sitio de cantera y espacios auxiliares.	Reforestación (particularmente con especies nativas)
Fauna	Desplazamiento	Creación de nuevos hábitat y recreación de los originales
Paisaje	Impacto visual y modificación permanente	Naturalización, diseño paisajístico Asimilación al entorno circundante
Comunidades Mineras	Empleo y falsas expectativas	Trabajo comunitario en función de las alternativas de reconversión
Comunidades indígenas	Interacción de culturas, conflictos por falta de socialización y externalidades	Tareas de integración y asimilación de los patrones culturales y de identidad
Comunidades Campesinas	Conflictos de intereses y falta de socialización	Trabajo comunitario en vínculo entre sus actividades en la reconversión de la cantera.

FUENTE: JICA 2006.

La calidad de vida de una persona está determinada en una buena parte, por la integración de tres componentes, a saber: nivel de renta, condiciones





de vida y de trabajo, y calidad ambiental. Los tres componentes tienen distinto peso según el momento y el lugar.

#### 4.1.5 CANTERAS DE SUELOS PARA OBRAS VIALES.

La búsqueda de bancos para material de agregados en muchos casos se convierte en la ruta crítica de los proyectos de construcción en general, debido a los volúmenes y las especificaciones técnicas especiales que deben cumplir los materiales a utilizar, paralelo a la carencia de estos materiales en muchas regiones del país.

En el aprovechamiento de bancos para material de agregados se identifican factores directos e indirectos que afectan el ambiente en forma significativa, siendo estos:

- A. CAMINOS TEMPORALES DE ACCESO.** Generalmente los bancos de material se encuentran bastante alejados de la zona del proyecto, idealmente se considera una distancia prudente en un radio de 5 a 8 Km., y en donde los caminos en su mayoría son estrechos y con pendientes pronunciadas. En estos casos es necesario realizar actividades de adecuación de los accesos para poder ingresar con maquinaria y camiones, en donde los impactos se dan principalmente en el movimiento de tierra para obtener el ancho necesario. Se debe tomar en consideración la adecuación del manejo de las aguas superficiales, por medio de cunetas y desfuegos adecuados. El mantenimiento del camino durante el aprovechamiento es indispensable: En invierno con el mantenimiento de cunetas y baches y en verano: con el riego constante para reducir el polvo.
  
- B. FLORA.** Previo al aprovechamiento del sitio, el contratista debe revisar nuevamente la zona de aprovechamiento con el objeto de establecer el área específica de explotación y su zona de influencia, y preparar un estudio de cambio de uso de suelo elaborado por un Ingeniero Agrónomo o Forestal inscrito en el INAB o en CONAP según sea el caso, estudio que



deberá ser aprobado por estas instituciones.

- C. FAUNA.** El desplazamiento de la fauna silvestre de un sitio de aprovechamiento de materiales es inevitable por la presencia del ser humano y el ruido que se genera, así como la intervención directa en el terreno en los frentes de explotación. Revisar que no existan sitios de apareamiento, madrigueras o vivienda de la fauna silvestre, comederos, etc. Iniciar gradualmente la intervención, de tal manera que a la fauna que pueda estar presente le dé tiempo de migrar sin que exista un stress súbito. Es importante instruir al personal que es prohibida la caza y captura de animales silvestres.
- D. SUELO.** El manejo del suelo en estos casos es variable, debido a las características propias de cada banco, en algunos casos el afloramiento es inmediato y en otros puede encontrarse el material por debajo de un metro o más, por lo que los volúmenes de material a remover pueden variar considerablemente. En cualquiera de los casos se debe realizar un descapote del suelo orgánico previo al movimiento de otro tipo de suelo. Este material debe ser almacenado en forma separada para utilizarlo posteriormente en la recuperación del paisaje del sitio, ya aprovechado. El material de descapote no útil, se deberá acomodar en sitios cercanos, alejados de fuentes de agua.
- E. SISTEMA HÍDRICO.** Es de vital importancia realizar la inspección de campo para determinar la presencia de afloramientos de agua o nacimientos que puedan estar siendo utilizados por comunidades cercanas. En los casos en donde exista nacimientos, el contratista deberá desistir del aprovechamiento de materiales a una distancia mínima de 100 m. Además deberá realizar obras de protección para evitar que material de desperdicio llegue a cubrir estos nacimientos. Se deberá realizar una topografía de detalle previo al aprovechamiento, analizar la escorrentía superficial y establecer mecanismos de manejo del



agua superficial, de tal forma que estas sean desviadas del sitio de aprovechamiento hacia los extremos, realizando obras de conducción de las aguas que eviten la erosión.

**F. DISPOSICIÓN DE MATERIAL DE DESPERDICIO.** En la mayoría de los casos de aprovechamiento de materiales, el porcentaje de material no útil es bastante alto, por lo que es de suma importancia determinar dentro de la zona de explotación, el o los sitios de disposición de estos materiales, ya que es tan impactante como el aprovechamiento en sí. Para ello debe localizarse sitios alejados de cursos de agua, nacimientos y realizar las obras de protección necesarias para estabilizar el suelo. Las zonas de disposición final de material no útil deberán quedar lo suficientemente alejadas de los cuerpos de agua, para asegurar que en ningún momento el nivel del agua, durante la ocurrencia de crecidas extraordinarias, sobrepase el nivel más bajo de los materiales colocados en el depósito.

No podrán colocarse materiales en los lechos de los ríos o quebradas, ni en las franjas ubicadas por lo menos 30 m. a cada lado de las orillas de los mismos, ni se permitirá que haya contaminación alguna de las corrientes de agua por los materiales de las zonas de depósito; las aguas infiltradas o provenientes de los drenajes deben ser conducidas hacia una zanja de sedimentación antes de ser vertidas al cuerpo receptor. No se podrá depositar materiales en zonas de fallas geológicas o en donde la capacidad de soporte de los suelos no permita su colocación. Debe tenerse presente que no deben depositarse en lugares donde puedan perjudicar condiciones ambientales o paisajísticas de la zona o donde la población sea expuesta a algún tipo de riesgo.

Los materiales provenientes de las excavaciones deben ser retirados de forma inmediata de las áreas de trabajo y colocados en las zonas de depósito, teniendo presente que se han seleccionado sitios que se

encuentren cercanos a las zona de trabajo, de tal forma que los acarreos sean mínimos. Previo al establecimiento del relleno, se retirará la capa orgánica del suelo hasta que se encuentre una capa que pueda soportar el sobrepeso inducido por el depósito, de forma que no se produzcan asentamientos considerables que pondrían en peligro la estabilidad del depósito.

#### 4.1.6 PLAN DE MANEJO EN LA EXPLOTACIÓN DE CANTERAS.

**A. MAQUINARIA A UTILIZAR.-** Las operaciones típicas de las canteras a pequeña escala consisten en arrancar el material, utilizando excavadoras de cuchara o retroexcavadora. La retroexcavadora puede ser utilizada provechosamente para la "limpieza" de frentes de arranque de material de selecto, operando desde el tope de los escalones, así como desde sus bases. El tipo de retroexcavadora actualmente más difundido es aquel con motor principal diesel y accionamiento hidráulico del brazo y de la cuchara.

Las retroexcavadoras tienen cucharas con capacidad promedio, variable entre 0.2 y 2 m<sup>3</sup>. Se puede utilizar también en las labores de extracción una pala hidráulica, es decir que lo que se requiere es un dispositivo que penetre en el material a arrancar por medio de bordes dentados o cortantes, separando de la masa principal de selecto una porción, que será llevada a un punto de descarga donde la cuchara es vaciada para luego regresar a la zona de excavación y empezar nuevamente el ciclo, también la cuchara puede ser vaciada directamente en los camiones que transportarán el material.

#### 4.1.7 SITIOS DE DISPOSICIÓN DE MATERIAL DE DESPERDICIO.

Dentro de las actividades que involucran la extracción de materiales pétreos procedentes de canteras y lechos aluviales para su utilización en los diferentes procesos de construcción, se generan diversos impactos sobre el ambiente. Las principales actividades de la explotación de una cantera son:



- Corte y limpieza de vegetación y arbustos en el área inicial de explotación;
- Descapote del área inicial de explotación, por medio de un tractor de oruga o excavadora;
- Almacenamiento del suelo proveniente del descapote y protección con plástico (polietileno) hasta que sea utilizado;
- Construcción de diques y mallas filtrantes transversales a los drenajes naturales para atrapar los sólidos durante los procesos de precipitación y escorrentía;
- Explotación de los productos mineros por medios mecánicos. Esta operación se hará con una retroexcavadora que desgarrar la roca y cuando hay una roca maciza se colocan explosivos;
- Carga de los productos mineros a los camiones. Se utilizarán cargadores frontales de 5 m<sup>3</sup> de cucharón y camiones de volteo de hasta 45 toneladas (1 m<sup>3</sup> equivale a 1.6 toneladas);
- Transporte de los productos mineros al área de almacenamiento;
- Acondicionamiento de los escombros en lugares adecuados sin perjudicar el drenaje natural;
- Nivelaciones de las terrazas después de aprovechar los productos mineros;
- Reforestar en lo posible con especies del lugar, si no es posible en las áreas de remoción, se deberá de hacer lo más cercano a estas áreas, para mimetizar la visual (paisaje);
- Revegetación de taludes o áreas que se consideren necesarias para evitar la erosión causada por el agua y el viento y mimetizar la visual (paisaje);
- Mantenimiento de los caminos de acceso a los frentes de trabajo, área de almacenamiento del material extraído, área de deposición del material de desperdicio y al campamento; y
- Seleccionar áreas potenciales de aprovechamiento, según observaciones de campo y análisis físicos y químicos.

Por ejemplo, la extracción de carbonatos tipo caliza y dolomita principalmente, se realiza por el método de bancos de explotación, de preferencia de arriba para abajo. Cuando las condiciones geotécnicas de la roca lo permiten pueden realizarse explotación por arranque mecanizado y cuando eventualmente estas



condiciones cambian, se emplean explosivos. El material es empujado por el tractor al borde del banco y recogido al pie del mismo por equipo de carga y acarreo. Este procedimiento debe de evitarse si la altura del banco es tal que al disponer del material al pie del mismo se produce mucho polvo por diferencia de altura entre el sitio de extracción y el de entrega a los camiones de carga.

En la selección del área de explotación se debe tener especial cuidado en minimizar el impacto del minado sobre el paisaje, para que la cantera no se vea desde la comunidad más cercana o las carreteras y caminos, como ya se indicó antes. Los bancos de las terrazas tendrán una altura de 10 metros y se evitarán frentes temporales de más de 15 metros.

Los suelos que no tienen importancia económica pero que serán removidos con el descapote, serán almacenados para ser utilizados en la rehabilitación de áreas y sitios de deposición de material de desperdicio.

El material será almacenado temporalmente dentro de la zona de cantera, mientras es comercializado. Estos sitios serán adecuados para de concentrar el agua de escorrentía hacia puntos que permitan captar los sólidos en diferentes trampas.

El material de desecho (escombros) será colocado en sitios adecuados dentro de la zona de cantera. El material se dispondrá de acuerdo a la topografía del sitio donde se depositará, pero en todo caso, se construirán caminos de acceso hacia la parte más baja para empezar la disposición de abajo hacia arriba; el material será debidamente consolidado; contará con cunetas y bordas y se agregará en la superficie tierra orgánica para facilitar el crecimiento de árboles, arbustos y vegetación de especies nativas.

- De acuerdo a la estabilidad del macizo rocoso no se permitirán alturas de taludes superiores a los diez metros.
- Establecer controles topográficos y geotécnicos en los taludes.
- Establecer sistemas adecuados de drenaje para aguas de escorrentía a



nivel de frentes de explotación y patios de apilamiento.

- Señalizar adecuadamente los frentes de trabajo, para evitar el ingreso de personas ajenas a la explotación.
- Dotar de señales auditivas a la maquinaria de carga y transporte para las acciones de retroceso.
- Humedecer los patios de carga y de maniobras, para evitar la polución de materiales.
- Dotar del equipo de protección personal a los trabajadores.

#### 4.1.8 CAMPAMENTOS.

Los campamentos para la actividad minera difieren en el tipo de infraestructura a utilizarse como campamento para la administración y control de la explotación. Cuando la explotación es a pequeña escala, no se construyen oficinas administrativas, bodegas o talleres formales, únicamente pequeñas construcciones informales. Para iniciar las actividades de extracción se instala y construye la infraestructura necesaria como mejoramiento de caminos de acceso, durante la primer semana; construcción de la guardianía del sitio, instalación de servicios sanitarios, albergue y comedor para el personal; estos trabajos se hacen en el término de un mes.

#### 4.1.9 PLAN DE SEGURIDAD PARA LA SALUD HUMANA.

Los efectos negativos sobre la salud de los trabajadores en la ejecución de la obra, pueden ocurrir debido a las situaciones siguientes:

- **Por accidentes en el trabajo:**  
Contacto con agentes externos que producen una lesión orgánica o perturbación funcional, inmediata o posterior (muerte), recibida repentinamente con motivo del trabajo, en cualquier lugar o momento que se presente.
- **Por enfermedades del trabajo:**  
Estado patológico derivado de la acción continua de causas que se presentan en el trabajo o en el medio en el cual el trabajador presta sus



servicios.

- **Por efectos tóxicos:**

Efectos nocivos en el organismo, sean reversibles o irreversibles.

El Plan de Seguridad para la Salud Humana se refiere a las medidas que el Contratista deberá divulgar entre sus trabajadores y que serán de estricto cumplimiento a manera de prevenir efectos negativos hacia la salud de los obreros. El Plan incluye también medidas para proteger la salud de las personas que se relacionan con el proyecto, tanto subcontratistas, proveedores como pobladores.

Entre las medidas se tienen:

- Mantener las instalaciones o lugares de trabajo en condiciones salubres (limpias y ordenadas).
- Almacenar los instrumentos de trabajo en forma adecuada, para evitar el deterioro de los mismos o cualquier riesgo o contingencia que ponga en peligro la seguridad de los trabajadores o pobladores del área.
- Proporcionar a los trabajadores las condiciones adecuadas de trabajo para conservar y mantener su salud física y psicológica.
- Dotar de servicios básicos en las áreas de trabajo, agua potable para consumo, servicios sanitarios, áreas de comedor y de estar.
- De ser necesario contar con áreas de dormitorio, estas deberán tener las condiciones aptas para ello.
- Programar charlas diarias, al inicio de cada día, para los trabajadores y así motivarlos y convencerlos de los beneficios que representa para ellos prevenir accidentes.
- Proporcionar a los trabajadores, conocimientos básicos mínimos, acerca de la seguridad en el trabajo, considerando los distintos tipos de trabajo, los riesgos generales y específicos a que se exponen y la mejor forma para su prevención.
- Establecer estímulos a quienes cumplan las medidas de





seguridad y promuevan su cumplimiento.

- Establecer drásticas sanciones y aplicarlas con rigor a quienes violen las normas de seguridad.
- Implementación de un plan estricto de seguridad interno (de la empresa contratista).
- Establecer relaciones con las instituciones de asesoramiento o servicio de seguridad en el trabajo.
- Cumplir con las jornadas de trabajo establecidas por el Código de Trabajo de la República de Guatemala, así como lo regulado respecto a salarios mínimos.
- Contar con personal preparado para control de emergencias, tanto en los campamentos, como en las plantas de tratamiento de materiales, bancos de préstamos, como en los frentes de trabajo.
- Dotación de equipo de protección personal a todos los trabajadores.
- Dotación de equipo para primeros auxilios (en campamentos, plantas de tratamiento de materiales, bancos de préstamo y en los frentes de trabajo).
- Equipo para extinción y control de incendios (en campamentos, plantas de tratamiento de materiales y en la obra misma).
- Mantener limpias y ordenadas las áreas de trabajo.
- Proporcionar infraestructura sanitaria suficiente, según la cantidad de trabajadores.
- Identificación y aislamiento de áreas peligrosas.
- Mantener los niveles del ruido, en estándares permisibles o proporcionar medidas eficientes para su atenuación.
- Establecer dispositivos que minimicen o aislen la vibración (maquinaria pesada y plantas de tratamiento de materiales, etc.).
- Proporcionar área de descanso y lugares para la alimentación de los trabajadores, en condiciones salubres.
- Las aguas residuales domésticas, serán las generadas por los operarios, quienes utilizarán letrinas. Al pozo ciego se le aplicará cal para evitar malos olores.



#### 4.1.10 DERRAMES Y CONTAMINACIÓN DEL SUELO.

**A. MATERIAL DERRAMADO.-** Cualquier líquido combustible (petróleo, bunker C y aceites -quemado-) que por circunstancias fuera control, provoque que el producto entre en contacto con el ambiente impactándolo negativamente.

Se deberán tomar las siguientes medidas:

- Atender a cualquier persona que pueda haber sido afectada.
- Notificar a las personas que se encuentren en las áreas cercanas al derrame. Colocar la cinta de demarcación para advertir el peligro.
- Retirar a toda persona no esencial del área del derrame.
- Se debe informar a Salud Ocupacional de la emergencia.
- Apagar las fuentes de ignición y las fuentes de calor.
- Evitar respirar los vapores del material derramado, utilizar equipo de protección respiratoria con filtros apropiados al tipo de derrame.
- Confinar o contener el derrame, evitando que se extienda. Para ello en el almacenamiento principal, la compuerta debe mantenerse cerrada. Para los otros tanques se debe mantener cerrada la llave del dique de captación de derrames.
- Revisar la falla que provoca la fuga del material.
- Si la falla es estructural en el tanque de almacenamiento. Será necesario traer cisternas para almacenar temporalmente el material derramado. Para este menester se utilizará una bomba neumática.
- Si el derrame ocurrió por rebalse del tanque. Se deben suspender las actividades de recepción en dicho tanque de almacenamiento, y se procede a recolectar el material derramado. Para este menester se utiliza una bomba neumática.
- Lavar el área del derrame utilizando limpiador de petróleo.
- Cuidadosamente retirar y limpiar todos los elementos que puedan haber sido salpicados por el derrame.



se deben recolectar en bolsas específicas y trasladar las bolsas al área destinada para almacenamiento temporal.

El responsable del área debe informar a Salud Ocupacional, de todo lo relacionado al incidente.

#### 4.1.11 PLAN DE MANEJO DE TALUDES DE CORTE.

- Colocar sobre el terreno natural, antes del comienzo del vertido de la escombrera, una capa de espesor suficiente (15-20 cm.) de material grueso drenante seleccionado (gravas gruesas), con el objetivo de lograr en el interior de la escombrera un nivel freático bajo.
- Utilizar en lo posible, para el núcleo interior del botadero, el material de mayor granulometría para favorecer la estabilidad del drenaje.
- Evitar ubicar la escombrera en terreno con pendiente pronunciada o zona muy húmeda.
- Diseñar un sistema de drenaje superficial (contra-cunetas) que desagüe las aguas directamente interceptadas en la cara interna de los taludes de explotación.
- Establecer sistemas de drenaje, generales y particulares, según se vayan necesitando a medida que avance la explotación.
- Revegetación rápida tras los movimientos finales de extracción en los frentes de explotación.
- Evitar la ubicación de los botaderos en zonas con peligro de hundimiento o deslizamiento por aumento de peso en el suelo.
- Debe tenerse especial cuidado en el grado de fracturamiento de la roca en los frentes de explotación y antes de iniciar los trabajos en estos, debe

revisarse que no existan bloques de roca inestables que puedan caer pendiente abajo. De ocurrir esta situación, debe hacerse el "desquinche" de estos bloques.

- Las pendientes que se recomienda para los taludes finales y temporales de explotación, mientras se llega a la cota final de explotación, son las siguientes: Para roca caliza masiva  $\frac{1}{4}:1$  ( $76^\circ$ ); y para caliza fracturada de  $\frac{1}{2}:1$  ( $63^\circ$ ); es decir que los ángulos de los taludes van a estar entre 74 y 60 grados de inclinación con respecto a la horizontal. Los taludes finales de corte deberán quedar de manera general con las relaciones horizontal-verticales indicadas en el Cuadro 12, presentado a continuación.

**CUADRO 16**  
**PENDIENTES TÍPICAS DE CORTES DE TALUD EN ROCA MADRE PARA**  
**DARLE UNA ESTABILIDAD FINAL**

TIPO DE LITOLÓGÍA	RANGO MÁXIMO DE PENDIENTE Y ESTADO DE LA ROCA	
	MASIVA	FRACTURADA
1. Ígnea: granito, basalto, toba volcánica consolidada, piroclastos cementados.	$\frac{1}{4} : 1$	$\frac{1}{2} : 1$
2. Sedimentarias: areniscas y calizas masivas	$\frac{1}{4} : 1$	$\frac{1}{2} : 1$
3. Rocas arcillosas y limosas masivas.	$\frac{3}{4} : 1$	1:1
4. Metamórficas: Gneis, esquistos y mármol	$\frac{1}{4} : 1$	$\frac{1}{2} : 1$
5. Pizarra y filitas.	$\frac{1}{2} : 1$	$\frac{3}{4} : 1$
6. Roca intemperizada y serpentinita.	$\frac{3}{4} : 1$	1:1
7. Granito meteorizado "in situ" (de ligero a moderado, grado II y III)	$\frac{1}{4} : 1$	1:1

Fuente: Gordon, Adaptado de USDA-Forest Service, en Caminos Rurales con Impactos Mínimos, por et al, 1995.

- Se recomienda que la altura de los taludes no sobrepase los 10 metros (recomendable entre 5 y 7 metros) y que las terrazas tengan un ancho entre 2.5 a 5 metros, tanto las temporales como las finales, al llegar a la cota última de explotación. Si es necesario realizar detonaciones para disgregar y pre fracturar la roca caliza existente y realizar con facilidad el



escariado, se contratará una compañía con experiencia comprobada en detonaciones (tronaduras) y voladuras de roca. Para la recuperación de cortes finales en los taludes y terrazas, debe de prepararse el terreno para que la revegetación tenga éxito y se restaure el terreno intervenido. (GORDON, 1995).

#### **4.1.12 PLAN DE SEGURIDAD A LOS TRABAJADORES.**

El presente plan tiene como objetivo proporcionar las medidas que prevengan o eliminen los posibles riesgos de accidentes de trabajo y la mala salud de los trabajadores, de tal manera que se lleven a cabo prácticas seguras de trabajo. El mayor beneficio que se obtiene de la aplicación de dichas medidas es la conservación de la vida humana, además de un beneficio económico por la efectividad y eficiencia con que se llevan a cabo las tareas y, el buen estado con que se conservan el equipo o maquinaria.

Se recomienda impartir a los trabajadores una charla de concienciación de la seguridad en el trabajo, antes de empezar operaciones, haciéndoles de su conocimiento los beneficios que obtendrán ellos personalmente, así como para la empresa. Entre estos beneficios se pueden mencionar:

- Evitar que los trabajadores sufran lesiones temporales o permanentes que los afecten significativamente, lo cual como consecuencia afecta el funcionamiento de la empresa por los atrasos y bajas en la productividad.
- Prevenir enfermedades de trabajo, las cuales en función del tiempo se tornan crónicas.
- Evitar la pérdida de imagen y credibilidad como buena empresa o empresario, no dañando el medio ambiente y cuidando la salud y seguridad de los trabajadores.

#### **4.1.13 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL FÍSICO (AIRE, RUIDO Y SUELOS).**

Es el conjunto de medidas o consideraciones expuestas en forma de planes



descriptivos sobre las acciones a tomar para contrarrestar y mitigar los efectos causados por los impactos adversos identificados. También pueden presentarse como una lista de recomendaciones concretas que deben de aplicarse para proteger o compensar cada uno de los factores ambientales que se identificaron como actual o potencialmente afectados.

Las medidas preventivas o correctivas para la adecuada conservación y protección de la calidad del ambiente en el área de influencia del proyecto o actividad, pueden incluir:

- El evitar completamente el o los impactos al ejecutar la acción o partes de la misma que provocan dicho o dichos impactos.
- El disminuir el o los impactos y limitar el grado o magnitud de la acción y su ejecución.
- El rectificar el o los impactos, al reparar, rehabilitar, restaurar o compensar el o los ecosistemas afectados.
- El reducir o eliminar el o los impactos, paso a paso, con acciones de conservación y mantenimiento durante el periodo que dure la acción que provoca el impacto.
- El compensar, el reemplazar o sustituir los recursos afectados o la calidad del ecosistema deteriorado.

**A. ATMÓSFERA.-** Las emisiones de gases al ambiente serán producidas por los motores de los camiones y maquinaria y por el polvo generado por la actividad propia de extracción, para lo cual se deberán implementar las siguientes medidas:

- Riego del camino y vías interiores de terracería, así como en las áreas de acopio de material.
- Los equipos y motores de combustión interna, así como el equipo accesorio, deberán estar en buenas condiciones de funcionamiento para reducir la contaminación de la calidad del aire, derivado de los gases de escape.



- Reducción de la velocidad de circulación en caminos de terracería (10-20 Km/h).
- Riego de las pilas de materiales que se cargan sobre los camiones de volteo.
- Limitar el trabajo de las unidades más molestas a horas diurnas, para evitar ruido nocturno y generación de gases.
- Utilización de agua en los procesos que lo permitan, para evitar desprendimiento de partículas.
- Si se genera ruido arriba de los 80 dB(A), utilizar equipo protector: tapones u orejeras (ver Plan de Seguridad e Higiene Industrial).
- Establecer jornadas de trabajo apropiadas que no causen molestias a los habitantes cercanos a las actividades de explotación, si este fuera el caso.
- Dar mantenimiento periódico a los equipos y maquinaria para seguridad de uso y minimizar el ruido y emisiones de gases contaminantes.

**B. SUELO.-** En lo posible realizar el mínimo de movimiento de tierras. Atacar los frentes de explotación donde la roca/afloramiento esté más expuesta, de no ser así, aplicar la recomendación anterior de acumular la capa de suelo (tierra vegetal) que se remueva para restaurar el área de explotación al finalizar las actividades.

El suelo fértil de los frentes de explotación que se remueva, será apilado y protegido para evitar que se transporte por escorrentía (arrastre) y para que pueda ser reutilizado posteriormente en la recuperación del terreno, o sea usado para fertilización de otros sitios donde se vaya a cultivar por parte de los trabajadores locales de la finca.

Si el suelo no se puede reinstalar en un período de tiempo corto, deberá apilarse en montones o filas de poca altura para evitar su compactación, así como revegetarse para que no pierda sus propiedades químicas, p.e. con leguminosas que tiene la propiedad de tomar el nitrógeno del aire y fijarlo en el suelo.



De ser necesario enriquecer con materia orgánica los suelos pobres que serán reutilizados.

Reducción de las pendientes de los taludes de vertederos (pilas de material y botaderos) y taludes de explotación, con el fin de disminuir la velocidad y, por tanto, la capacidad erosiva de las láminas del agua y favorecer al mismo tiempo la implantación de la cubierta vegetal que va a fijar los suelos de recuperación en el área.

A medida que los frentes de trabajo se vayan abandonando, es recomendable que sean cubiertos con suelo de la zona para su restauración natural, combinado con reforestación y revegetación.

Llevar un control riguroso de las crecidas de las quebradas o riachuelos, principalmente en la época lluviosa, con el fin de mitigar o eliminar la amenaza por riesgo natural de flujos de lodos y detritos.

Evitar la ubicación de los apilamientos en zonas con peligro de escorrentía fuerte o deslizamientos.

Evitar ubicar el material a comercializarse, en terrenos con pendiente pronunciada, utilizar siempre el patio para almacenaje.

Modelar los apilamientos de modo que su factor de seguridad sea superior a 1.2. Establecer sistemas de drenaje generales y particulares donde se necesite. Limitar o evitar las labores de explotación durante la época lluviosa.

Los cantos rodados y bloques más grandes, de alrededor de 50 cm. de diámetro o mayores, que no se usarán en la trituradora, podrán colocarse a manera de disipadores de energía y sedimentadores cuando llegue la época lluviosa.





#### 4.1.14 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL BIÓTICO (FLORA Y FAUNA).

- A. MINIMIZAR.-** El corte de vegetación donde no haya aprovechamiento forestal, y donde no sea frente de explotación; en lo posible conservar árboles con tallos mayores a 10 cm de diámetro, principalmente en la rehabilitación de caminos y laderas que no van a ser explotadas intensamente.
- B. COMPENSAR.** Mediante el establecimiento de viveros, con especies locales para futuras re-vegetaciones en la zona de explotación.
- C. EVITAR.** Con medidas protectoras de la vegetación existente que no se cortará: Cercar los árboles grandes elegidos para conservar; cuidar que no se corten raíces principales, regar y fertilizar.
- D. COMPENSAR:** Los suelos y la vegetación útiles que se identifiquen en la zona de cantera, se separarán para la utilización como cubierta de las áreas de deposición de material reutilizable y en las áreas explotadas que se vayan abandonando. Los suelos locales son semilleros naturales para el área de explotación.
- E. COMPENSAR.-** Los residuos sólidos orgánicos que se generen, pueden ser utilizados en la preparación de compostaje, como abono en las tareas de reforestación. No se descargará ningún residuo directamente sobre áreas boscosas, aun siendo estas secundarias.
- F. ELIMINAR.-** Prohibir la caza de la fauna silvestre, así como la prohibición de compra o cautiverio de especies animales del área. Tendrán que impartirse charlas de concienciación para evitar la utilización de trampas para caza.
- G. MINIMIZAR.-** Adecuar medidas para la optimización del tráfico y para la



disminución de ruidos.

En este sentido es recomendable no tener horarios nocturnos para evitar ahuyentar a la fauna local.

- H. **CORREGIR.-** Rellenar todos los huecos, zanjas, fosas y cualquier otra excavación o depresión para que no funcione como trampa a la fauna local.
- I. **COMPENSAR.-** En los sitios de disposición de material de desperdicio (botaderos), se depositará el suelo y se recomienda una primera siembra con plantas herbáceas (gramíneas y leguminosas), para crear una alfombra protectora que evite la erosión del suelo. Posteriormente y en función del uso del terreno, se realizará una revegetación con arbustos y árboles. Para ello se utilizarán las especies nativas del sitio del proyecto. En general, entre las medidas de compensación está la reforestación de las áreas con especies propias del lugar para proteger el suelo, rescatar la flora y fauna y crear una barrera que amortigüe los efectos de la intervención.
- J. **COMPENSAR.-** Es conveniente hacer labores de plantación y revegetación en los límites del área de trituración y apilamiento principalmente, con el fin de crear una pantalla vegetal como protección por la generación de polvo, también para recuperar en parte el ecosistema local y mejorar el ornato. De preferencia usar árboles autóctonos o frutales, con la opción de cercos vivos en el límite principal del acceso a la zona de explotación.
- K. **CORREGIR.-** Reforestar las partes altas de quebradas locales, con especies autóctonas donde ya no se harán labores de extracción-ampliación, con el fin de proteger las laderas y apoyar la recuperación del bosque de galería local, de igual manera se pueden revegetar-forestar las orillas de los accesos para recuperación de hábitat y



paisaje.

- L. MINIMIZAR.-** Se recomienda minimizar el corte de vegetación, en lo posible conservar árboles con tallos mayores a 10 cm. de diámetro.
- M. MINIMIZAR.-** Cuando se tengan que cortar árboles-plantas menores a 2 metros de alto, contemplar la posibilidad de trasplantar las unidades de vegetación.
- N. CORREGIR.-** Los residuos sólidos orgánicos que se generen, podrán ser utilizados en la preparación de compostaje para las tareas de reforestación. No se descargará ningún residuo directamente sobre los cauces de agua intermitentes o áreas boscosas.

#### **4.1.15 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL SOCIO - CULTURAL. (PAISAJE, SITIOS ARQUEOLÓGICOS Y CULTURALES).**

El punto de ataque de la explotación debe ser aquel que permita el menor impacto visual durante el tiempo que dure la operación. Para ello se seleccionarán las partes más visibles como punto de primera recuperación ambiental. Tanto en el diseño geométrico como en el punto de ataque, se tomará en cuenta que la operación minera sea rentable, como que la topografía final sea estructuralmente estable; es decir, sin riesgos, con taludes estables.

- A. CORREGIR.-** Redondear taludes, en planta y en alzado, evitando en lo posible aristas y superficies planas y luego plantar con árboles y arbustos que actúen como pantallas visuales para los taludes de corte.
- B. COMPENSAR.-** Las incisiones en el terreno por la extracción, con la creación de zonas, pasillos o cinturones verdes en el interior o inmediaciones de las zonas intervenidas. Es decir, dejar cinturones de vegetación, utilizar cercos vivos, e incluso reforestar en otros sitios dentro del área de influencia aunque no sean intervenidos, como una medida de



compensación.

- C. COMPENSAR.-** Hacer plantaciones tipo jardín, con especies adecuadas, autóctonas, pero que no sean de reproducción agresiva o colonizadora, dirigidas a mejorar la apariencia general del entorno (ornato), de todo el proyecto de explotación de áridos, procedentes de las quebradas de época lluviosa y principalmente en el área de obra civil.
- D. COMPENSAR.-** A medida que se abandonen los frentes de trabajo y se avance en la explotación, es recomendable que se re-vegete en paralelo con las obras de extracción y se acomoden depresiones o la topografía modificada por el corte, con el sobrante de material no utilizado. De ser posible, dejar zonas de poca pendiente sin explotar con el objeto de tener cinturones de vegetación natural originales.
- E. MINIMIZAR.-** Intervenir la topografía alterada de modo que se ajuste lo más posible a la natural; esto se puede hacer utilizando los productos de las excavaciones para rellenar depresiones en lugares que lo necesiten y den un valor agregado al terreno y rectifiquen la topografía alterada. De existir botaderos de material sobrante de canteras, estos deben ser diseñados para que el impacto visual sea el menor posible.
- F. MINIMIZAR.-** Reducir en lo posible el tamaño de los apilamientos de material, esto además es más seguro para los trabajadores (usar un factor de seguridad superior a 1.2).
- G. CORREGIR.-** Remodelar la topografía alterada de modo que se ajuste lo más posible a la natural. Utilizar los productos de movimientos de tierra para rellenar algunas depresiones.
- H. COMPENSAR.-** Plantación de árboles y arbustos que actúen como pantallas visuales, principalmente en los límites de la concesión que en el acceso al área.



- I. **EVITAR.-** Medidas protectoras de la vegetación existente: cercar los árboles grandes que ya existan, cuidar que no se corten raíces principales, regar y fertilizar si fuera necesario.
- J. **COMPENSAR.-** El deterioro del medio con la creación de zonas, pasillos o cinturones verdes en el interior o inmediaciones de las zonas intervenidas en el patio de apilamiento particularmente.
- K. **CORREGIR.-** Retirar los equipos y estructuras que se encuentran en el camino de acceso y sitios de trabajo, que no sean necesarios en futuras operaciones
- L. **MINIMIZAR.-** De manera general los apilamientos en el patio de almacenaje deberán de ser diseñados de tal manera que se mimeticen lo mejor posible con el entorno morfológico y cromático, como ya se indicó, la utilización de pantallas vegetales y jardinería funcionarían bien, con el fin de minimizar el impacto visual de los montículos de material acumulado.
- M. **ELIMINAR.-** Ante la presencia e identificación de sitios arqueológicos, se deberá prohibir la sustracción, promoción y compra de piezas arqueológicas en la zona. Si se encuentra algún tipo de vestigio arqueológico,

#### 4.2 ELEMENTOS MÁS IMPORTANTES DE UNA CANTERA.

Los elementos más importantes son los siguientes (ver figura 7):

1. Plataforma superior.
2. Plataforma de trabajo.
3. Talud de la Cantera.
4. Prisma de deslizamiento.
5. Berma de seguridad.

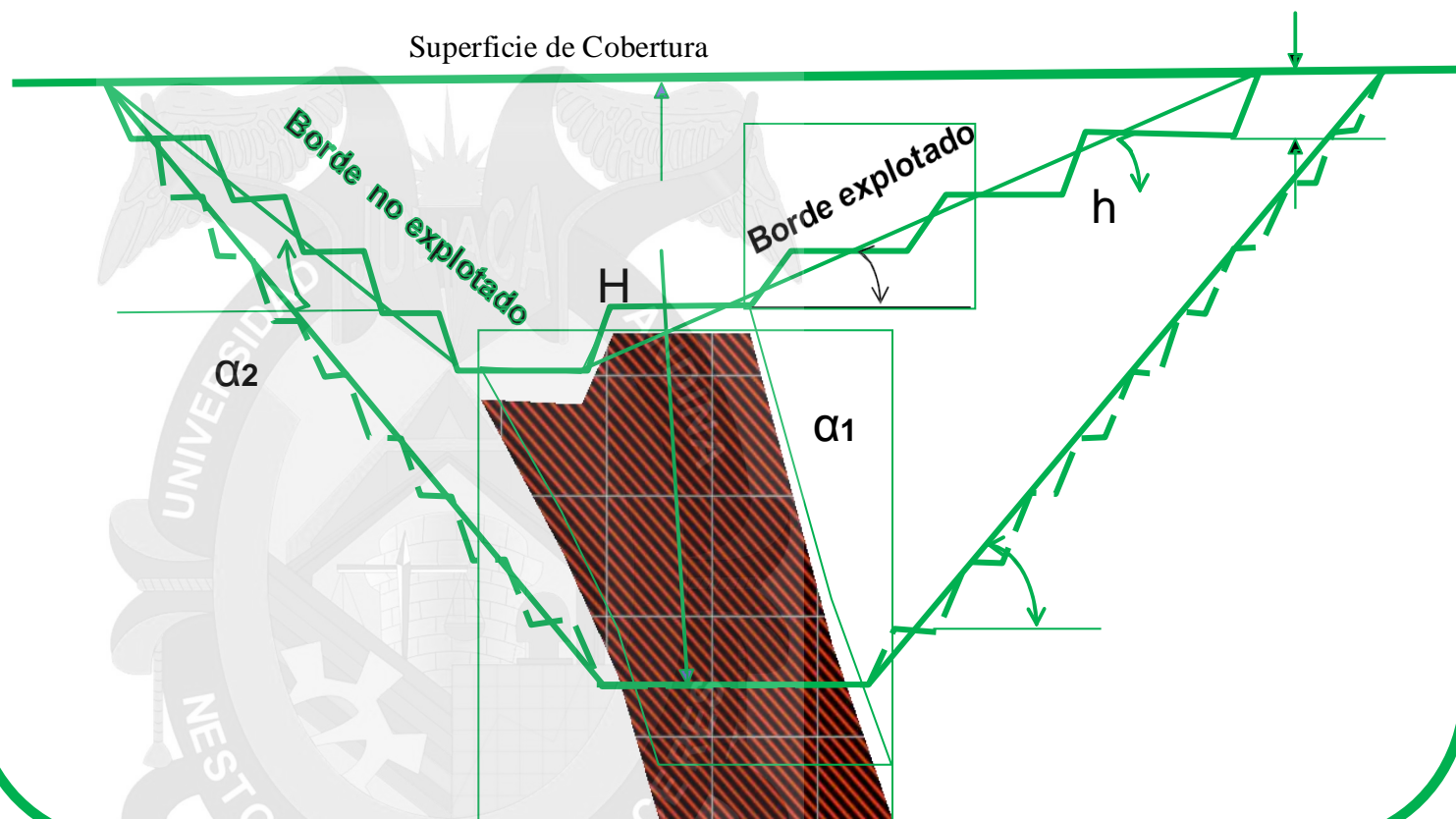


6. Perforaciones para voladura.
- h. Altura de la Cantera.
- a. Ángulo de talud de la cantera.

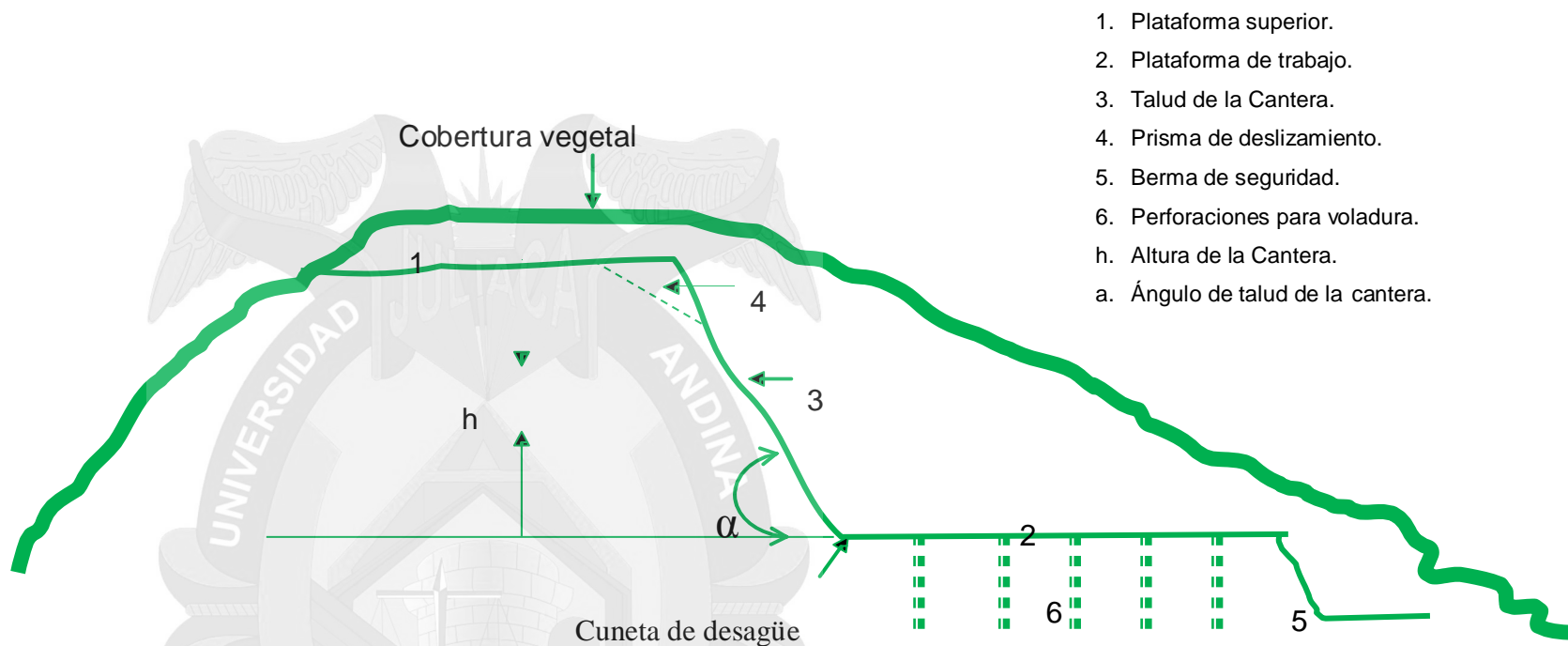


$\alpha$

FIGURA 1  
ELEMENTOS DE UNA CANTERA



**FIGURA 2**  
**ELEMENTOS MÁS IMPORTANTES DE UNA CANTERA**





#### 4.2.1 FASES DE LA EXPLOTACIÓN DE UNA CANTERA.

Las más importantes son:

- Destape.
- Arranque.
- Transporte interno.
- Clasificación.
- Comercialización.
- Almacenamiento.
- Escombreras.

1. **DESTAPE.-** Es la actividad que permite retirar todo el material de sobrecarga y dejar el material útil listo para que sea arrancado por cualquiera de los medios, sea por perforación o voladura (Rocas duras), o mediante retroexcavadora, buldózer con ripper (Rocas suaves).

Esta operación da la oportunidad de conservar el suelo fértil y las especies nativas, semillas, estacas, etc, para reforestar y para la recuperación del espacio explotado

El destape se efectuará excavando trincheras de acceso (camino en la cantera).

Los parámetros básicos de una trinchera son:

- Largo.
- Anchura de fondo.
- Pendiente Ángulo de talud.
- Equipo de excavación.

Y depende del objeto para el que se construya la trinchera.

2. **ARRANQUE.-** Consiste en caso de rocas duras, proceder a la perforación



de canteras descendentes con la ayuda de máquinas de perforación y proceder a la voladura con el uso de explosivos.

- **Voladura.-** Consiste en caso de rocas duras, proceder a la perforación de Bancos descendentes con la ayuda de máquinas de perforación y proceder a la voladura con el uso de explosivos
- **Quebrado.-** Como efecto de la voladura, se obtiene material fragmentado en pedazos que se los puede cargar y transportar en volquetes hasta la fase de trituración.

En el caso de rocas suaves, el arranque se realiza de manera directa, para lo cual se utiliza excavadores que disgregan la roca para que luego sea cargado hasta los volquetes.

3. **TRANSPORTE INTERNO.-** El material heterogéneo dispuesto en la plataforma de trabajo, con la ayuda de la retrocargadora, es alimentado a los camiones, los cuales llevan hasta la zaranda, que se encuentra ubicada fuera o dentro del área de la concesión, para su respectiva clasificación.
4. **CLASIFICACIÓN.-** El material que ha sido quebrado mediante voladura puede ser alimentado a una trituradora de mandíbulas o cónica, desde donde se obtendrán los diferentes productos, como ripio, arena, chispa, etc, para la comercialización.
5. **COMERCIALIZACIÓN.-** Los diferentes tipos de productos que se han preparado en la cantera son comercializados en función de las necesidades del consumidor, para lo cual empresas que no tienen relación con los titulares mineros se encargan de comercializar.

Ocasionalmente los titulares disponen de volquetes y comercializan directamente.



**6. ALMACENAMIENTO.-** El material que no ha sido comercializado, es almacenado en lugares fuera del área de procesamiento de la roca para su posterior comercialización y se los conoce como stocks.

**7. ESCOMBRERAS.-** Lugar en el cual se deposita de manera temporal o definitiva el suelo de cobertura o se deposita el material que no ha sido considerado útil o comercializable, según el caso.

#### **4.3 PLAN DE CIERRE Y ABANDONO DE CANTERAS DE LA VÍA PUNO – JULIACA.**

La etapa de abandono considera los diferentes aspectos orientados al reacondicionamiento de los espacios utilizados durante la ejecución de las obras

##### **4.3.1 RETIRO DE EDIFICACIONES, MATERIALES Y EQUIPOS.**

###### **1. CAMPAMENTO.**

La rehabilitación del área intervenida debe ejecutarse luego del desmantelamiento del campamento. Las principales acciones a llevar a cabo son: eliminación de desechos, clausura de silos y rellenos sanitarios, eliminación de pisos de concreto u otro material utilizado, recuperación de la morfología del área y revegetación, si fuera el caso.

En algunos casos, puede existir la posibilidad de aparición de asentamientos humanos precarios alrededor de los campamentos; y en tal sentido, se requiere la aplicación de medidas para evitar dichos desarrollos poblacionales. En este caso, se efectuarán las coordinaciones necesarias con la población y con las autoridades del gobierno para impedir su localización en áreas aledañas a las que fueron previamente seleccionadas como campamentos para evitar el desarrollo probable de asentamientos poblacionales precarios en base a la localización de dichos campamentos.

Al término del programa de construcción, todos los equipos, estructuras temporarias, herramientas y materiales deberán ser retirados del sitio,



excepto en el caso en que pudieron ser donados a las comunidades para beneficio común, como para ser destinados a escuelas o centros de salud.

En el caso de dismantelar los campamentos, los residuos resultantes deberán ser retirados y dispuestos adecuadamente. Los materiales reciclables deberán ser utilizados o donados a las comunidades

## 2. PLANTAS.

Para el abandono de plantas se deberán considerar las siguientes medidas:

- Al finalizar el funcionamiento de las plantas se procederá a la recomposición total del área afectada. Las áreas contaminadas con derrames de asfalto, aceites, etc. serán removidas hasta 10 cm. por debajo del nivel inferior de la contaminación y el material será colocado en el lugar de disposición final de desechos. El área afectada se adecuará de la misma manera que para los campamentos.
- Todas las construcciones hechas para el funcionamiento de la planta, que incluya pozas para el depósito del asfalto líquido, terraplenes para el carguío o descargue de materiales, pisos para oficinas, viviendas etc. serán demolidas y trasladadas al lugar de disposición de materiales excedentes.
- Terminados los trabajos de operación de la dosificadora se deberán limpiar los lugares destinados a producción de materiales, a fin de restituir las condiciones del lugar previas a la instalación de la planta. Si se han utilizado suelos de aptitud agrícola, se deberán restaurar.

Se retirará absolutamente todo vestigio de ocupación del lugar tales como: chatarra, escombros y aquellas instalaciones de carácter transitorio.

- Sólo podrán permanecer dentro del área de la planta aquellos elementos o estructuras que presten utilidad práctica evidente, que



constituyan una mejora para el ambiente y que sean autorizados por el supervisor.

- El contratista deberá ejecutar un plan de cierre o abandono de las plantas de concreto, restituyendo en lo posible las condiciones originales del paisaje, del suelo, la vegetación, etc. Esto en Etapa de Abandono.

## 2.1 PLANTA DE TRITURACIÓN O CHANCADO.

Al finalizar el funcionamiento de la planta se procederá a la recomposición total del área afectada, recuperando en lo posible su fisonomía natural. Toda las construcciones que han sido hechas para el funcionamiento de la planta serán demolidas y trasladadas a los lugares de disposición final de materiales excedentes.

Al cierre del lugar, se evaluará la compactación del lugar alterado antes del reemplazo del suelo. Las áreas compactadas serán rehabilitadas ya sea mediante arado o, si es necesario, mediante rastrillado.

## 3. PLANTA DE ASFALTO.

Al finalizar el funcionamiento de las plantas se procederá a la recomposición total del área afectada. Las áreas contaminadas con derrames de asfalto, aceites, etc. serán removidas hasta 10 cm. por debajo del nivel inferior de la contaminación y serán colocados en el lugar de disposición final de desechos. El área afectada se adecuará de la misma manera que para el caso de los campamentos.

Las áreas contaminadas con desechos de combustible y lubricantes del patio de máquinas y plantas de asfalto serán limpiadas y el material resultante se depositará en el "relleno sanitario". Al igual, que para el caso de campamentos, se renivelará el material de suelo orgánico almacenado previamente, para permitir el crecimiento de la vegetación típica de la zona.



#### 4.3.2 LIMPIEZA.

Esta referida a la limpieza integral de los lugares que fueron utilizados durante el proceso constructivo. De acuerdo a lo expresado, las áreas que fueron ocupadas por campamentos, patio de máquinas, talleres, plantas de procesamiento, canteras, DME y áreas complementarias deberán ser materia de una limpieza de los desechos, basura en general, residuos, derrames y todo elemento ajeno al entorno natural. Para tales propósitos, serán utilizados los lugares establecidos previamente para la deposición y confinación de los residuos.

#### 4.3.3 NIVELACIÓN Y RECOMPOSICIÓN.

##### 1. CANTERAS.

Durante el proceso de reacondicionamiento, el contratista deberá efectuar las siguientes actividades:

- Restituir el frente explotado, una vez terminada la operación, a las mejores condiciones posibles, de acuerdo al Plan de Restauración Ambiental.
- Retirar los vestigios de ocupación del lugar, tales como chatarra, escombros, construcciones, estructuras, acopios con sus pisos, caminos internos y estacionamientos.
- Rellenar los pozos y huecos con piedras de gran tamaño, de forma que no constituyan un peligro para la salud humana ni para el ambiente.
- Tender una capa de suelo fértil sobre la superficie del préstamo o cantera, ocupando para ello el suelo que se haya acopiado durante la instalación.
- Restaurar la vegetación, de acuerdo al procedimiento indicado en el Plan de Restauración Ambiental.



- Formar una barrera visual si no es posible lograr un paisaje agradable, o si el área es visible desde la carretera o un centro poblado.
- Dejar el área bien drenada para evitar los riesgos de deslizamientos y proteger contra la erosión, mediante plantaciones, drenes, cunetas, escalonamiento del talud, etc.
- Instalar alambrados de seguridad para evitar accidentes de personas o animales.
- Los predios afectados por la extracción de materiales de préstamo pueden ser recuperados de distintas formas que se detallan a continuación. Se debe reconstituir la posibilidad de que el terreno alterado vuelva a ser útil para un determinado uso, compatible con los usos ahí existentes.
- Una vez terminada la explotación se debe perfilar los bordes de manera que se adecuen a la topografía circundante. Los taludes no deberán tener ángulos de inclinación mayores a 45°, para que faciliten la revegetación natural y no produzcan alteraciones mayores al ecosistema y al paisaje. Se debe extender el material orgánico previamente acopiado sobre la zona de explotación y favorecer el crecimiento de la cobertura vegetal para evitar la evolución de procesos erosivos. El fondo de la excavación debe ser emparejado y nivelado.
- También se debe reacondicionar las vías de circulación o acceso y retirar los cercos perimetrales si se establecieron.
- Es muy aconsejable concertar con el propietario del predio para definir las condiciones en las que se deberá adecuar el terreno
- En zonas húmedas, por razones topográficas o climáticas es de esperar que las canteras abandonadas se transformen en estanques receptores



de aguas superficiales o por haberse explotado más allá del nivel de agua subterránea. En estos casos se recomienda recomponer estos espacios para conformar refugios ecológicos o áreas de características naturales para la preservación de la flora y la fauna. En este caso, es necesario perfilar los bordes de los taludes para obtener un aspecto más natural, conformar un perfil transversal adecuando la forma asimétrica.

- En zonas de uso agrícola, será necesario extender la tierra vegetal previamente acopiada con un espesor mínimo de 50 cm. Las pendientes del terreno no deben ser mayores a 15 %. Sin embargo, si el uso del terreno será pecuario (pastizales), las pendientes pueden ser de hasta un 25 %.
- En caso que se decida utilizar el lugar para establecer vertederos de elementos inertes y basura, se recomienda reconformar la superficie e impermeabilizar el fondo del banco de préstamo y sus laterales mediante el empleo de geotextiles y una capa de arcilla. Los residuos deben ser depositados en capas de reducido espesor, compactada y recubierta con 20 cm de tierra o material inerte. Se puede ir depositando otras capas de basura, siempre que la última capa quede nivelada con la superficie de los alrededores y estar revegetada. Se deberá colocar los dispositivos necesarios para permitir la evacuación de los gases producidos durante la fermentación anaeróbica.
- Para facilitar la recuperación del uso del suelo anterior, se recomienda ampliar la superficie de explotación y disminuir la profundidad de la misma. Ello ayudará a evitar la formación de estanques en lugares de precipitación abundante. En caso de no poder ampliar la superficie se debe considerar la utilización de otros yacimientos. Se debe buscar la obtención de un perfil topográfico en forma de hondonada suave, evitando las depresiones abruptas.





- Al finalizar los trabajos se acomodará el material horizontalmente, no permitiéndose el abandono de material aluvial amontonado.
- Tomando en cuenta la dinámica de deposición inicial del material aluvial será necesario la restitución de las terrazas afectadas a sus condiciones iniciales.

## 2. DEPÓSITOS DE MATERIAL EXCEDENTE

Al concluir con la etapa de construcción de la obra, los Depósitos de Material Excedente (DME), deberán quedar adecuadamente conformados de acuerdo a los diseños estipulados en la fase respectiva.

### 4.3.4 TRATAMIENTO BIOLÓGICO.

#### 1. TRATAMIENTO BIOLÓGICO (REVEGETALIZACIÓN Y REFORESTACIÓN)

El Tratamiento Biológico se fundamenta principalmente en el establecimiento de una cobertura vegetal similar a la original, ya que esta incide directamente sobre la fauna que allí debe habitar. Sin embargo, se presentan zonas donde por las limitaciones de clima, suelo y agua, se precisa el establecimiento de especies más resistentes, que cumplan una función específica, como el control de la erosión y estabilización. Esta parte es de vital importancia en la protección de los recursos naturales, para lo cual se deberá tomar en cuenta lo siguiente:

- Las medidas correctoras para minimizar los impactos sobre el medio deberán definir en cada caso el tipo de ecosistema un programa de revegetalización o reforestación en el cual se identifiquen las especies vegetales adecuadas, distribución, emplazamiento de medidas de revegetación o reforestación.
- Los cortes de taludes, deslizamientos, escombros, etc. que afectan el paisaje deben ser tratados con un proceso de revegetalización o



reforestación con especies similares al del entorno o las mismas especies de tal forma que se dé continuidad a las áreas afectadas.

- Los tratamientos Biológicos deberán realizarse en épocas adecuadas de acuerdo al calendario forestal y el sistema de riego a emplearse, si hace bajo riego por secano se deberá considerar la época de lluvia para la siembra

## 2. REVEGETALIZACIÓN.

La revegetalización además de detener los procesos erosivos en los terrenos degradados de las carreteras, desempeña otra serie de funciones técnicas como estéticas.

La vegetación cumple una importante función de protección de los suelos evitando los siguientes problemas:

- Que se produzca el arrastre de los sedimentos finos por acción de las gotas de agua de las lluvias. La vegetación con sus hojas y raíces desarrolladas amortigua el impacto de las gotas que se produce sobre el material suelto, además de reducir la velocidad de escorrentía del agua superficial.
- Que el sustrato sea disgregado por la acción de las aguas. Las plantas con sus raíces superficiales y profundas mantiene la cohesión del terreno proporcionando la fijación del mismo.
- Que el agua se escurra por las laderas mediante la extracción de la humedad del suelo por las plantas hacia la atmósfera. Las raíces y las hojas de las plantas por la evapotranspiración cumplen la importante función de extraer el agua de los suelos.
- Que la acción del viento, especialmente en lugares áridos, arrastre las partículas de suelo. La cobertura vegetal disminuye la erosión eólica

de las áreas expuestas.

Las especificaciones Generales para el Proceso de Revegetación son:

- El proceso de revegetación deberá considerar la plantación de especies herbáceas y/o gramíneas locales.
- Las plantaciones en los taludes deben ser acomodadas de tal forma que se asemeje a la distribución de las formaciones naturales, en la mayoría de los casos irregulares.
- Es recomendable el uso de especies locales y en las áreas Naturales Protegidas donde se conserva la biodiversidad se debe tener cuidado con el ingreso de nuevas especies o especies exóticas.

### 3. REFORESTACIÓN.

La reforestación considera la plantación de especies forestales y/o arbustivas las cuales contribuyen a la estabilización de los taludes y reducen el proceso de erosión. El sistema de plantación depende directamente de la densidad y las características del suelo influyen también en el crecimiento de los árboles.

Los sistemas de plantación pueden ser:

- **Plantación en cuadrado:** los árboles se sitúan en los vértices del cuadrado
- **Plantación en rectángulo:** El sistema es similar a la plantación en cuadrado, pero la distancia entre plantas en líneas es mayor que la distancia entre filas (en terrenos con pendiente, para evitar la competencia excesiva entre árboles. En terrenos planos, para facilitar el mantenimiento mecánico, la distancia entre líneas puede ser mayor a la distancia entre plantas.



Para terrenos en fuertes pendientes y expuestos a la erosión, los sistemas de plantación en cuadrado y rectángulo no son recomendables, puesto que el suelo no está protegido entre las líneas de plantación.

Plantación en tresbolillo o en triángulo equilátero: en esta distribución, el espaciamiento entre plantas es igual en todas las direcciones, es decir los árboles se sitúan en los vértices de triángulos equiláteros. Este sistema es uno de los mejores para disminuir el proceso de erosión, porque no quedan fajas rectas sin árboles a lo largo de la pendiente. También es apropiada para cortinas rompevientos, porque queda más tupida y cubre mejor el espacio.

- **Plantación en curvas de nivel:** Es un sistema se aplica a terrenos con pendientes, par a controlar la erosión. El número de plantas, por unidad de área, varía en función de la separación entre las curvas de nivel y la pendiente del terreno. Una pendiente más fuerte, pide un número de curvas de nivel más grande. Para aumentar la eficiencia antierosiva del sistema, se colocan las plantas intercaladas, de tal manera que no se forman fajas sin árboles.
- **Plantación en quincunce:** La marcación es igual a la marcación en cuadrado, pero además en el centro de 4 árboles se sitúa otro árbol.

#### 4. SELECCIÓN DE ESPECIES.

- Se recomienda la selección de especies nativas de cada uno de los ecosistemas donde se realizan las obras, considerando que estas plantas están adaptadas a las condiciones particulares de esa área. En lo posible hay que evitar la plantación de especies vegetales que requieran riegos continuos o mantenimiento permanente de las poblaciones.
- El éxito de la reforestación se basa en la correcta elección de las especies nativas y densidades que se utilizan en los diferentes estratos (herbáceo, arbustivo y arbóreo).



- El criterio para elegir la planta adecuada deberá estar basada en criterios agronómicos, de adaptación ecológica al medio, exigencias de tamaño y vigor vegetal, así como aspectos estéticos.
- Para identificar las especies nativas que son aptas para el proceso de revegetación de un sector afectado por la construcción vial inicialmente se hace un estudio o catalogo florístico de las plantas de la zona, basado en colectas y la identificación científica en herbarios especializados. Con las identificaciones se elabora un listado de las especies susceptibles de empleo, ordenándolas por hábito, substrato, ecología, fenología de la planta, capacidad de germinación de las semillas, etc. Conocidas las especies se deben realizar experimentos de germinación, transplante de plantas adultas, verificación del grado de enraizamiento, soporte a la desecación y manipuleo, densidad de siembra, disposición en los taludes, etc.
- Cuando se va a realizar el proceso de selección de especies para la revegetación de taludes, es importante considerar en lo posible el uso de una mezcla de especies que incluyan gramíneas y leguminosas que tengan ciclos de vida diferentes. Este hecho posibilitará una protección permanente de las laderas.

## 5. PREPARACIÓN DEL TERRENO.

- La tierra vegetal que se encuentra en los primeros centímetros de los suelos puede ser extraída, evitando que en ciertos lugares profundice demasiado para que no se mezcle el suelo estéril con la capa orgánica superficial. Una vez amontonado el material debe ser cargado y transportado a las explanadas. A medida que el trazado vial y las obras de arte (cunetas, alcantarillas, zanjas de coronamiento, badenes y bajantes) se van concluyendo, se inicia la reutilización de la tierra vegetal acumulada para la recuperación de los taludes conformados en la construcción del camino de acceso.



- El extendido de tierra vegetal deberá ser realizado manualmente por obreros con sus respectivas palas. Los taludes donde se extenderá la tierra deben tener pendientes adecuadas que posibiliten un equilibrio mecánico inicial. El extendido se debe realizar en los sectores de corte encima de la plataforma vial y hacia abajo en las laderas donde se depositó los escombros.
- Considerando que la tierra vegetal contiene raíces, estolones, semillas y una serie de plantas la recuperación de las áreas intervenidas será acelerada de tal forma que en la siguiente época de lluvias la vegetación iniciará el proceso de desarrollo y cubrimiento de los taludes. Las plantas establecidas y con profundo enraizamiento protegerán las laderas de los procesos erosivos de las aguas y el viento. El desarrollo de la vegetación en las laderas a largo plazo permitirá ahorros en el mantenimiento periódico y rutinario de la vía de acceso.

## 6. MÉTODOS DE SIEMBRA.

La siembra puede suministrar hábitats adicionales para sostener la flora, la fauna local y rutas migratorias para los animales locales, al mismo tiempo que ayuda a prevenir la erosión. Las especies de plantas de borde tal vez deban escogerse por su resistencia al viento o al fuego en algunas áreas. En la medida de lo posible, la siembra debe realizarse con plantas nativas que no requieran mucho mantenimiento y que sean beneficiosas para mantener la integridad del ecosistema.

- En campo se deberá proceder al transplante de los plántones y a su establecimiento definitivo en lugares seleccionados previo proceso de aclimatación en campo y la excavación de los hoyos. Dependiendo del ecosistema y pendientes se podrá seleccionar la metodología de apertura de huecos de 50 cm. de profundidad o bien conformando camellones o media lunas de captación y retención de las aguas.
- Las plantaciones en los taludes deben ser acomodadas de tal forma que



se asemeje a la distribución de las formaciones naturales

- Con el fin de evitar problemas de ausencia de visibilidad se deberá plantar en los bordes de las carreteras especies herbáceas o arbustivas de porte mediano.
- En zonas próximas o adyacentes a la carretera donde existan canteras o depósitos de material excedente se deberá realizar plantaciones como cortinas para proteger y atenuar esos elementos antiestéticos que dañan el paisaje.
- En el caso del empleo de hidrosiembra este debe realizarse con especies locales. Este proceso debe ser probado antes de ejecutar las actividades de revegetación, es decir debe haber una investigación técnica previa que pruebe que la aplicación del método es efectivo bajo las condiciones ambientales y de substrato en el que se esta aplicando la metodología.

## 7. USO DE MALLAS BIODEGRADABLES.

Las mallas biodegradables tienen una serie de presentaciones en la cual se utilizan componentes orgánicos como geomallas, mantas orgánicas, geofombras o el sistema de geoceldas, para el control de la erosión superficial.

Se usan fibras naturales (coco, esparto, paja) como protección temporal y fibras sintéticas (nylon, polietileno) que dan una protección a más largo plazo.

Se utilizan mucho las geomallas y las mallas orgánicas, formadas por componentes orgánicos. Las geomallas dan un efecto de refuerzo estructural y de control parcial de la erosión superficial, creando unos pequeños diques de retención evitando que la tierra y las semillas sean arrastradas. Éstas dan una protección contra la erosión más duradera y más resistente que la



siembra con enconjinamiento seco o una hidrosiembra. Se acostumbran a aplicar donde sea necesaria una protección temporal de la erosión superficial y un establecimiento y consolidación de la vegetación, como soporte estructural de siembras y enconjinamientos, entre otros. Las mantas orgánicas son otro tipo de sistema para la reducción de la erosión, muy parecido a las geomallas.

## 8. USO DE MALLAS METÁLICAS.

El uso de mallas metálicas es para la estabilización de taludes y protección en vías de comunicación y urbanas contra la caída de piedras. Son enrejados de malas hexagonales de triple torsión de alambre galvanizado reforzado y, según necesidades, además, plastificados con P.V.C.

- El anclaje de la malla se efectuará mediante el agarre de varias mallas a cada piquete. Se aconseja la colocación de un redondo continuo o cable de acero, fijado a los piquetes de coronación, sobre el que se sujetará el enrejado.
- El despliegue de rollos de mallas metálicas se desplegarán hasta la parte inferior del talud y cosido entre sí de los bordes de cada rollo con alambre de las mismas características.
- La fijación de la mallas al talud se sujetará mediante el empleo de piquetes, que se hincarán en forma discrecional.
- La fijación de la malla al borde al interior de talud se hará, hincando piquetes entre las mallas a cada metro de distancia aproximadamente o bien con la terminación del cosido del enrejado a un tubo o barra metálica galvanizada.

## 9. USO DE SISTEMAS COMBINADOS.

El uso de sistemas combinados de estabilización de taludes es una técnica que permite la utilización de plantas como elementos de construcción en





las obras de recuperación del entorno ambiental, de manera aislada o en combinación con materiales inertes como la piedra, la madera y el acero. Esto funciona con protección contra los agentes erosivos y ayuda a la estabilización de taludes frente a los deslizamientos. Los objetivos de la conservación ambiental por el establecimiento de la protección de taludes mediante sistemas combinados son:

- El de evitar o minimizar las afectaciones a la vegetación natural por efecto de la construcción vial.
- Acelerar el proceso de recuperación de la cobertura vegetal en los taludes de las laderas y plataforma vial para evitar que las aguas superficiales y el viento produzcan procesos de erosión hídrica y eólica.



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

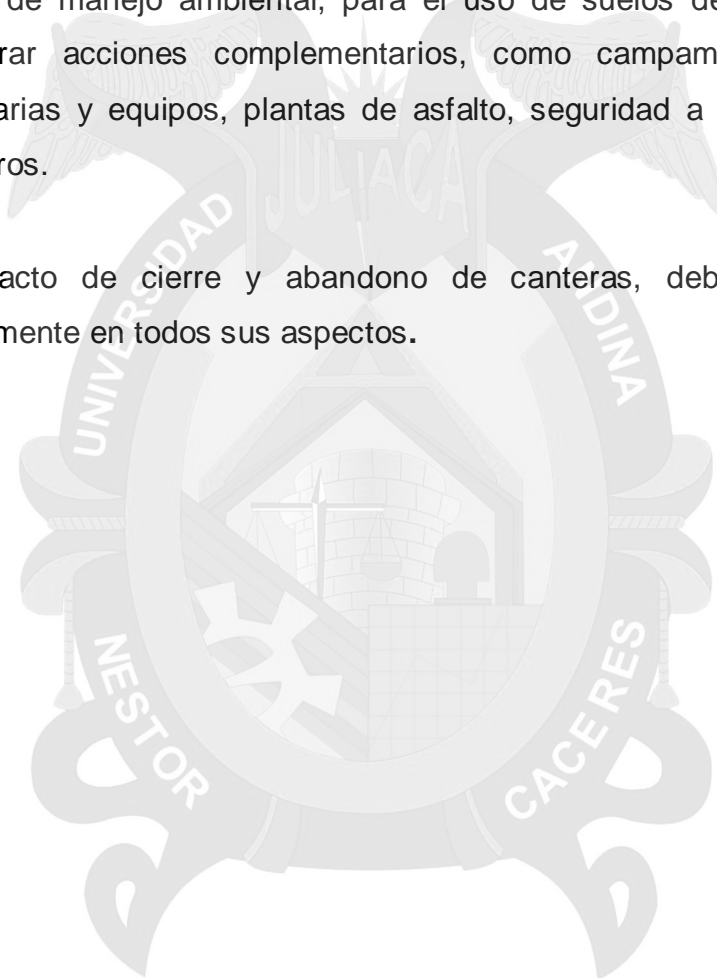
- **CONCLUSIONES.**

1. La construcción y mantenimiento de la vía asfaltada Puno – Juliaca, ha empleado canteras de suelos, próximos a la vía en referencia, de tal manera que han ocasionado alteraciones ambientales, las que siguen originando impactos ambientales negativos, que deben ser mitigados y restaurados.
2. La explotación de canteras, en la actualidad, ha merecido la formulación de normas y dispositivos, que permita el cuidado del medio ambiente; por lo que en adelante en cada caso de uso de suelos de canteras, debe efectuarse, previa formulación de un plan de manejo ambiental, donde se tome en cuenta medidas preventivas y de mitigación.
3. En el caso de concluir el uso de canteras de suelos, debe formularse un plan de cierre y abandono, que considere la restitución del área adecuada.



- **RECOMENDACIONES.**

1. En la actualidad, las normas y reglamentos, referidos a construcción de carreteras, considera el cuidado del medio ambiente, por lo que debe cumplirse de manera irrestricta, las referidas normas y reglamentos.
2. El plan de manejo ambiental, para el uso de suelos de canteras, debe considerar acciones complementarios, como campamentos, patio de maquinarias y equipos, plantas de asfalto, seguridad a los trabajadores, entre otros.
3. En el acto de cierre y abandono de canteras, debe ser restituído integralmente en todos sus aspectos.





## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. AMVA, SMAM, EPM. IUCMA. 2010. Manual de Gestión Socio Ambiental para Obras en Construcción. Editorial CPUNC-SM. Colombia.
2. GOMEZ, D. (2002). Evaluación de Impacto Ambiental, un instrumento preventivo para la gestión ambiental. 2da. Edición. Mundi Prensa. España.
3. FERNÁNDEZ, I. (1982). Mejoramiento y Estabilización de Suelos. Limusa Wiley. México.
4. OLIVERA, F. (2004). Estructuración de Vías Terrestres. Compañía Editorial Continental, S.A. de C. V. México.
5. GORDON, G. y ALDANA, M. (1995). Caminos Rurales con Impactos Mínimos. Un manual de capacitación con énfasis sobre planificación ambiental, drenajes, estabilización de taludes y control de erosión.
6. INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. (1998). Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras. Santafé de Bogotá D.C.
7. INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA, (1996). Manual de Restauración de Terrenos y Evaluación de Impactos Ambientales en Minería. Rivadeneyra, S.A., tercera edición.
8. JICA. (2005). Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Nuevo Aeropuerto Internacional de Guatemala. Agencia japonesa para el Desarrollo Internacional.
9. JUÁREZ, E y RICO, A. (1995). Mecánica de Suelos, Tomo I. Facultad de Ingeniería UNAM México.
10. JUÁREZ, E y RICO, A. (1996). Mecánica de Suelos, Tomo II. Facultad de

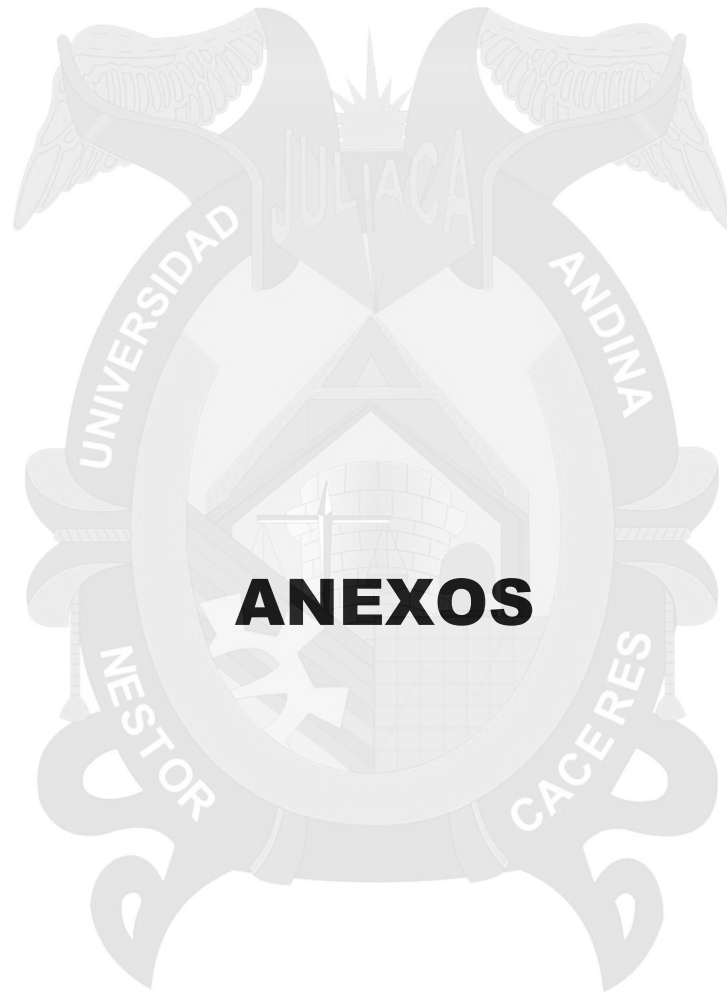


Ingeniería UNAM México.

11. JUÁREZ, E y RICO, A. (1997). Mecánica de Suelos, Tomo III. Flujo de agua en suelos. Facultad de Ingeniería UNAM México.
12. KRAEMER, C. (1989). Los Pavimentos de Hormigón. Características, Tipos y Aplicaciones.
13. LAMBE, T. y WHITMAN, R. (1982) Mecánica de Suelos (Traducción J.A. Jiménez Salas y J.M. Rodríguez), Capítulo I. Limusa. México.
14. LOWWES J. (2001) Propiedades Geofísicas de los Suelos, Me. Graw Hill México.
15. LUDEÑA E., P. (2006) Manual para el Desarrollo de Estudios de Impacto Ambiental de Proyectos Viales. Edit. MOPE. Ecuador.
16. MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES. 2007. Resolución ministerial 073-2007 que identifica costos aplicables a la gestión ambiental de evaluación, control y seguimiento ambiental y otros servicios administrativos del ministerio de ambiente y recursos naturales.
17. MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTE, (1987). El Método de Diseño de Pavimentos Flexibles de Carreteras.
18. MONTEJO, A. (1998) Ingeniería de Pavimentos para Carreteras.
19. MORENO, G. (1974) Comentarios Generales sobre Drenaje.
20. MOPT. LA VIALIDAD LTDA. Criterios y Normas para el Diseño Estructural de Carreteras. Métodos para el Diseño de Espesores para Pavimentos Rígidos.



21. MOPT. (2001) Guía para el Diseño Estructural de Pavimentos Flexibles en Colombia.
22. MONZÓN, A. y ALCAIDE, T. (1994). Metodologías de Evaluación de Impactos Ambientales en Autovías.
23. OLIVARES, P. y ROSARIO, R. (1996). Introducción al Diseño y Construcción de Vías con Suelo-Cemento.
24. OTONIEL, H. (1979). Curso de Pavimentos, Instituto de Vías. Universidad del Cauca.
25. ROBERTSON. P. (1996). Clasificación de suelos usando la prueba de penetración estándar del cono holandés eléctrico.
26. RICO, A. DEL CASTILLO. H. (1998) La Ingeniería de los Suelos en las Vías Terrestres Vol. I y II. Limusa – Noriega Editores México.
27. RICO, A. DEL CASTILLO, H. (1990) La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres, Tomo 1, Obras Complementarias de Drenaje.
28. RICO, A. y DEL CASTILLO, H. (1990) La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres, Tomo 2, Obras Complementarias de Drenaje.
29. SÁNCHEZ, F. (2001). Algunos comentarios sobre el Método de Diseño de Pavimentos Asfálticos Incluidos en la Overseas Road Note 31 del TRL.
30. VALDIVIA M, S. (2009). Instrumentos de gestión Ambiental para el Sector Construcción. Fondo Edit. PUCP. Lima – Perú.





# PANEL FOTOGRÁFICO





**FOTOGRAFÍA 01:** Se observa el desarrollo de actividades de mantenimiento en el km. 12+000 de la vía Puno – Juliaca.



**FOTOGRAFÍA 02:** Se observa el desarrollo de actividades de mantenimiento en el km. 16+000 de la vía Puno – Juliaca.



**FOTOGRAFÍA 03:** Características del campamento de Patallani km. 9+000 de la vía Puno – Juliaca.



**FOTOGRAFÍA 04:** Características del campamento de Patallani km. 9+000 de la vía Puno – Juliaca.



**FOTOGRAFÍA 05:** Características del campamento de Patallani km. 9+000 de la vía Puno – Juliaca.



**FOTOGRAFÍA 06:** Características del campamento de Patallani km. 9+000 de la vía Puno – Juliaca.



**FOTOGRAFÍA 07:** Características del campamento de Patallani km. 9+000 de la vía Puno – Juliaca.



**FOTOGRAFÍA 08:** Se observa el derrame de asfalto que contamina el medio ambiente, campamento Patallani km 9+000 de la vía Puno – Juliaca.



**FOTOGRAFÍA 09:** Se observa la contaminación del agua por derrame de asfalto en el campamento Patallani km. 9+000 de la vía Puno – Juliaca.



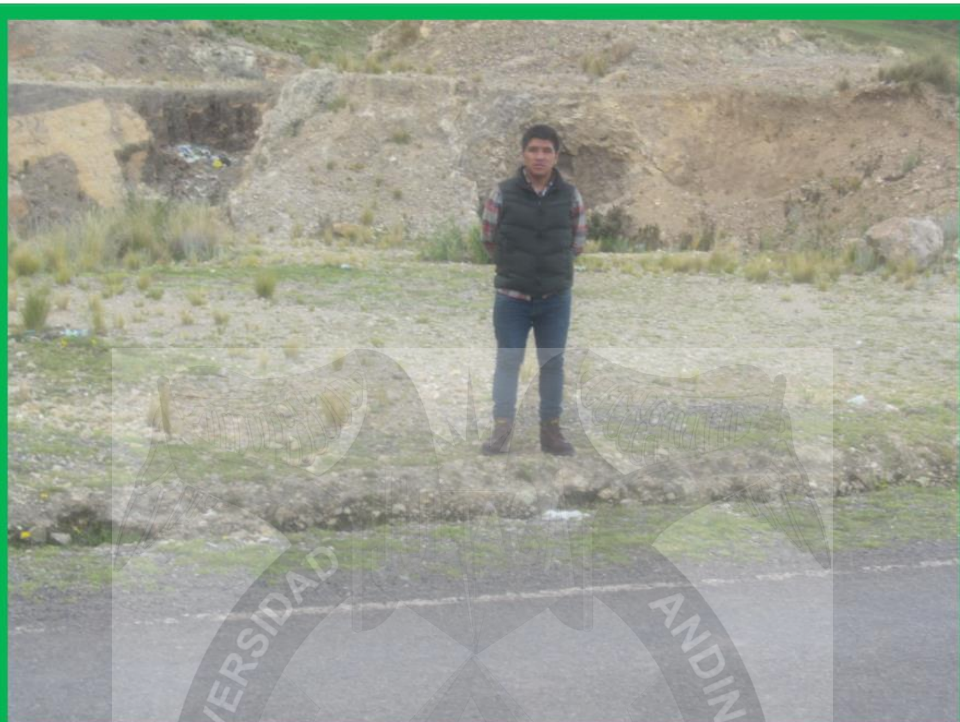
**FOTOGRAFÍA 10:** Se observa la falta de mantenimiento en bermas, con empleo de suelos de cantera, km. 14+000 de la vía Puno – Juliaca.



**FOTOGRAFÍA 11:** Se observa el acceso deteriorado a la cantera Santa Vela de la vía Atuncolla – Sillustani.



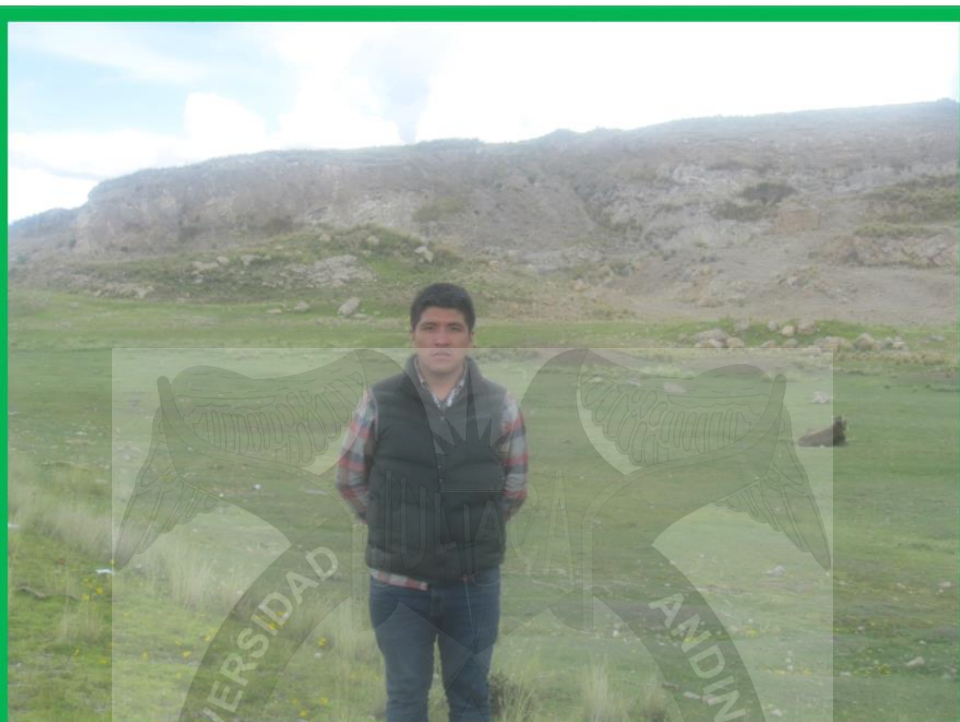
**FOTOGRAFÍA 12:** Se observa la cantera Rumini Macco en la vía Atuncolla – Sillustani sin actividad responsable de cierre y abandono.



**FOTOGRAFÍA 13:** Se observa la cantera Rumini Macco en la vía Atuncolla – Sillustani sin actividad responsable de cierre y abandono.



**FOTOGRAFÍA 14:** Se observa la cantera Rumini Macco en la vía Atuncolla – Sillustani sin actividad responsable de cierre y abandono.



**FOTOGRAFÍA 15:** Se observa la cantera Rumini Macco en la vía Atuncolla – Sillustani sin actividad responsable de cierre y abandono.



**FOTOGRAFÍA 16:** Se observa las actividades de extracción de suelos actualmente en la cantera San Antonio, en la vía Atuncolla – Sillustani.





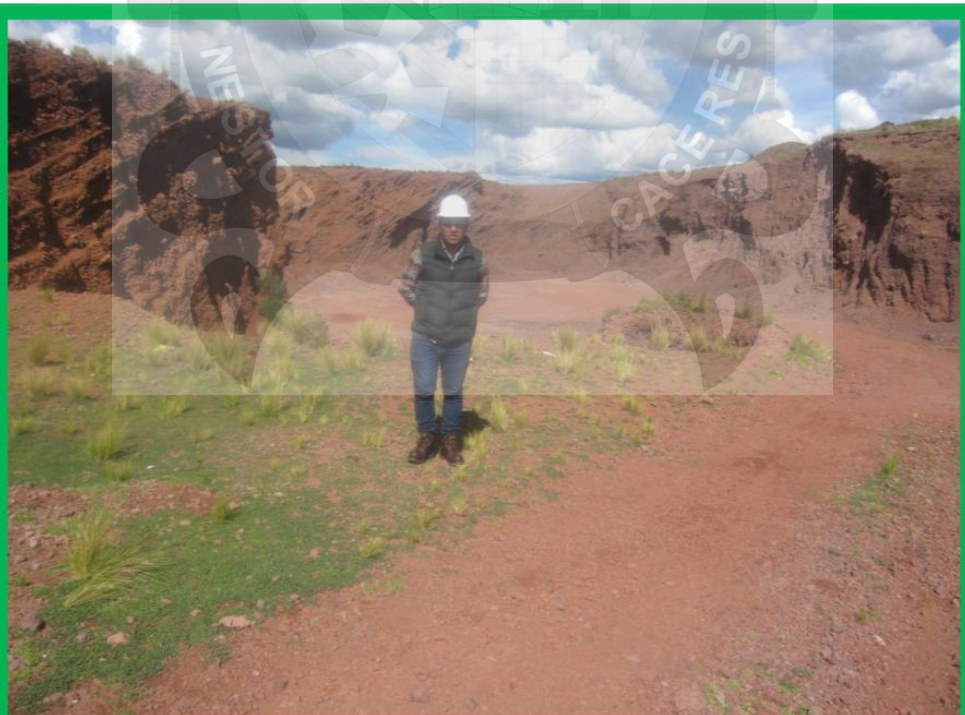
**FOTOGRAFÍA 17:** Se observa las actividades de extracción de suelos actualmente en la cantera San Antonio, en la vía Atuncolla – Sillustani.



**FOTOGRAFÍA 18:** Se observa las actividades de extracción de suelos actualmente en la cantera San Antonio, en la vía Atuncolla – Sillustani.



**FOTOGRAFÍA 19:** Se observa las actividades de extracción de suelos actualmente en la cantera San Antonio, en la vía Atuncolla – Sillustani.



**FOTOGRAFÍA 20:** Se observa las actividades de extracción de suelos actualmente en la cantera San Antonio, en la vía Atuncolla – Sillustani.



**FOTOGRAFÍA 21:** Se observa la extracción de suelos sin planificación en la cantera Taparachi de Juliaca.



**FOTOGRAFÍA 22:** Se observa la extracción de suelos sin planificación en la cantera Taparachi de Juliaca.



**FOTOGRAFÍA 23:** Se observa la extracción de suelos sin planificación en la cantera Taparachi de Juliaca.

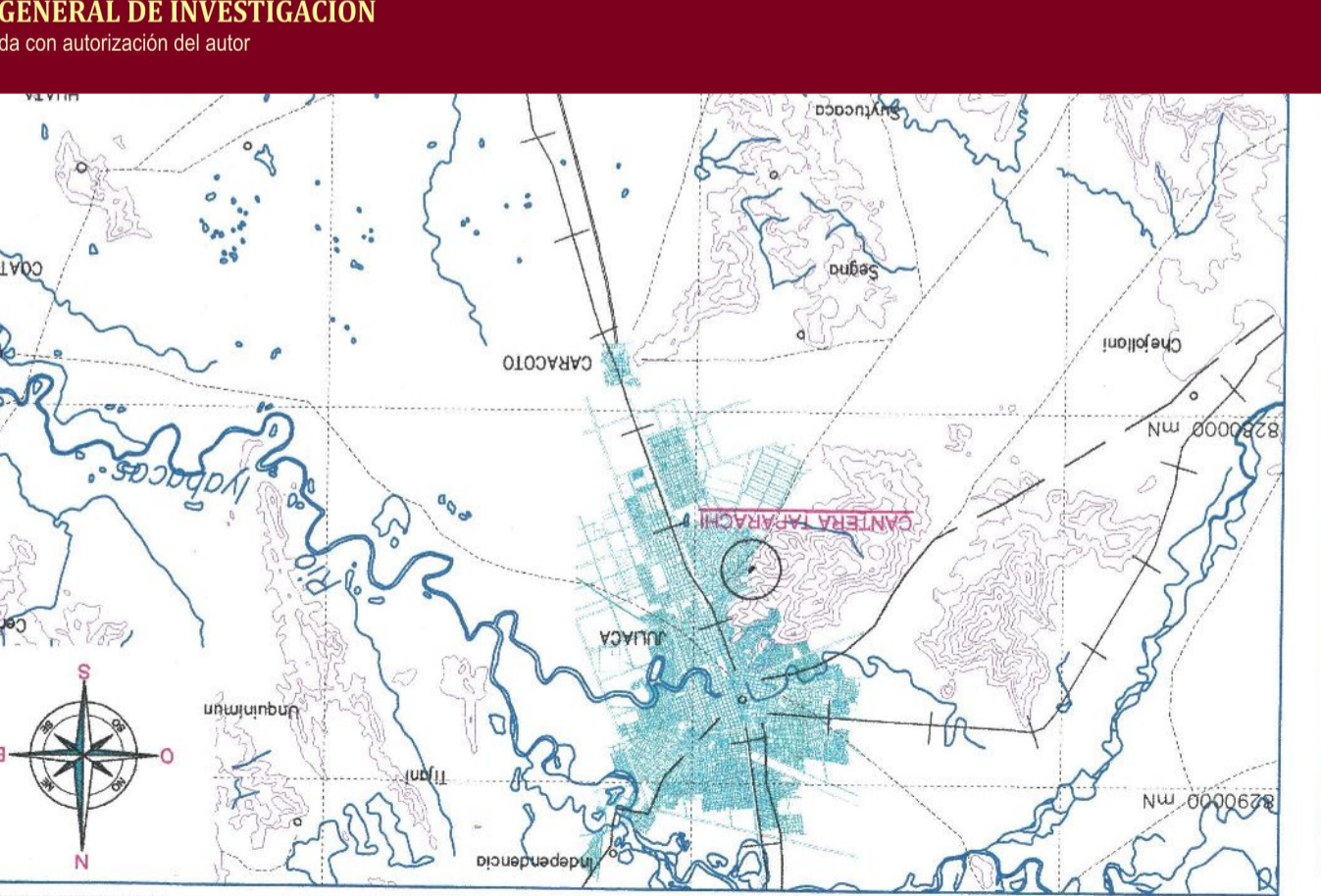
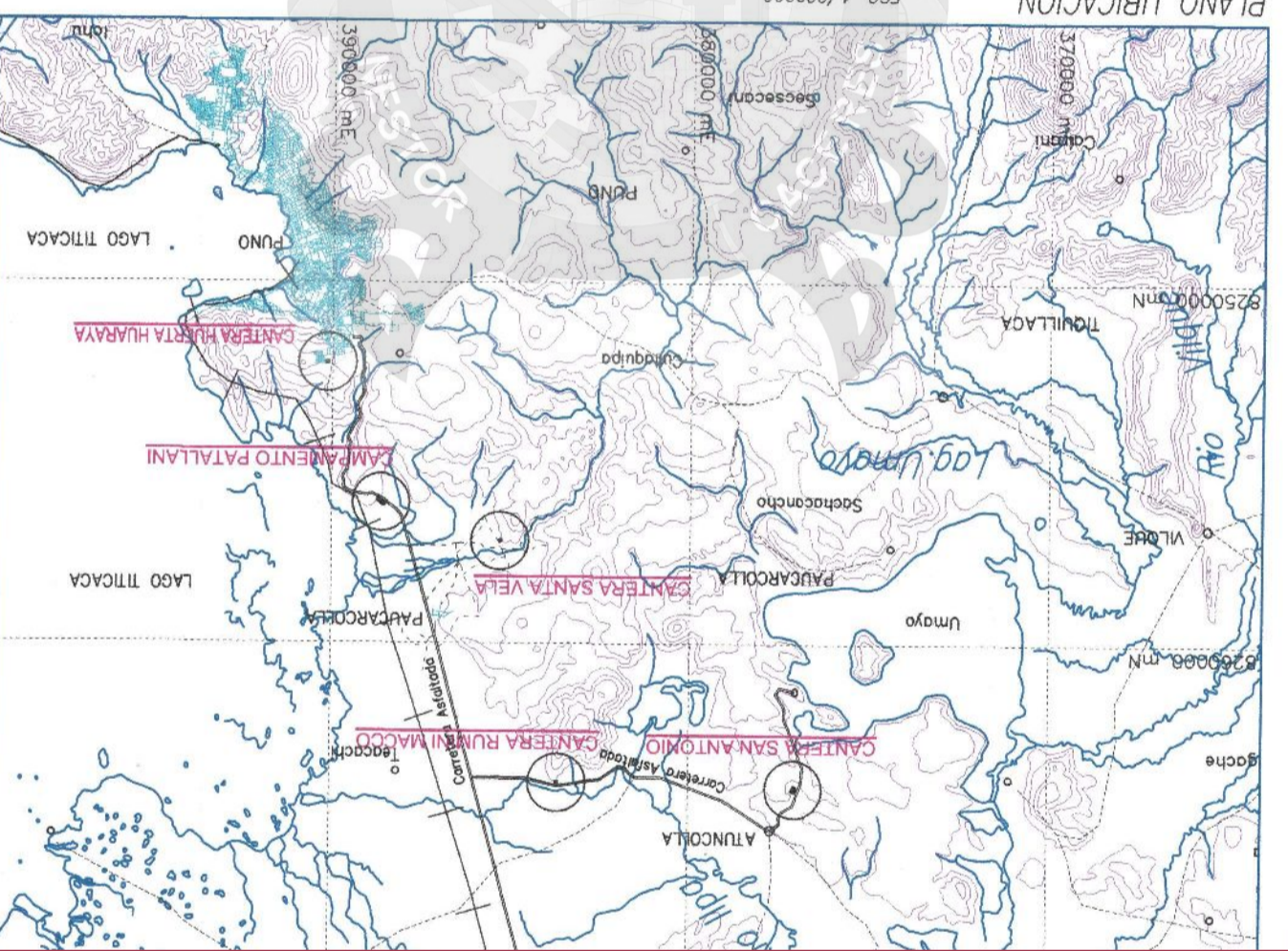


**FOTOGRAFÍA 24:** Se observa la extracción de suelos sin planificación en la cantera Taparachi de Juliaca.

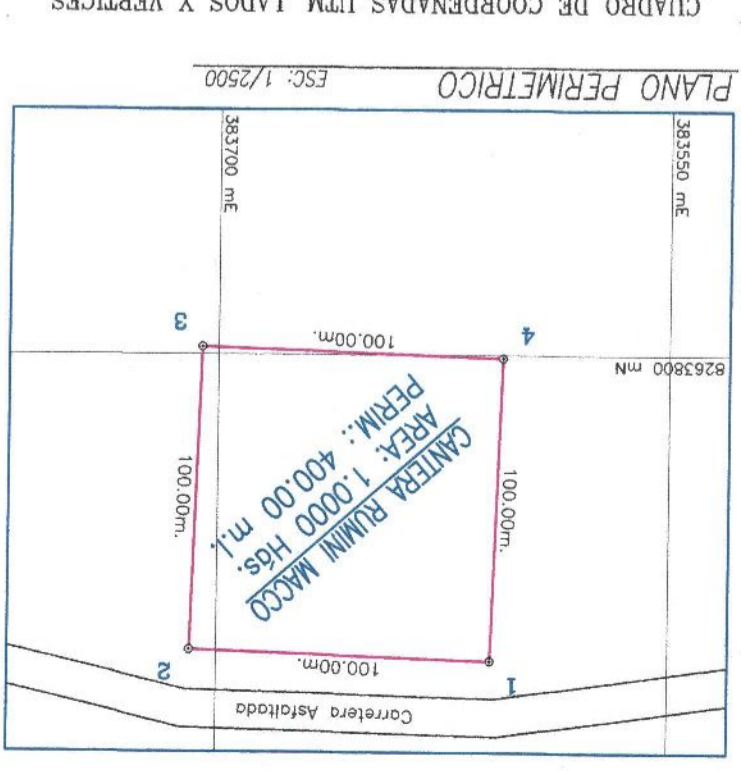


UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
 CAP DE INGENIERIA CIVIL  
 FORMULACION DE METODOLOGIAS AMBIENTALES PARA LA  
 EXPLOTACION DE CANTERAS PARA VIA PUÑO - JULIACA  
 Plano: PLANO DE UBICACION Y CARACTERISTICAS DE CANTERA  
 Fecha: MARZO 2015  
 Bach. Ing. Civil: CARLOS MARRASCAVALLO  
 UANCV  
 INGENIERIA CIVIL  
 Dpto. VARIOS

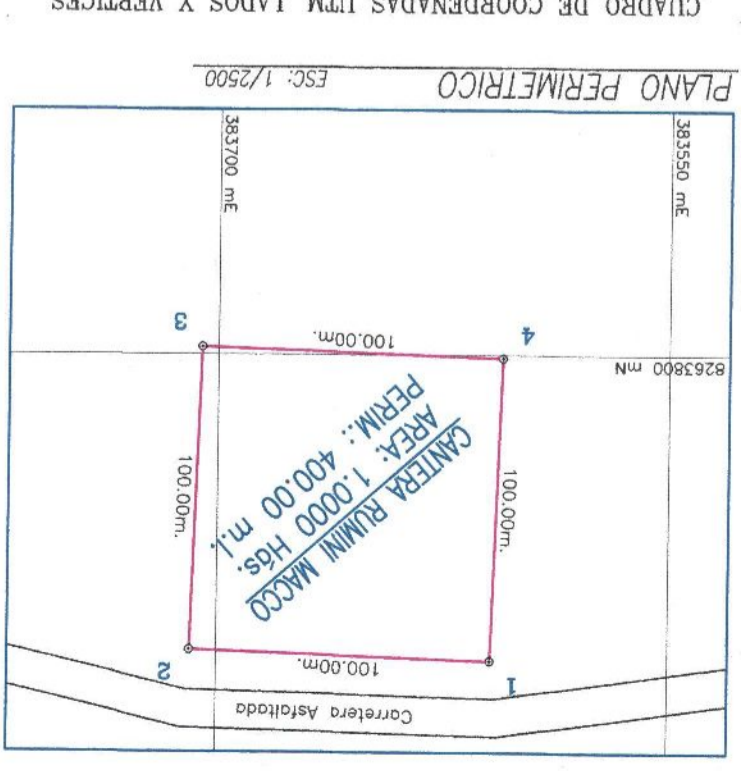
Datum Horizontal: PSAD56; Zona Geográfica: 19 L  
 ESC: 1/20000  
 PLANO UBICACION



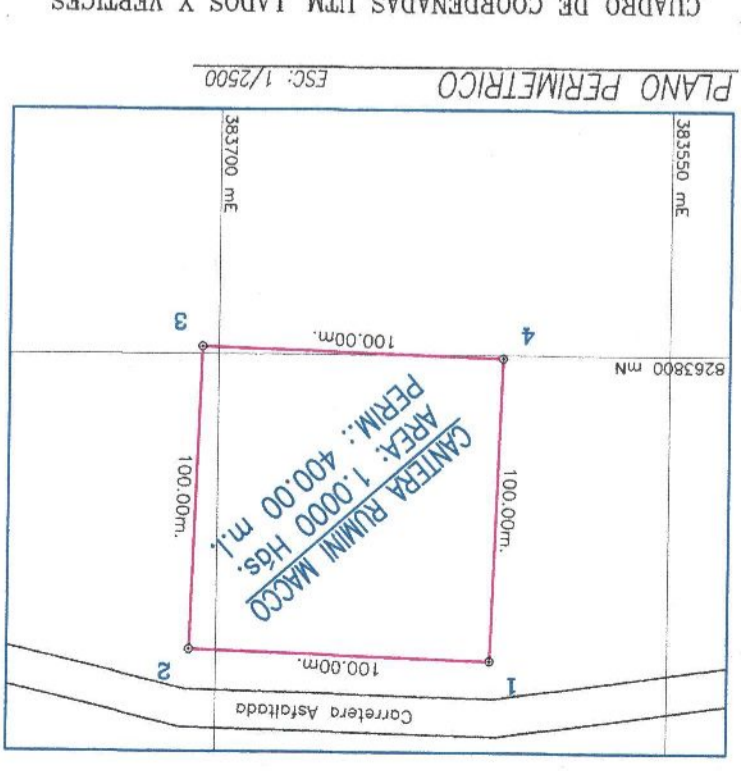
VTC	NORTE(m.)	ESTE(m.)	ANG. INT.	LADOS	LONGITUD	DISTANCIA
1	8263801.0000	383609.0000	90°0'	1-2	100.00	100.00m.l.
2	8263897.4934	383708.9385	90°0'	2-3	100.00	100.00m.l.
3	8263797.5549	383705.4319	90°0'	3-4	100.00	100.00m.l.
4	8263801.0615	383605.4934	90°0'	4-1	100.00	100.00m.l.
SUM. ANG. INT.: 360°0'						
PERIM.: 400.00m.l.						



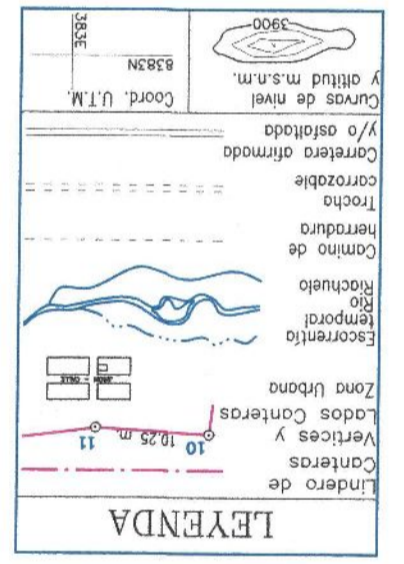
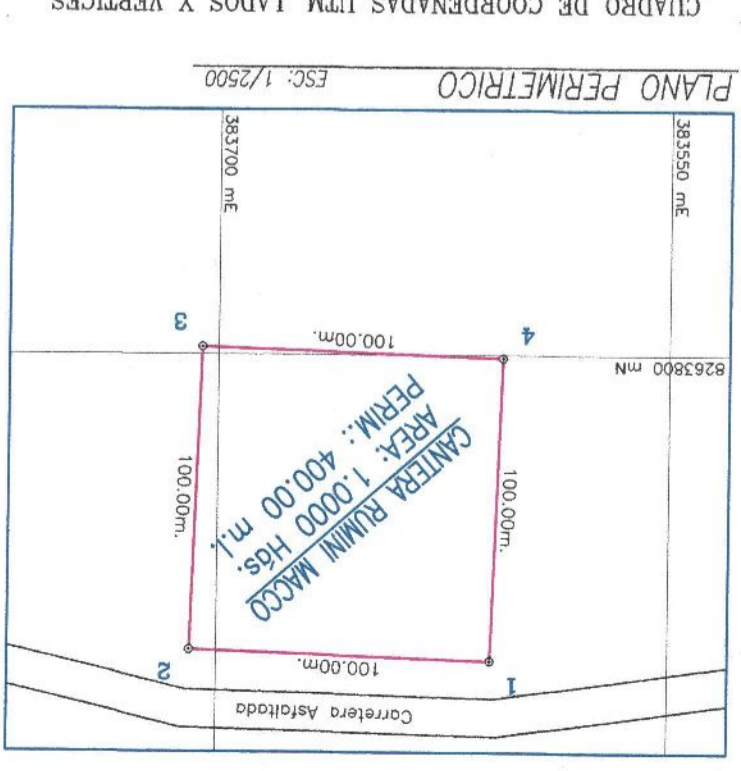
VTC	NORTE(m.)	ESTE(m.)	ANG. INT.	LADOS	LONGITUD	DISTANCIA
1	8264136.6932	377040.7885	90°0'	1-2	150.00	150.00m.l.
2	8264067.8518	377174.0584	90°0'	2-3	200.00	200.00m.l.
3	8263890.1586	377082.2689	90°0'	3-4	150.00	150.00m.l.
4	8263959.0000	376949.0000	90°0'	4-1	200.00	200.00m.l.
SUM. ANG. INT.: 360°0'						
PERIM.: 700.00m.l.						



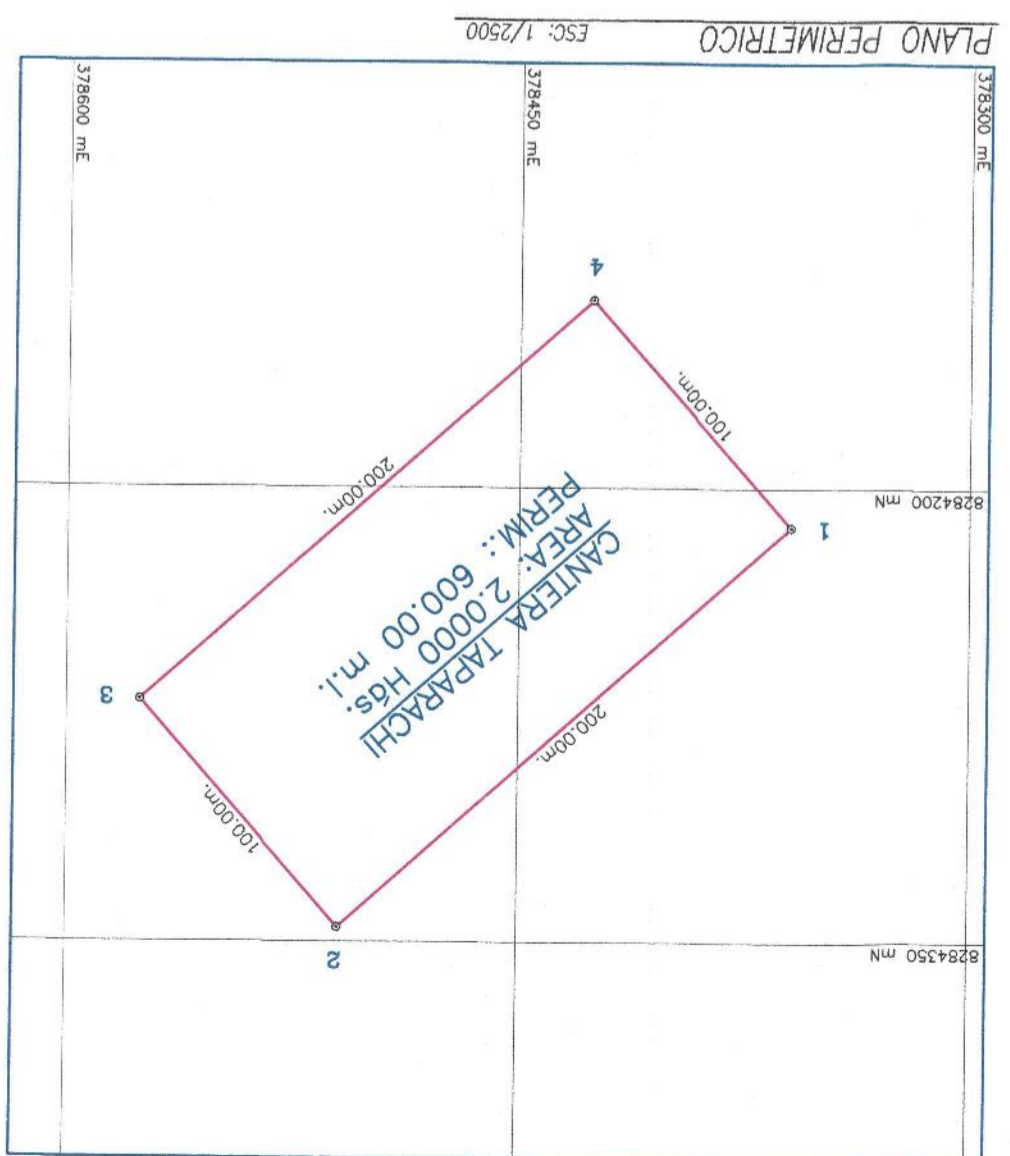
VTC	NORTE(m.)	ESTE(m.)	ANG. INT.	LADOS	LONGITUD	DISTANCIA
1	8252288.0000	39080.0000	90°0'	1-2	100.00	100.00m.l.
2	8252188.0000	39180.0000	90°0'	2-3	100.00	100.00m.l.
3	8252188.0000	39080.0000	90°0'	3-4	100.00	100.00m.l.
4	8252188.0000	39090.0000	90°0'	4-1	100.00	100.00m.l.
SUM. ANG. INT.: 360°0'						
PERIM.: 400.00m.l.						



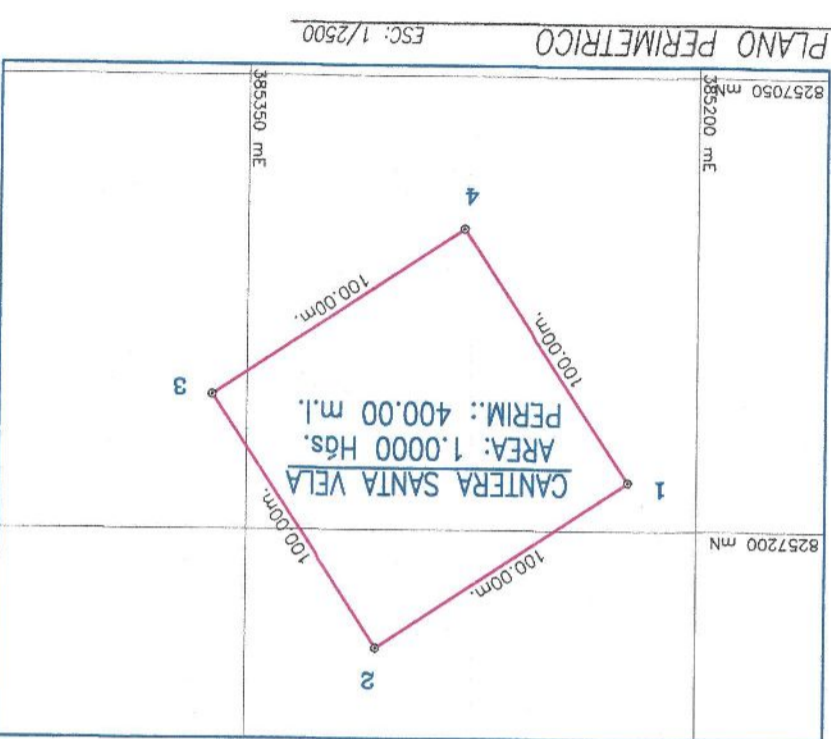
VTC	NORTE(m.)	ESTE(m.)	ANG. INT.	LADOS	LONGITUD	DISTANCIA
1	8256254.6327	388541.8211	89°7'	1-2	284.78	284.78m.l.
2	8256085.7312	388771.1087	93°20'44"	2-3	102.85	102.85m.l.
3	8255999.5311	388715.0630	94°50'20"	3-4	166.79	166.79m.l.
4	8256078.2850	388568.1404	180°23'53"	4-5	64.69	64.69m.l.
5	8256108.4501	388510.9137	173°11'7"	5-6	59.72	59.72m.l.
6	8256142.3690	388461.7622	89°6'55"	6-1	137.89	137.89m.l.
SUM. ANG. INT.: 720°0'						
PERIM.: 816.60m.l.						



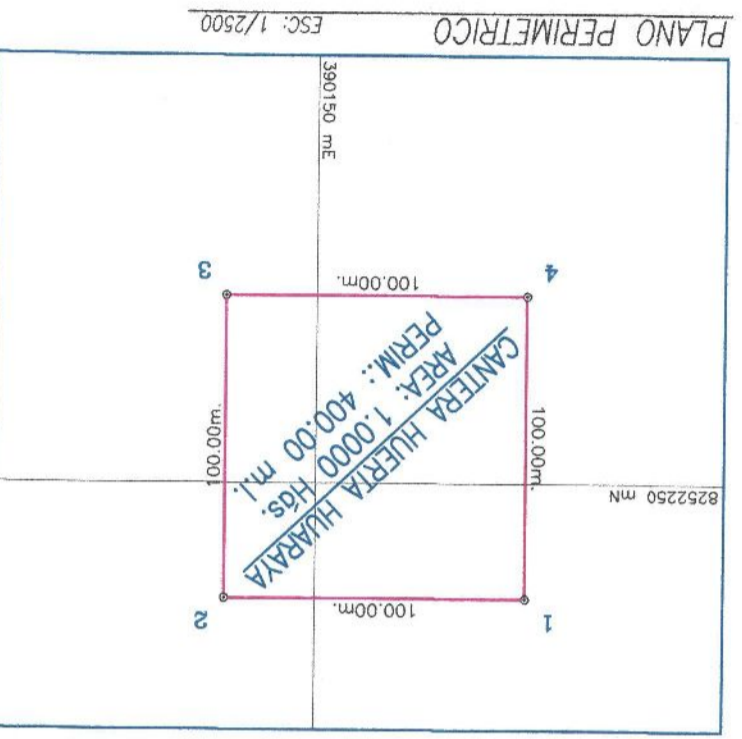
VTC	NORTE(m.)	ESTE(m.)	ANG. INT.	LADOS	LONGITUD	DISTANCIA
1	8284212.8324	378369.7015	90°0'	1-2	200.00	200.00m.l.
2	8284345.3003	378508.5422	90°0'	2-3	100.00	100.00m.l.
3	8284270.3800	378575.7762	90°0'	3-4	200.00	200.00m.l.
4	8284137.9120	378425.8354	90°0'	4-1	100.00	100.00m.l.
SUM. ANG. INT.: 360°0'						
PERIM.: 600.00m.l.						



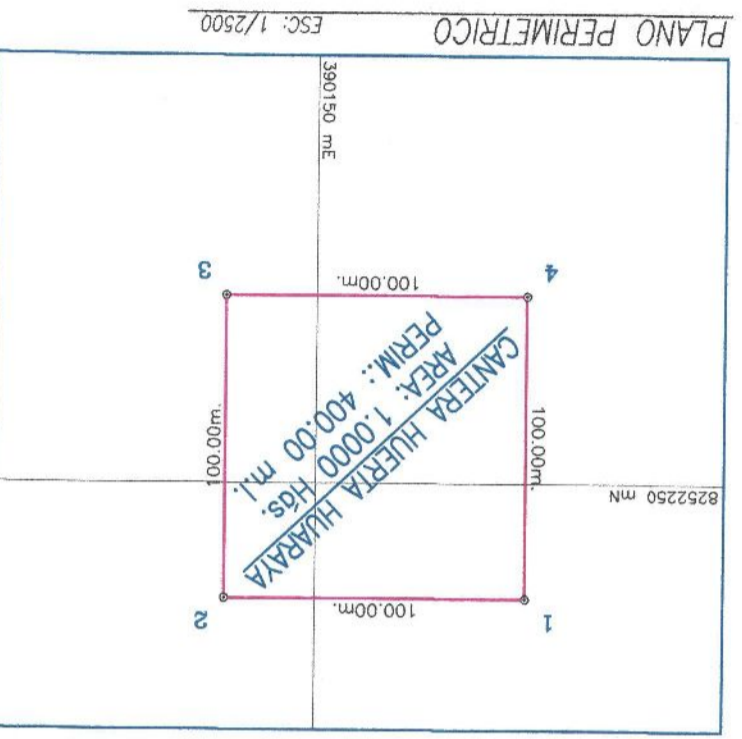
VTC	NORTE(m.)	ESTE(m.)	ANG. INT.	LADOS	LONGITUD	DISTANCIA
1	825784.0000	38523.0000	90°0'	1-2	100.00	100.00m.l.
2	8257239.0313	385306.4868	90°0'	2-3	100.00	100.00m.l.
3	8257156.5355	385361.5272	90°0'	3-4	100.00	100.00m.l.
4	8257100.5042	385228.0313	90°0'	4-1	100.00	100.00m.l.
SUM. ANG. INT.: 360°0'						
PERIM.: 400.00m.l.						



VTC	NORTE(m.)	ESTE(m.)	ANG. INT.	LADOS	LONGITUD	DISTANCIA
1	8252288.0000	39080.0000	90°0'	1-2	100.00	100.00m.l.
2	8252188.0000	39180.0000	90°0'	2-3	100.00	100.00m.l.
3	8252188.0000	39080.0000	90°0'	3-4	100.00	100.00m.l.
4	8252188.0000	39090.0000	90°0'	4-1	100.00	100.00m.l.
SUM. ANG. INT.: 360°0'						
PERIM.: 400.00m.l.						



VTC	NORTE(m.)	ESTE(m.)	ANG. INT.	LADOS	LONGITUD	DISTANCIA
1	8252288.0000	39080.0000	90°0'	1-2	100.00	100.00m.l.
2	8252188.0000	39180.0000	90°0'	2-3	100.00	100.00m.l.
3	8252188.0000	39080.0000	90°0'	3-4	100.00	100.00m.l.
4	8252188.0000	39090.0000	90°0'	4-1	100.00	100.00m.l.
SUM. ANG. INT.: 360°0'						
PERIM.: 400.00m.l.						



VTC	NORTE(m.)	ESTE(m.)	ANG. INT.	LADOS	LONGITUD	DISTANCIA
1	8264136.6932	377040.7885	90°0'	1-2	150.00	150.00m.l.
2	8264067.8518	377174.0584	90°0'	2-3	200.00	200.00m.l.
3	8263890.1586	377082.2689	90°0'	3-4	150.00	150.00m.l.
4	8263959.0000	376949.0000	90°0'	4-1	200.00	200.00m.l.
SUM. ANG. INT.: 360°0'						
PERIM.: 700.00m.l.						

