UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

“PROGRAMA DE GESTION AMBIENTAL INTEGRAL DEL BANCO DE MATERIALES SAN JUAN DE LIMAY, MUNICIPIO DE SAN JUAN DE LIMAY, DEPARTAMENTO DE ESTELÍ”.

Para optar al título de ingeniero civil

Elaborado por

Br. Larry Onell Desayes Rojas
Br. Eduardo Franco Mendoza Puerto

Tutor

Ing. Jimmy Sierra Mercado

Managua, Noviembre 2022

Dedicatoria

Dedico especialmente mi trabajo monográfico a Dios, ser divinamente perfecto y bueno en sí mismo y que en su plan de amor y bondad creó al ser humano para compartir con él su buena vida.

Con mucho cariño también dedico el presente trabajo monográfico a mí amada madre Sria. Francisca Yanet Rojas Sevilla, mi gran ejemplo de vida, quien desde mi primer momento de vida, ha luchado y me ha guiado por el camino del bien.

A mis abuelos Sra. Sara A. Sevilla y Sr. Raymundo Rojas E. (†)

A mis amados hermanos, Jarielka Desayes, Roland Rodríguez y mis sobrinos Addiel y Jadiel Lira Desayes. Nunca dejen de soñar y luchen por ver realizados sus sueños, como lo dice nuestra buena madre “Para Dios no hay imposibles”.

Por último, a mi buen vecino y amigo Jefrin A. Calderón R. (†) Y a su amiga y compañera universitaria Elieth S. Zavala R. (†).

Larry Onell Desayes Rojas

Agradecimiento

No niego sentirme en deuda e infinitamente agradecido con Dios, por haberme regalado la oportunidad de llegar a este momento de mi vida en compañía de las personas que más amo y aprecio, momento con el que tanto he soñado y por el que tanto he luchado estos últimos años.

Agradezco especialmente a mi madre, Sria. Francisca Yanet Rojas Sevilla, quien al igual que la Virgen María, fue la primera persona en creer en su hijo aun cuando nadie más lo hacía, aun las cosas parecían no ir bien. Gracias por haber aceptado ser parte de mi vida, educarme, cuidarme, apoyarme, ayudarme y siempre estar para mí en todo momento, gracias por enseñarme el valor de luchar por los sueños, la importancia de aprovechar el tiempo y cumplir con metas y objetivos de vida, gracias a ti hoy estoy aquí a punto de convertirme en un profesional de la ingeniería civil.

Sintiéndose muy honrado en ser parte de esta alma mater que durante tantos años se ha dedicado a preparar profesionales de calidad para la Nicaragua de hoy y mañana.

Larry Onell Desayes Rojas

Dedicatoria

Primeramente, quiero dedicar especialmente mi trabajo monográfico a Nuestro Señor Jesucristo, por ser el amigo fiel que ha estado a mi lado en todo este proceso de estudio, dándome fortaleza e inteligencia cuando más lo he necesitado.

A mis queridos padres, Ing. Juan Ramón Mendoza Irías y Sra. Reyna María Puerto Sánchez, por ser el motivo de mi inspiración, por su amor, confianza y dedicación, gracias a ellos soy una persona de bien, porque ellos han sido un pilar muy fuerte a lo largo de mi vida y con sus palabras de aliento no me dejaron caer para salir adelante.

A mis bellas hermanas Asiel Galilea Mendoza y Blanca Julissa Mendoza quienes me han acompañado siempre en mi camino. ¡Son lo mejor!

A todas las personas que a lo largo de mi vida, me han aportado con consejos y lecciones. Siempre me he sentido afortunado por rodearme de personas increíbles.

Eduardo Franco Mendoza Puerto

Agradecimiento

Agradezco primeramente a Dios, nuestro Señor Jesucristo quien me ha permitido llegar a esta etapa, por ayudarme en cada una de las dificultades enfrentadas día a día, quien da la sabiduría e inteligencia para lograr cada meta propuesta, por la vida, la familia y todos aquellos que estuvieron presentes para poder llegar a esta etapa de mi estudio.

A mi abuela Blanca Casta Sánchez, quien con sus oraciones y buenos deseos me cubren de todo mal, quien ha sido ese apoyo incondicional en cada paso de mi vida.

A mis abuelos Eduardo Mendoza y Dionisio Puerto que con sus sabios consejos de personas de bien y grandes trabajadores han creado grandes personas como lo es toda mi familia.

Finalmente y muy importante, a mis padres Ing. Juan Mendoza y Sra. Reyna Puerto, por sus ánimos y exhortaciones para siempre salir adelante. Todo esto es fruto de cada uno de sus esfuerzos y sacrificios. Dios los bendiga siempre.

Eduardo Franco Mendoza Puerto

Resumen

El presente estudio denominado “PROGRAMA DE GESTION AMBIENTAL INTEGRAL DEL BANCO DE MATERIALES SAN JUAN DE LIMAY, MUNICIPIO DE SAN JUAN DE LIMAY, DEPARTAMENTO DE ESTELÍ”. Da respuesta a la necesidad presente y futura por conservar un medio ambiente sano dentro del área a intervenir, a través del desarrollo sostenible en función de proteger el ambiente haciendo uso de sus recursos naturales. Dicho estudio identifica y presenta: Actividades, planes, responsables, medidas ambientales y potenciales impactos que la extracción del material generaría como tal; con fin único de garantizar el cumplimiento de las leyes ambientales que evitan, que las actividades humanas dentro del ambiente causen daños irreparables sobre el mismo, logrando así un desarrollo sostenible. El presente estudio aborda ocho capítulos, cada uno de ellos constituido por un tema específico además de conclusiones y recomendaciones, como se detalla a continuación:

Capítulo I. Aborda las generalidades del tema; tales como: introducción, antecedentes, justificación y objetivos.

Capítulo II. Presenta los aspectos legales y administrativos que deben cumplir y seguir los bancos de materiales para ser explotados sin causar daños sobre el ambiente y lograr así el desarrollo sostenible, además presenta las instituciones involucradas en dichos proyectos.

Capítulo III. Presenta las características generales del proyecto a ejecutarse, como lo son: localización, límites del área de aprovechamiento y topografía del banco de materiales, las cuales lo posesionan como único frente a otros proyectos, concluye con la justificación técnica y ambiental del proyecto que deja en evidencia la importancia de este dentro del municipio.

Capítulo IV. Presenta la situación actual del banco de materiales a través de información actualizada sobre el estado del mismo, como lo es: biodiversidad, red

hídrica, clima, geología, paisaje, área y volumen de explotación. Información que es de gran importancia puesto que la aprobación del proyecto y conservación del ambiente depende de ella; funciona como elemento de medición, antes, durante y finalizadas todas las actividades correspondientes al proyecto para monitorear el impacto del mismo sobre el ambiente y así poder evitarlos o corregirlos.

Capítulo V. Presenta el análisis y resultados obtenidos a través de pruebas de laboratorio realizadas al suelo presente en el lugar de extracción dentro del banco, con el fin de conocer sus propiedades físicas – mecánicas. Además presenta sus usos, conclusiones y recomendaciones finales.

Capítulo VI. Presenta el plan de aprovechamiento y diseño del yacimiento, los cuales se han elaborado con el objetivo de garantizar dentro de la explotación del banco de materiales, un buen uso de todos los recursos, abriendo paso a la consecución del desarrollo sostenible.

Capítulo VII. Presenta los diferentes tipos de riesgos que pueden llegar a materializarse cuando el banco de materiales este en operaciones, ayudando así a una mejor toma de decisiones ante el riesgo de contaminación, por otra parte también presenta medidas a tomar en caso que lleguen a materializase.

Capítulo VIII. Presenta el plan de gestión y medidas ambientales, identifica las actividades propias del proyecto correspondientes a la extracción del material dentro del banco de préstamo, impactos potenciales que podría generar, evaluación sobre el ambiente, medidas ambientales y responsables de su implementación, para estar preparados ante cualquier eventualidad que ponga en riesgo de contaminación el ambiente, y así erradicarlo y lograr el desarrollo sostenible, por último, el programa de gestión ambiental que contiene: plan de contingencia, plan de monitoreo ambiental y plan de cierre del banco de materiales tiene como objeto principal garantizar el cuido, protección y conservación del medio ambiente a su estado original.

Tabla de contenido

Capítulo I: Generalidades.....

1.1. Introducción.....1

1.2. Antecedentes 2

1.3. Justificación.....4

1.4. Objetivos 6

1.4.1. Objetivo general 6

1.4.2. Objetivos específicos 6

Marco teórico.....

Capitulo II: Marco legal, marco administrativo y marco institucional .....

2.1. Marco legal.....8

2.1.1. Leyes generales 8

2.1.1.1. Constitución política de la republica de Nicaragua con reformas incorporadas.....8

2.1.1.2. Ley de municipios. Ley número 40.....8

2.1.1.3. Ley general del medio ambiente y los recursos naturales, con sus reformas incorporadas. Ley número 217 9

2.1.1.4. Ley especial sobre exploración y explotación de minas. Ley número 387 14

2.1.1.5. Ley general sobre explotación de las riquezas naturales. Ley número 316 15

2.1.1.6. Ley creadora del sistema nacional para la prevención, mitigación y atención de desastres. Ley número 337 21

2.1.1.7. Ley general de higiene y seguridad del trabajo. Ley número 618 ……23

2.1.1.8. Código penal. Ley número 641 27

2.1.1.9. Ley especial para el uso de bancos de material selecto para el aprovechamiento en la infraestructura. Ley número 730 32

2.1.1.10. Ley de protección al patrimonio cultural de la nación. Decreto - Ley número 1142 35

2.2. Marco administrativo 37

2.2.1. Decretos ejecutivos 37

2.2.1.1. Reglamento de la ley general de medio ambiente y los recursos naturales. Decreto 9-96 37

2.2.1.2. Sistema de evaluación ambiental de permisos y autorizaciones para el uso sostenible de los recursos naturales. Decreto ejecutivo 20 – 2017……...41

2.3. Normas técnicas 43

2.3.1. Norma técnica 43

2.3.1.1. Norma técnica ambiental para el aprovechamiento de los bancos de material de préstamo para la construcción 43

2.4. Marco Institucional 47

Capitulo III: Características generales del proyecto .....

3.1. Localización del proyecto 48

3.1.1. Macro localización 48

3.1.2. Micro localización 49

3.2. Límites del área de aprovechamiento y topografía 50

3.3. Justificación técnica y ambiental para el aprovechamiento del depósito de material 51

3.3.1. Justificación técnica 51

3.3.2. Justificación ambiental 52

Capitulo IV. Descripción del proyecto siguiendo su línea base .....

4.1. Selección del sitio 54

4.2. Situación ambiental de la zona 54
4.2.1. Clima y precipitación 55
4.2.2. Geología y geomorfología 56
4.2.3. Tipos de suelos 56
4.2.4. Biodiversidad 56
4.2.4.1. Flora 56
4.2.4.2. Fauna 60
4.2.5. Paisaje 60
4.2.6. Red hídrica 60
4.3. Área y volumen de explotación del banco de materiales 61
Capitulo V. Estudio de laboratorio .....
5.1. Ensayos de laboratorio 63
5.2. Registro de resultados 65
5.2.1. Pozos a cielo abierto de 1.5 x 1.5 x 3 metros 65
5.2.2. Análisis granulométrico. ASTM-D422 o AASHTO T-88 66
5.2.3. Límite líquido. ASTM-D423 o AASHTO T-89 72
5.2.4. Límite plástico e índice de plasticidad. ASTM-D424 o AASHTO T-90 78
5.2.5. Pruebas de compactación 81
5.2.5.1. Proctor estándar. ASTM-D698 o AASHTO T-99 81
5.2.5.2. Proctor modificado. ASTM D-1557 o AASHTO T-180 87
5.2.6. Peso volumétrico suelto y varillado. ASTM C-29 o AASHTO T-19 . 93
5.2.7. CBR. ASTM-D1883 o AASHTO T-193 95
5.2.7.1. CBR. Proctor estándar 95
5.2.7.2. CBR. Proctor Modificado 110

5.2.8. Intemperismo acelerado. ASTM C-88 o AASHTO T-104 125
5.2.9. Desgaste de los ángeles. ASTM C-131 o AASHTO T-96 128
5.2.10. Clasificación HRB Y SUCS. ASTM D-3282 o AASHTO T-145 .. 131
5.2.10.1. Clasificación HRB 131
5.2.10.2. Clasificación SUCS 133
5.2.11. Humedad natural. ASTM D-2216 136
5.2.12. Absorción. ASTM C-45 o AASHTO T-25 139
5.3. Análisis de resultados 142
5.3.1. Conclusiones 145
5.3.2. Recomendaciones 145
Capítulo VI. Plan de aprovechamiento y diseño del yacimiento .....
6.1. Plan de aprovechamiento 147
6.1.1. Diseño de la explotación del yacimiento 147
6.1.1.1. Criterios de diseño 148
6.2. Métodos de explotación 152
6.3. Transporte del material hasta el sitio de obra 155
6.4. Organización del trabajo 156
6.5. Secuencia operativa del trabajo de aprovechamiento del material de préstamo 157
6.6. Cercado y señalización 162
6.7. Instalaciones sanitarias y sistemas de tratamiento residuales 163
6.8. Instalación de maquinaría y obras temporales 163
Capitulo VII. Análisis de riesgos .....
7.1. Identificación de riesgos 165
7.2. Descripción de riesgos naturales, antropogénicos y sus medidas 166

Capitulo VIII. Plan de gestión y medidas ambientales.....
8.1. Impacto ambiental.....174
8.2. Medidas ambientales.....180
8.3. Plan de medidas ambientales.....184
8.4. Programa de gestión ambiental (PGA).....187
8.4.1. Plan de contingencia.....191
8.4.2. Plan de educación y capacitación ambiental.....195
8.4.3. Plan de monitoreo ambiental.....196
8.4.4. Plan de cierre.....198
Conclusiones.....203
Recomendaciones.....205
Bibliografía.....206
Anexos.....209

Índice de tablas

Tabla 1: Coordenadas de ubicación del banco de materiales San Juan de Limay 50
Tabla 2: Hierbas y plantas herbáceas encontradas dentro del área a explotar .. 57
Tabla 3: Arboles encontrados en el área a explotar dentro del banco de materiales 58
Tabla 4: Especies de fauna avistadas en el área del proyecto 60
Tabla 5: Pruebas de laboratorio realizadas al banco de materiales San Juan de Limay 64
Tabla 6: Registro de resultados de granulometría del material mayor que el tamiz N.º 4. Calicata 1, muestra 1 66
Tabla 7: Registro de resultados de granulometría del material mayor que el tamiz N.º 4. Calicata 2, muestra 2 68
Tabla 8: Registro de resultados de granulometría del material mayor que el tamiz N.º 4. Calicata 3, muestra 3 70
Tabla 9: Registro de resultados de límite líquido. Calicata 1, muestra 1 72
Tabla 10: Registro de resultados de límite líquido. Calicata 2, muestra 2 74
Tabla 11: Registro de resultados de límite líquido. Calicata 3, muestra 3 76
Tabla 12: Registro de resultados de límite plástico e índice de plasticidad. Calicata 1, muestra 1..... 78
Tabla 13: Registro de resultados de límite plástico e índice de plasticidad. Calicata 2, muestra 2..... 79
Tabla 14: Registro de resultados de límite plástico e índice de plasticidad. Calicata 3, muestra 3..... 80
Tabla 15: Registro de resultados de prueba de compactación proctor estándar. Calicata 1, muestra 1 81
Tabla 16: Registro de resultados de prueba de compactación proctor estándar. Calicata 2, muestra 2 83
Tabla 17: Registro de resultados de prueba de compactación proctor estándar. Calicata 3, muestra 3 85

Tabla 18: Registro de resultados de prueba de compactación proctor modificado. Calicata 1, muestra 1 87
Tabla 19: Registro de resultados de prueba de compactación proctor modificado. Calicata 2, muestra 2 89
Tabla 20: Registro de resultados de prueba de compactación proctor modificado. Calicata 3, muestra 3 91
Tabla 21: Registro de resultados de prueba de peso volumétrico suelto y varillado. Calicata 1, muestra 1 93
Tabla 22: Registro de resultados de prueba de peso volumétrico suelto y varillado. Calicata 2, muestra 2 94
Tabla 23: Registro de resultados de prueba de peso volumétrico suelto y varillado. Calicata 3, muestra 3 94
Tabla 24: Registro de resultados prueba de CBR. (California Bearing Ratio) proctor estándar. Calicata 1, muestra 1 95
Tabla 25: Registro de resultados prueba de CBR. (California Bearing Ratio) proctor estándar. Calicata 2, muestra 2 100
Tabla 26: Registro de resultados prueba de CBR. (California Bearing Ratio) proctor estándar. Calicata 3, muestra 3 105
Tabla 27: Registro de resultados prueba de CBR. (California Bearing Ratio) proctor modificado. Calicata 1, muestra 1 110
Tabla 28: Registro de resultados prueba de C.B.R. (California Bearing Ratio) proctor modificado. Calicata 2, muestra 2 115
Tabla 29: Registro de resultados prueba de CBR. (California Bearing Ratio) proctor modificado. Calicata 3, muestra 3 120
Tabla 30: Registro de resultados prueba de intemperismo acelerado. Calicata 1, muestra 1 125
Tabla 31: Registro de resultados prueba de intemperismo acelerado. Calicata 2, muestra 2 126
Tabla 32: Registro de resultados prueba de intemperismo acelerado. Calicata 3, muestra 3 127

Tabla 33: Registro de resultados prueba de desgaste de los ángeles. Calicata 1, muestra 1 128
Tabla 34: Registro de resultados prueba de desgaste de los ángeles. Calicata 2, muestra 2 129
Tabla 35: Registro de resultados prueba de desgaste de los ángeles. Calicata 3, muestra 3 130
Tabla 36: Registro de resultados prueba de clasificación HRB. Calicata 1, muestra 1 131
Tabla 37: Registro de resultados prueba de clasificación HRB. Calicata 2, muestra 2 131
Tabla 38: Registro de resultados prueba de clasificación HRB. Calicata 3, muestra 3 132
Tabla 39: Registro de resultados prueba de clasificación SUCS. Calicata 1, muestra 1 133
Tabla 40: Registro de resultados prueba de clasificación SUCS. Calicata 2, muestra 2 134
Tabla 41: Registro de resultados prueba de clasificación SUCS. Calicata 3, muestra 3 135
Tabla 42: Registro de resultados prueba de humedad natural. Calicata 1, muestra 1 136
Tabla 43: Registro de resultados prueba de humedad natural. Calicata 2, muestra 2 137
Tabla 44: Registro de resultados prueba de humedad natural. Calicata 3, muestra 3 138
Tabla 45: Registro de resultados prueba de adsorción. Calicata 1, muestra 1 . 139
Tabla 46: Registro de resultados prueba de adsorción. Calicata 2, muestra 2 . 140
Tabla 47: Registro de resultados prueba de adsorción. Calicata 3, muestra 3 . 141
Tabla 48: Resumen de resultados del banco de materiales San Juan de Limay 143
Tabla 49: Resumen de resultados del banco de materiales San Juan de Limay 144

Tabla 50: Esquema organizativo del proceso productivo 155
Tabla 51: Consolidado del personal de dirección que se utilizara durante el aprovechamiento 157
Tabla 52: Sincronización, actividad - maquinaria dentro del banco de explotación 161
Tabla 53: Principales riesgos naturales y antropogénicos asociados al proyecto 166
Tabla 54: Descripción de riesgos naturales y sus medidas 167
Tabla 55: Descripción de riesgos antropogénicos y sus medidas 172
Tabla 56: Identificación de los impactos ambientales 175
Tabla 57: Medidas ambientales para el banco de materiales San Juan de Limay 181
Tabla 58: Medidas ambientales para el banco de materiales San Juan de Limay 183
Tabla 59: Medidas de prevención y mitigación 185
Tabla 60: Medidas de compensación 187
Tabla 61: Medidas de remediación 187
Tabla 62: Actividades a desarrollarse en el plan de gestión ambiental 189
Tabla 63: Plan de contingencia 194
Tabla 64: Plan de educación y capacitación ambiental 196
Tabla 65: Plan de monitoreo ambiental 197
Tabla 67: Plan de cierre del banco de materiales 200
Tabla 68: Subprograma de siembra de arboles 202
Tabla 69: Actividades de monitoreo durante la fase de cierre 202

Índice de figuras

Figura 1: Macro localización. Mapa de Nicaragua y departamento de Estelí 48
Figura 2: Micro localización. Mapa del departamento de Estelí y municipio de San Juan de Limay. Nicaragua..... 49
Figura 3: Topografía del banco de materiales San Juan de Limay 51
Figura 4: Vegetación predominante en el banco de materiales 59
Figura 5: Curva granulométrica de calicata 1, muestra 1 67
Figura 6: Curva granulométrica de calicata 2, muestra 2 69
Figura 7: Curva granulométrica de calicata 3, muestra 3 71
Figura 8: Gráfico para determinar límite líquido calicata 1, muestra 1 73
Figura 9: Gráfico para determinar límite líquido calicata 2, muestra 2 75
Figura 10: Gráfico para determinar límite líquido calicata 3, muestra 3 77
Figura 11: Curva de compactación proctor estándar calicata 1, muestra 1 82
Figura 12: Curva de compactación proctor estándar calicata 2, muestra 2 84
Figura 13: Curva de compactación proctor estándar calicata 3, muestra 3 86
Figura 14: Curva de compactación proctor modificado calicata 1, muestra 1..... 88
Figura 15: Curva de compactación proctor modificado calicata 2, muestra 2..... 90
Figura 16: Curva de compactación proctor modificado calicata 3, muestra 3..... 92
Figura 17: Penetración del pistón en mm, CBR. Proctor estándar calicata 1, muestra 1..... 99
Figura 18: CBR. Proctor estándar calicata 1, muestra 1 99
Figura 19: Penetración del pistón en mm, CBR. Proctor estándar calicata 2, muestra 2..... 103
Figura 20: CBR. Proctor estándar calicata 2, muestra 2 104
Figura 21: Penetración del pistón en mm, CBR. Proctor estándar calicata 3, muestra 3..... 108
Figura 22: CBR. Proctor estándar calicata 3, muestra 3 109
Figura 23: Penetración del pistón en mm, CBR. Proctor modificado calicata 1, muestra 1..... 114
Figura 24: CBR. Proctor modificado calicata 1, muestra 1..... 114

Figura 25: Penetración del pistón en mm, CBR. Proctor modificado calicata 2, muestra 2 118
Figura 26: CBR. Proctor modificado calicata 2, muestra 2 119
Figura 27: Penetración del pistón en mm, CBR. Proctor modificado calicata 3, muestra 3 124
Figura 28: CBR. Proctor modificado calicata 3, muestra 3 124
Figura 29: Evaluación de impactos ambientales del proyecto 179
Figura 30: Plano de levantamiento topográfico. 210
Figura 31: Entrada, salida del banco de materiales. 211
Figura 32: Vegetación existente en el banco de materiales. 212
Figura 33: Lugar de extracción. 213
Figura 34: Remoción de la capa vegetal o estéril. 214
Figura 35: Construcción de caminos internos. 214
Figura 36: Mantenimiento de accesos. 214
Figura 37: Corte, carga, acopio y transporte de material. 215

Capítulo I: Generalidades

1.1. Introducción

El programa de gestión ambiental integral desempeña un papel muy importante dentro de la ejecución de un determinado proyecto, ya que mediante acciones, actividades, políticas, inversiones, medidas, procedimientos institucionales y legales; este recupera, mantiene, mejora y asegura el desarrollo sostenible de los recursos naturales disminuyendo su vulnerabilidad.

Es conocido principalmente por sus siglas como PGA, y se define como un instrumento de ayuda que establece pautas dirigidas a manejar de manera integral y respetuosa el uso de los recursos naturales enfocado en prevenir y minimizar los focos de contaminación que puedan afectar al medio ambiente.

Está presente en la búsqueda de materiales de construcción; materia prima de gran importancia para la construcción de diferentes obras verticales y horizontales ejecutadas en el país, su búsqueda está basada en una decisión técnica, económica – ambiental, resultado de una exploración bien desarrollada, comprendida por diferentes etapas entrelazadas entre sí con el único objetivo de lograr el desarrollo sostenible aprovechando al máximo los elementos naturales de los que el hombre dispone.

A nivel de municipios la industria de la construcción es abastecida por comerciantes locales e inter – locales; no obstante, cuando se trata de proyectos de infraestructura vial de gran envergadura, dicha industria depende de materiales aptos para la construcción de buena calidad y para cubrir su demanda manteniendo costos de obra accesibles, estos tienen que ser producidos en grandes cantidades dentro de las zonas beneficiadas evitando causar afectaciones sobre el medio ambiente, como es el caso del material selecto obtenido a través de la explotación de bancos de materiales, bajo la condición de utilizarlos respetando su ecosistema y función. De tal manera, la presente investigación asume el compromiso social por conservar y proteger el medio ambiente beneficiando de la mejor manera a generaciones presentes y futuras.

1.2. Antecedentes

Desde hace muchos años atrás, se conoce el gran interés del hombre por estudiar suelos relacionados con grandes estructuras de construcción, sobre todo los que tuvieron finales con grandes daños estructurales a causa de diferentes factores, omitiendo por completo la parte ambiental, no obstante hoy en día un proyecto existe si es ambientalmente sostenible o bien si son realizados los estudios ambientales correspondientes para desarrollar una buena gestión ambiental.

El origen de la gestión ambiental nace de la interacción de un complejo conjunto de factores, económicos, sociales, culturales, políticos y ambientales. En México, el instituto nacional de ecología reconoce la gran importancia que tuvo a inicios de los años setenta en Estados Unidos, el desarrollo del procedimiento de evaluación ambiental, mejor conocido por su nombre en inglés como: Environmental impact assessment (EIA), introducido en su marco legal por medio de la ley nacional de política ambiental: National environmental policy act, (NEPA) promulgada en 1970, como respuesta a la preocupación que se vivía por los daños que proyectos productivos provocaron sobre el ambiente; siendo su principal objetivo disminuir los costos derivados de la contaminación generada por dichos proyectos y fue a partir del año de 1973, que dicho procedimiento se extendió a países europeos y latinoamericanos, abriéndoles paso consigo a los indicios de la gestión ambiental que hoy en día conocemos (Instituto Nacional De Ecología, 2000).

Por su parte en Nicaragua, el interés ambiental nace con la aprobación de la constitución política de la república de Nicaragua el 19 de noviembre de 1986, publicada el 09 de enero de 1987 (actualmente sin vigencia por objeto cumplido), la cual incorporó temas nunca antes tratados en el país, razón por la cual destacó el tema ambiental como derecho para sus ciudadanos, con objetivo de dar respuesta a los problemas que en materia acontecían, sin embargo para dar respuesta a los problemas presentes dicha constitución política nicaragüense se ha actualizado con el paso de los años.

Por ende, conocer las propiedades del suelo abrió paso a lo que hoy en día conocemos como geotecnia y estudiar los daños causados al ambiente por la actividad humana a través de proyectos de desarrollo e intentar remediarlos, abrió paso a lo que hoy conocemos como gestión ambiental.

Y por consiguiente, en el municipio de San Juan de Limay, la necesidad de crear un programa de gestión ambiental integral para el banco de materiales San Juan de Limay (nunca antes intervenido) surge porque tanto habitantes como pacientes y trabajadores del hospital primario Uriel Morales Arguello sufren afectaciones directas de su parte, principalmente en temporada de verano, ya que este genera demasiado polvo causando problemas respiratorios empeorando las condiciones de salud de las personas de la zona y hospital. Dicho banco de materiales posee material aprovechable para la construcción de proyectos viales, por lo que se prevé que su aprovechamiento generara impactos positivos tanto para los habitantes colindantes como para terceros a través del desarrollo sostenible a lograrse con la aplicación del presente programa de gestión ambiental integral.

1.3. Justificación

En el municipio de San Juan de Limay; la constante dispersión de partículas sólidas sobre el ambiente en verano (polvo) ocasionadas por un banco de materiales virgen llamado San Juan de Limay conocido por el riesgo de causar efectos respiratorios negativos entre sus vecinos; el evidente desarrollo productivo del municipio y el compromiso por ofrecer “caminos de todo tiempo”, ha abierto paso a la aprobación de proyectos de rehabilitación, mejora y mantenimiento de vías afectadas por los medios de transporte (base de su economía y bienestar social), daños causados por los huracanes Eta - Iota (Fernando Álvarez, 2020), además de las fuertes lluvias generadas por los inviernos de los años 2021 y 2022 en la zona. Despertando así gran interés por la explotación de dicho banco de materiales, por poseer material apto para la construcción de infraestructura vial y por ser la solución a problemas sociales, ambientales, económicos y viales de la zona.

Para ello resulta imprescindible aplicar un conjunto de acciones y estrategias para lograr una eficiente administración de uso y manejo de dicho recurso natural; priorizando, “prevenir sobre remediar” a fin de lograr una adecuada calidad de vida y desarrollo sostenible.

Por consiguiente la presente investigación surge como respuesta para lograr el desarrollo ambiental, social y económico equilibrado, impidiendo que dicho banco de materiales llegue a ser explotado de manera ilegal y sin supervisión técnica, reduciendo de esta manera la probabilidad de ocurrencia de daños perjudiciales producto de la actividad humana sobre el ambiente, implementando para su explotación una serie de acciones encaminadas a conseguir una máxima racionalidad en la toma de decisiones relativas a la conservación, defensa, protección y mejora del medio ambiente obteniendo de esta manera el desarrollo sostenible.

Además proporciona, información que será de gran utilidad tanto a profesionales, ingenieros civiles, como estudiantes, sobre tipos de suelos presentes en el área, donde se especificaran datos de campo y de laboratorio, impactos que las

explotaciones causan sobre el ambiente, política ambiental, administración, uso y manejo de recursos naturales por medio de herramientas e instrumentos de política y gestión ambiental, contenidos en el presente programa de gestión ambiental integral. Permitiendo un desarrollo económico, social y ambiental. Además de afianzar mayores conocimientos en el área.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Elaborar programa de gestión ambiental integral del banco de materiales San Juan de Limay, municipio de San Juan de Limay, departamento de Estelí.

1.4.2. Objetivos específicos

- Presentar marco legal y administrativo medioambiental que regulan la explotación de bancos de materiales.

- Describir las características generales definiendo su línea base.

- Elaborar plan de aprovechamiento del banco de materiales incluyendo el diseño de explotación del yacimiento.

- Realizar plan de gestión y medidas ambientales, que incorpora:
    - Plan de contingencia.
    - Plan de monitoreo.
    - Plan de cierre.

Marco teórico

Capitulo II: Marco legal, marco administrativo y marco institucional

La constitución política de Nicaragua es la norma legal vigente de mayor jerarquía dentro del país, dentro de ella se encuentra y fundamenta la legislación ambiental nicaragüense o bien, el marco jurídico ambiental en que se sustenta el desarrollo humano y del ambiente dentro del territorio nacional, está compuesto principalmente por leyes, decretos, resoluciones y reglamentos que contienen dentro de sí, los derechos y obligaciones fundamentales del estado y los ciudadanos para el cuido y protección del medio ambiente con el fin de hacer un buen manejo de los recursos naturales.

Por tal razón el presente marco legal para la gestión socio-ambiental en conjunto con sus instrumentos jurídicos, establecen requisitos, medidas, pautas y obligaciones que propietarios de licencias y concesiones tanto para exploración como explotación de bancos de materiales deberán cumplir tomándolo como base en la elaboración, diseño y ejecución de planes para la explotación de los recursos naturales sean estos aprovechados por el sector urbano o bien de infraestructura vial y así lograr el desarrollo económico, social y sostenible para el país.

La elaboración del presente plan de gestión ambiental integral del banco de materiales San Juan de Limay, se ha realizado tomando como base el siguiente marco legal, que en conjunto con el marco administrativo y marco institucional, desempeñaran un papel muy importante tanto dentro de la explotación del recurso como en su diseño, con el único fin de cuidar, proteger y conservar los recursos naturales. Para ello se revisaron todas las leyes, decretos, normas técnicas y resoluciones vigentes que interrelacionadas entre sí fungen de base para construir y determinar el alcance del proyecto, además de recopilar todas las obligaciones y medidas que deberán tomarse antes, durante y finalizadas las obras de exploración y explotación del banco de materiales.

2.1. Marco legal

2.1.1. Leyes generales

2.1.1.1. Constitución política de la republica de Nicaragua con reformas incorporadas

Como parte de sus derechos sociales para sus ciudadanos la constitución política de Nicaragua establece dentro de su artículo 60 que:

> Los nicaragüenses tienen derecho de habitar en un ambiente saludable, así como la obligación de su preservación y conservación. El bien común supremo y universal, condición para todos los demás bienes, es la madre tierra; ésta debe ser amada, cuidada y regenerada (Const., 2014, art. 60).

Cabe destacar que básicamente dentro del artículo anteriormente citado se encuentra fundamentado el marco legal ambiental nicaragüense y dentro del artículo 102 el marco del manejo de los recursos naturales.

Por su parte la misma (Const., 2014) plantea que los derechos y garantías ya establecidos en el artículo 60 no podrán ser suspendidos por el presidente de la república. Además brinda a los municipios, autonomía política, administrativa y financiera bajo la autoridad municipal en turno, permitiéndoles en materia socio - económica participar en los contratos de explotación de recursos naturales ubicados en su municipio, dando su opinión al estado para su posterior autorización.

2.1.1.2. Ley de municipios. Ley número 40

La presente (Ley de Municipios, 2021) plantea en sus artículos 6, 7 (título II, de las competencias. Capitulo único), 16 (título III, territorio, población y gobierno municipal. Capitulo II, de la población municipal), 28 y 34 (título III, territorio, población y gobierno municipal. Capitulo III, del gobierno municipal) que: La base del desarrollo sostenible de los municipios y del país son los recursos naturales y

medio ambiente, por tanto el gobierno municipal tiene como competencias en materia de exploración y explotación de los mismos; desarrollar, conservar y controlar su uso racional, además de impulsar estrategias para contribuir a su monitoreo, vigilancia y control en coordinación con las entidades pertinentes, además de percibir ingresos obtenidos por el fisco y participar previó a otorgamientos de permisos ambientales en la evaluación de los estudios de impacto ambiental. Por otra parte obliga a los pobladores a incorporarse en toda actividad de protección medio ambiental y al consejo municipal a garantizar bajo el mandato del alcalde o alcaldesa (encargado de dirigir el área medioambiental) la eliminación de residuos líquidos y sólidos a fin de mantener fuentes de agua, suelos y bosques protegidos contra la contaminación o destrucción.

2.1.1.3. Ley general del medio ambiente y los recursos naturales, con sus reformas incorporadas. Ley número 217

Dentro de la presente (Ley General de Medio Ambiente y los Recursos Naturales, 2014) se encuentra fundamentado el marco legal ambiental nicaragüense y se desarrolla el derecho fundamental que establece la carta magna. Dicha ley plantea dentro de sus artículos 1, 3, 4 (título I. Capítulo I, disposiciones generales), 6, 7, 8, 9 (título II, de la gestión del ambiente. Capítulo I, de la comisión del ambiente), 13 (título II, de la gestión del ambiente. Capítulo II. Sección I, de la planificación y legislación), 14, 15 (título II, de la gestión del ambiente. Sección II, del ordenamiento ambiental del territorio), 17, 18 (título II, de la gestión del ambiente. Sección III, de las áreas protegidas), 25, 27, 30 (título II, de la gestión del ambiente. Sección IV, del sistema de evaluación ambiental), 36 (título II, de la gestión del ambiente. Sección V, del sistema nacional de información ambiental), 41 (título II, de la gestión del ambiente. Sección VII, de los incentivos), 54, 56 (título II, de la gestión del ambiente. Sección X, de la declaratoria de áreas contaminadas y de las emergencias ambientales), 57 (título II, de la gestión del ambiente. Sección XI, del pago por servicios ambientales), 61 (título II, de la gestión del ambiente. Sección XIV, de la seguridad por efectos de sustancias químicas contaminantes y otras que afecten el medio ambiente y los recursos naturales), 64 - 69 (título III, de los recursos naturales. Capítulo I, normas comunes y formas

de adquirir los derechos), 72, 76, 79, 81 (título III, de los recursos naturales. Capítulo II, de la biodiversidad y el patrimonio genético nacional), 86, 92 (título III, de los recursos naturales. Capítulo III, de las aguas. Sección I, normas comunes), 110 (título III, de los recursos naturales. Capítulo IV, de los suelos. Sección II, normas para la protección de los suelos forestales), 112 - 117 (título III, de los recursos naturales. Capítulo V, de los recursos naturales no renovables), 119, 122, 123, 124, 130 (título IV, de la calidad ambiental. Capítulo I, normas comunes), 132 (título IV, de la calidad ambiental. Capitulo II, de la contaminación de la atmosfera, agua y suelo), 145 (título V, de las competencias, acciones y sanciones en materia administrativa y judicial. Capítulo I, de las competencias y acciones), 158 (título V, de las competencias, acciones y sanciones en materia administrativa y judicial. Capítulo II, de la responsabilidad civil), 160, 161 (título V, de las competencias, acciones y sanciones en materia administrativa y judicial. Capítulo III, de las sanciones aplicables), 165 (título VI, disposiciones transitorias y finales. Capitulo único), que: Asegura un uso racional y sostenible del medio ambiente y los recursos naturales, a través de su objeto principal de:

- Establecer normas para conservarlo, mejorarlo, protegerlo y restaurarlo, evitando su deterioro y contaminación.

Y sus objetivos secundarios de:

- Asegurar la explotación racional garantizando un buen aprovechamiento de nuestras cuencas y recursos hídricos.
- Fortalecer el ordenamiento territorial pro ambiente, sistema nacional de áreas protegidas y fomentar la educación ambiental para lograr un ambiente amigable para todos los seres vivos.

Dicha ley dentro del mismo orden de ideas con el fin de lograr el desarrollo de una buena gestión ambiental:

- Asigna como ente encargado de hacer cumplir la presente ley al ministerio de energía y minas.

- Crea la comisión nacional del ambiente integrada por diferentes representantes de instituciones y organismos.
- Crea la procuraduría para la defensa del medio ambiente y los recursos naturales como representante y defensor legal social y medioambiental. (En caso de delitos será parte en los procesos ante los tribunales correspondiente a fin de garantizar la aplicación de las leyes).
- Ordena al ministerio de ambiente y recursos naturales (encargado de emitir normas técnicas, disposiciones y guías metodológicas necesarias para la elaboración de los estudios de impacto ambiental además de resguardarlos) administrar el sistema de evaluación ambiental.
- Encarga al ministerio de ambiente y recursos naturales actualizar listas de animales en peligro de extinción.

En igual forma para efecto de la presente (Ley General de Medio Ambiente y los Recursos Naturales, 2014) clasifica el yacimiento mineral de interés como: sustancias minerales y rocas cuyas actividades de operación son las de arranque, fragmentación y clasificación para su empleo directo en obras de construcción y de infraestructura, por su parte la extracción de los minerales metálicos y no metálicos se sujetará a las normas técnicas que establezca la ley específica y su reglamento, a efecto de evitar el impacto negativo que dichas actividades puedan producir en el ambiente y la salud humana.

Así mismo la (Ley General de Medio Ambiente y los Recursos Naturales, 2014)

(Ley General de Medio Ambiente y los Recursos Naturales, 2014) ordena que todo proyecto de inversión pública o privada, previo a su ejecución deberá presentar permisos ambientales y previo deberá presentar estudio de impacto ambiental y tanto derechos, permisos, concesiones y licencias para aprovechar los recursos naturales patrimonio nacional serán otorgados o retirados sí se llega a violar la presente ley, ley que establece la auditoría ambiental para verificar el grado de cumplimiento, de las políticas y normas ambientales.

Por otra parte la (Ley General de Medio Ambiente y los Recursos Naturales, 2014) da a conocer que zonas de emergencias ambientales y áreas contaminadas solo

podrán ser fijadas por la presidencia de la república a petición del ministerio de ambiente y los recursos naturales y respectivos consejos municipales. Por su parte los suelos deben ser utilizados respetando su compatibilidad con su vocación natural

Ahora bien la (Ley General de Medio Ambiente y los Recursos Naturales, 2014) también comunica que según lo establecido en leyes específicas, reglamentos y solo mediante el régimen de concesiones será cedida la exploración, explotación y aprovechamiento de los recursos naturales no renovables, los cuales son dominio del estado y en todo momento tanto la autoridad competente como concesionarios deberán apegarse a lo siguiente:

Autoridad competente deberá:

- Respetar las medidas restrictivas para la protección del subsuelo y recursos minerales.
- Velar por la buena explotación racional de los yacimientos y aprovechamiento racional de las materias primas.
- Hacer cumplir el tratamiento y posesión segura de los materiales de desecho.
- Impulsar el uso eficiente de la energía.
- Evitar cambios en las características de ecosistemas (depósitos de desmontes, relaces y escorias de minas) y áreas protegidas, contribuyendo en el peor de los casos a su restauración si esta se ve afectada por las actividades de aprovechamiento.

Por su parte concesionarios tienen prohibido:

- Imposibilitar o contaminar el agua para consumo humano a través de actividades o empleo de maquinarias. (El estado garantiza su protección y es dominio público en cualquiera de sus estados).
- Vertimiento de desechos tóxicos sin su debido tratamiento en suelos, ríos, lagos, lagunas y cualquier curso de agua donde concesionarios de

exploraciones y explotaciones mineras e hidrocarburos perjudiquen la salud humana y ambiente.

- Vertimiento directo de contaminantes (sustancias o desechos) sobre el suelo.
- Exploración y explotación de recursos naturales ubicados en áreas protegidas.

Además concesionarios deberán cumplir con las siguientes obligaciones:

- Restaurar afectaciones causadas al entorno natural una vez finalizadas las actividades de exploración y explotación. De no ser así, sin perjuicio de las responsabilidades civiles y penales correspondientes el ministerio del ambiente y recursos naturales aplicara la fianza ambiental correspondiente para tal efecto.
- Cumplir con lo establecido en la ley específica y su reglamento sujeto a normas técnicas para la extracción del mineral, y así evitar impactos negativos producidos por actividades propias de la extracción sobre el ambiente y la salud humana.
- Tomar inmediatamente medidas necesarias para controlar su efecto, si por razones propias o fortuitas personas naturales o jurídicas provocan degradación ambiental (notificar al ministerio de ambiente y los recursos naturales y ministerio de salud).

La (Ley General de Medio Ambiente y los Recursos Naturales, 2014) también comunica que las actividades que afecten a la salud por su olor, ruido o falta de higiene serán normadas y reguladas por el ministerio de salud, en igual forma maquinarias y equipos usados en actividades de exploración y explotación estarán normados por las autoridades competentes para evitar el deterioro al medio ambiente, recursos naturales y salud humana. En cuanto a vehículos automotores, se les reglamentará el control de emisiones de gases contaminantes por medio del ministerio de ambiente y los recursos naturales en coordinación con la policía y ministerio del transporte e infraestructura.

Para finalizar, la (Ley General de Medio Ambiente y los Recursos Naturales, 2014) dictamina que en caso de incumplimiento de las resoluciones emitidas en materia ambiental, la autoridad competente limitará o suspenderá en forma temporal o

permanente dicha actividad. También sancionará administrativamente toda infracción a la presente ley y su reglamento.

2.1.1.4. Ley especial sobre exploración y explotación de minas. Ley número 387

La presente (Ley Especial sobre Exploración y Explotación de Minas, 2021) plantea en sus artículos del 1-9 (disposiciones generales), 49, 51 (sobre medidas de seguridad y protección del medio ambiente), 12, 14, 16 (sobre los derechos mineros), 32, 34 (de las concesiones mineras), 60, 62, 63, 64, 68 (derechos y obligaciones complementarios de los concesionarios), 69 (de los pagos a que están afectados los concesionarios), 77, 79, 80, 81 (inspección, vigilancia y fiscalización del estado), 86, 90 (disposiciones administrativas, civiles y penales), 93 (disposiciones varias) y 104 (disposiciones finales) que: la presente ley es complementaria de la Ley General sobre Explotación de las Riquezas Naturales y tiene como objetivo principal crear el régimen jurídico para el uso racional de los recursos minerales de la nación y normar la relación existente entre las instituciones del estado con particulares y todos aquellos que estén vinculados a la actividad minera; agrega también que para realizar actividades de exploración y explotación se deberá contar con concesión minera expedida por parte del ministerio de energía y minas (instancia competente en materia de inspección, vigilancia y fiscalización de las operaciones relacionadas con el aprovechamiento racional de los yacimientos minerales y encargado del registro central de concesiones, además de ser el encargado de hacer cumplir la presente ley) quien otorga a sus titulares:

En primer lugar, derechos exclusivos sobre las minas, como:

- Permiso para instalar planta de beneficio previo su registro, permitiendo la extracción de sustancias minerales y su aprovechamiento.
- Derecho minero exclusivo para realizar exploración superficial y profunda (indefinida) para determinar la existencia efectiva del yacimiento donde su lote será delimitado por un polígono orientado según los puntos cardinales conforme el sistema de coordenadas universales transversales mercators (UTM) con área no mayor a 50 mil hectáreas en áreas no protegidas (cabe destacar que la unidad de medida superficial utilizada para todo efecto de labor minera es, la hectárea).
- Permiso para realizar trabajos a través de actividades de exploración (sondeos) y explotación.
- Permiso para realizar instalaciones y depósitos de agua para el personal.
- Permiso para realizar trabajos básicos, como: transporte de aprovisionamientos (materiales, equipos y sustancias extraídas).
- Establecimiento y utilización de plantas de energía eléctrica.
- Instalaciones para abastecimiento de agua.
- Procesos para producción final.

- Determinación de depósitos escoriales.
- Construcción de vías de comunicación, bodegas y alojamiento para el personal y demás obligaciones contempladas en el código del trabajo vigente.

En segundo lugar, obligaciones como:

- Finalizadas o abandonadas las obras el concesionario deberá cumplir con la normativa ambiental de tal forma que no represente ningún peligro o atente contra la vida de terceros.
- En todo momento deberá de mantener señalizado.
- Responder por todos los daños negativos que dichos trabajos pudieran ocasionar.
- Realizar pagos, sobre derechos de vigencias o superficiales y derecho de extracción o regalías.
- Mantener actualizado periódicamente, planos o mapas donde figuren todos los datos de orden topográfico, geológico, geofísico y minero relacionado con la concesión.
- Enviar informes o documentos que se le sean solicitados.
- Reportar todo accidente grave al ministerio de energía y minas.

Y por último, prohibiciones como:

- Vertimiento de residuos, o desechos líquidos o sólidos resultados de la producción minera.
- Realizar trabajos de exploración y explotación a menos de 100 metros de: alrededor de las propiedades cercadas, pueblos, pozos, edificios religiosos, de ambos lados de las vías de comunicación, acueductos, oleoductos y obras de utilidad pública, sin la autorización pertinente.

Por último la presente (Ley Especial sobre Exploración y Explotación de Minas, 2021) advierte que todo concesionario minero que incumpla con lo establecido en la presente ley será sancionado con una multa pecuniaria de hasta el equivalente a veinte mil dólares de los Estados Unidos de América, donde toda infracción cometida será constatada por el personal técnico del ministerio de energía y minas y jueces civiles del distrito, quienes cuentan con el derecho para llevar a cabo todas las investigaciones pertinentes.

2.1.1.5. Ley general sobre explotación de las riquezas naturales. Ley número 316

La presente (Ley General sobre Explotación de las Riquezas Naturales, 1958) plantea en sus artículos 1, 8 - 12 (capítulo I, clasificaciones y conceptos), 19, 20

(capítulo II, de las investigaciones y permisos de reconocimiento), 21 – 23 (capítulo III, licencias de explotación), 27, 28, 30, 31 (capítulo IV, concesiones de exploración), 34 – 41 (capítulo V, concesiones de explotación), 77, 80, 81, 89 (capítulo VIII, derechos y obligaciones complementarias de los concesionarios), 99, 100 (capítulo X, traspasos), 103 (capítulo XI, disposiciones complementarias sobre prorrogas), 126 (capítulo XV, adaptación de concesiones y contratos anteriores), 140 (capítulo XVI, registro de las licencias y concesiones para la explotación de las riquezas naturales), 141, 145 (capítulo VII, disposiciones finales) y 146 – 148 (capítulo XVIII, disposiciones transitorias), que: Las riquezas naturales propiedad del estado que serán objeto de exploración y explotación, serán regidas por condiciones básicas establecidas como objeto de la presente ley y para efectos legales la explotación racional de las riquezas naturales es declarada de utilidad pública.

Por su parte la presente (Ley General sobre Explotación de las Riquezas Naturales, 1958) aclara que las riquezas naturales de interés para el presente estudio, son las que se encuentran comprendidas en el grupo de las no renovables y su explotación racional sea óptima, evitando pérdidas injustificadas y daños; dichas explotaciones solo serán ejecutadas por aquellos que posean licencias y concesiones, caso contrario enfrentará lo estipulado en el artículo 11 de la presente ley, y solo el estado como propietario de exploraciones y explotaciones a fin de estimular y complementar podrá realizar trabajos, actividades y operaciones dentro de ellas, empleando medios internos o externos.

Dicha (Ley General sobre Explotación de las Riquezas Naturales, 1958) también expone que la existencia de riquezas naturales puede ser investigada libremente por cualquier nicaragüense o persona residente de conformidad con el artículo 6 de la presente ley, respetando propiedad pública o privada (requerirá permiso del propietario) y asiéndose responsable ante cualquier daño, además no requerirá de permisos especiales, pago de impuestos o contribución alguna.

Por otra parte la presente (Ley General sobre Explotación de las Riquezas Naturales, 1958) advierte que el permiso de reconocimiento otorgado según lo

estipulado en el artículo 18 de la presente ley, faculta únicamente la realización de investigaciones preliminares para conocer la existencia de riquezas naturales. Dicho permiso contiene los objetivos que su adquiriente busca, no obstante no otorga derechos de exclusividad de ninguna clase y este puede ser cancelado si con anterioridad se es otorgada una concesión en el sitio.

Así mismo la presente (Ley General sobre Explotación de las Riquezas Naturales, 1958) da a conocer que la licencia de explotación, concesión de exploración y explotación según su finalidad son otorgadas por tiempo determinado con vigencia sujeta a lo dispuesto en el capítulo XIV de la presente ley, y solo a través del poder ejecutivo y sus términos serán otorgadas, además señala que dichas licencias de explotación contienen indicaciones de zonas o áreas y el derecho de explorar o explotar riquezas naturales durante un periodo determinado está sujeto a disposiciones legales y reglamentarias. Cabe agregar que no son otorgados derechos de exclusividad sobre las riquezas naturales ubicadas en zonas o áreas intervenidas. Ahora bien se dan a conocer beneficios, obligaciones y prohibiciones entre otras, que son parte de licencias y concesiones de exploración y explotación. En cuanto a concesiones de exploración:

- Confieren exclusividad y derecho para explorar por tiempo determinado la riqueza natural encontrada dentro de un área expresada dentro de su concesión.
- Las riquezas naturales encontradas dentro del área de concesión deberán ser exploradas de forma adecuada, especificando obras y trabajos a realizar durante su periodo otorgado.
- La existencia de riquezas naturales y su posible explotación podrá ser determinada utilizando medios técnicos, científicos, obras y trabajos necesarios para su fin.
- En concesiones de exploración de riquezas naturales queda totalmente prohibido la explotación de las mismas. Salvo casos especiales mientras cuenten con autorización del ministerio de economía.

- Concesiones de exploración tendrán duración no mayor de tres años, con derecho a prorrogar según lo estipulado en el artículo 29 de la presente ley.
- Concesionarios de exploración con termino de prorroga vencido, al no obtener resultados satisfactorios podrán obtener nuevas concesiones sobre la misma área.
- Todo titular de una concesión de exploración de riquezas naturales también tendrá derecho de obtener una concesión sobre explotación de la misma sujeta al régimen legal existente al momento de ser otorgada la concesión como se estipula en el artículo 31 de la presente ley. No obstante si el titular decide no explotar las riquezas naturales deberá presentar un informe escrito y detallado sobre los resultados obtenidos de la exploración ante la dirección general de riquezas naturales.

En cuanto a concesiones de explotación:

- Contaran con derechos exclusivos sobre las riquezas naturales como: extraer, aislar, almacenar, transportar vender y exportar, como se exprese en el perímetro de su concesión.
- Están en la obligación de realizar los trabajos más adecuados sobre las riquezas naturales a explotar en forma cierta y continuada, empleando métodos, técnicas modernas y especificando requisitos mínimos.
- Contarán con libertad para emplear medios técnicos y científicos para desarrollar actividades de explotación.
- A satisfacción de la dirección de riquezas naturales también serán otorgadas concesiones de explotación, siempre y cuando sea demostrada la existencia del mineral.
- Ya que el estado no garantiza la existencia de sustancias explotables, toda concesión es otorgada bajo el riesgo del interesado.
- Las riquezas naturales objeto de la presente ley pertenecen al estado no obstante todo titular de concesión será propietario de la riqueza natural que extraiga hasta un periodo máximo de seis meses después de vencida su concesión.

- En caso de que una concesión de explotación revertiere, el estado podrá adquirirla previo a su indemnización y lo estipulado en el artículo 41 de la presente ley.

En cuanto a los derechos de los concesionarios, estos podrán:

- Construir edificaciones, establecimientos auxiliares, emplear cualquier medio de transporte y comunicación.
- Si lo requiriese derecho a obtención de servidumbre superficial.
- Usar aguas que corran por cauces naturales tanto para uso del personal empleado como para actividades propias de la exploración y explotación.
- Usar arena, piedra, cascajo y otros materiales de construcción para las propias necesidades de la concesión además de madera si se llegara a requerir, siempre y cuando se cumpla con las leyes en materia.
- Obtener declaratorias de expropiación a favor del estado cuando se trate de riquezas naturales del subsuelo a fin de hacer efectivo cualquier derecho expresado en la presente ley.
- Siempre y cuando tenga relación directa con trabajos de exploración, explotación, protección del personal y no fuesen producidos en el país, leyes especiales podrán exencionar parcial o totalmente los derechos de importación de materiales, maquinas, instrumentos, etc.

En cuanto a propietarios de licencias y concesionarios, estos están obligados a:

- Realizar trabajos propios de exploración y explotación a más tardar en los primeros seis meses una vez aprobada su concesión y a no interrumpirlos por un periodo no mayor a seis meses. Salvo sea justificado ante la dirección general de riquezas naturales.
- Los planos deberán ser aprobados por la dirección general de riquezas naturales.
- Linderos de los lotes o parcelas destinados a exploración y explotación de acuerdo a sus planos deberán mantenerse señalizados con mojones para poder ser comprobados por la dirección general de riquezas naturales.

- Responder por daños causados a terceros (públicos o privados) y desperdicios de riquezas naturales causados por errores de medición.
- De conformidad con la ley realizar el registro contable de todas las operaciones de la empresa.
- Obtener ante la dirección general de riquezas naturales permisos para realizar perforaciones (pruebas o trabajos) 50 metros distantes a obras que puedan ser puestas en peligro como, carreteras, puentes u otras vías de comunicación.
- Conservar fuentes de agua, tierras de cultivo, bosques, cultivos, producción agrícola, pecuaria, forestal, vida silvestre y acuática, adoptando medidas de prevención para evitar daños.
- Evitar a través del uso de precauciones, incendios o desastres, (notificar a autoridades competentes y vecinos en caso de ocurrencia).
- Brindar a la dirección general de riquezas naturales toda la información que esta solicite sean: informes, permitir inspecciones, fiscalización de actividades, operaciones y contabilidad relativa referente a la exploración y explotación objeto de concesión.
- Garantizar la seguridad y salud de todo el personal involucrado cumpliendo con las disposiciones establecidas en el código del trabajo y leyes vigentes.
- Las materias resultado de explotación (concesionario o tenedor de licencia), podrán ser compradas por el estado, el cual posee derecho preferente para uso propio o bien ser adquiridas por industrias nacionales o regionales en virtud de convenios especiales.
- Mientras no se esté violentando una ley y se cuente con permiso del ministerio de economía, licencias y concesiones podrán ser traspasadas entre vivos (instrumento público) o por causa de muerte.
- El ministerio de economía emitirá aceptaciones condicionales y confirmara aceptación a quienes quieran adquirir a través de ventas por subastas licencias o concesiones.

- Para solicitudes de prorrogas para concesionarios, el titular deberá encontrarse solvente ante cualquiera de sus responsabilidades con el estado.

Por último la presente (Ley General sobre Explotación de las Riquezas Naturales, 1958) expone, que todos los concesionarios responderán ante sanciones si no cumplen con todas las disposiciones sociales, administrativas y fiscales contenidas en la presente ley, además los títulos de licencias de exploración y todo acto que tenga relación es registrado en libros dentro del registro central de las riquezas naturales. Ahora bien, si existen violaciones que no tengan determinada una sanción, la dirección general de riquezas naturales impondrá a infractores una multa no mayor a diez mil córdobas y en caso de reincidencia hasta el doble de su valor en efectivo a cancelar por vía gubernativa. En caso de conflicto entre solicitantes la autoridad competente procederá según lo estipulado en el artículo 146 de la presente ley; ley que al ser de carácter general se complementa por medio de leyes especiales y al no comprender todas las riquezas naturales el poder ejecutivo acorde a disposiciones generales dentro de la presente ley será quien otorgue licencias de explotación y concesiones de exploración y explotación sujetas a la aprobación del poder legislativo referente a extensión territorial, impuestos, participaciones del estado y duración de licencia o concesión.

2.1.1.6. Ley creadora del sistema nacional para la prevención, mitigación y atención de desastres. Ley número 337

La presente (Ley Creadora del Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres, 2000) plantea en sus artículos 1, 2, 4 – 7 (capítulo I, disposiciones generales), 10 (capítulo II, del comité nacional del sistema nacional para la prevención, mitigación y atención de desastres), 14, 16 (capítulo III, de los órganos de apoyo administrativo y de ejecución del sistema nacional para la prevención, mitigación y atención de desastres), 20 (capítulo IV, de los comité del sistema nacional de prevención, mitigación y atención de desastres) y 30 (capítulo VI, de las alertas y el estado de desastre), que: Su objeto es reducir riesgos

naturales o provocados a través de un sistema interinstitucional funcional accionado por medio de actividades de prevención, mitigación y atención de desastres; creado con base en principios establecidos en el artículo 2 de la presente ley, normas, disposiciones e instrumentos. Dicho sistema interinstitucional llamado, sistema nacional para la prevención, mitigación y atención de desastres, es creado en el artículo 4 de la presente ley, e integrado por el comité nacional de prevención, mitigación y atención de desastres, órganos e instituciones del estado, comités departamentales, municipales y regionales, siendo sus objetivos:

- Reducir riesgos y reconstruir áreas afectadas a través de respuestas eficaces.
- Definir funciones y responsabilidades a organismos involucrados.
- Integrar esfuerzos públicos y privados haciendo un buen uso de todos los recursos.

Según la (Ley Creadora del Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres, 2000) el sistema nacional aplica procesos permanentes y sostenidos de reducción de la vulnerabilidad para prever posibles daños a la población, infraestructura física y el medio ambiente en general, además entre otras funciones establecidas en el artículo 7 y funciones que las entidades miembro deberán cumplir establecidas en el artículo 8 de la presente ley.

La (Ley Creadora del Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres, 2000) da a conocer que el sistema cuenta con un fondo nacional para desastres y es dirigido por el comité nacional del sistema nacional encargado principalmente de establecer políticas, planificación, dirección y coordinar el mismo en todas sus actividades, ésta compuesto por ministros de estado o sus representantes y presidente de la república o vicepresidente, además de contar con el apoyo administrativo y ejecutivo de dos codirecciones, por otra parte señala que el ministerio de ambiente y recursos naturales además de ser miembro del comité nacional del sistema nacional, también tiene participación en: La creación

de las comisiones de trabajo sectoriales, comités de prevención, mitigación y atención de desastres en el municipio y declaración de alertas.

2.1.1.7. Ley general de higiene y seguridad del trabajo. Ley número 618

La presente (Ley General de Higiene y Seguridad del Trabajo, 2020) según sus artículos 1, 2 (título I, disposiciones generales. Capítulo I, objetivo y campo de aplicación), 4 (título I, disposiciones generales. Capítulo III, actuación normativa), 8 (título I, disposiciones generales. Capítulo IV, principios de la política preventiva), 9, 15, 16 (título I, disposiciones generales. Capítulo V, el consejo nacional de higiene y seguridad del trabajo), 19 (título II, obligaciones del empleador y de los trabajadores. Capítulo II, de la capacitación de los trabajadores), 23 (título II, obligaciones del empleador y de los trabajadores. Capítulo III, de la salud de los trabajadores), 28 (título II, obligaciones del empleador y de los trabajadores. Capítulo IV, de los accidentes del trabajo), 32 (título II, obligaciones del empleador y de los trabajadores. Capítulo V, obligaciones de los trabajadores), 33 (título II, obligaciones del empleador y de los trabajadores. Capítulo VI, obligaciones de los contratistas y sub-contratistas), 79 (título IV, de las condiciones de los lugares de trabajo. Capítulo II, orden, limpieza y mantenimiento), 93 (título IV, de las condiciones de los lugares de trabajo. Capítulo VII, puertas y salidas), 97 – 100 (título IV, de las condiciones de los lugares de trabajo. Capítulo IX, comedores), 102 – 104 (título IV, de las condiciones de los lugares de trabajo. Capítulo XI, abastecimiento de agua), 106 – 108 (título IV, de las condiciones de los lugares de trabajo. Capítulo XII, sala de vestidores y aseo), 109 – 111 (título IV, de las condiciones de los lugares de trabajo. Capítulo XIII, inodoros), 114 (título V, de las condiciones de higiene industrial en los lugares de trabajo. Capítulo I, evaluación de los riesgos higiénicos industriales), 115, 116 (título V, de las condiciones de higiene industrial en los lugares de trabajo. Capítulo II, registro de datos), 121 (título V, de las condiciones de higiene industrial en los lugares de trabajo. Capítulo V, ruidos), 131 (título VI, de la seguridad de los equipos de trabajo), 134, 135 (título VII, de los equipos de protección personal), 139, 141 - 144 (título VIII, de la señalización), 178 – 180 (título XI, de la prevención y protección contra incendios), 181, 182 (título XI, de la

prevención y protección contra incendios. Capítulo I, prevención de incendios), 233, 234, 236 – 238 (título XV, de la higiene y seguridad en las minas. Capítulo V, explotación a cielo abierto), 239, 240 (título XV, de la higiene y seguridad en las minas. Capítulo VI, planta de beneficio) 255 (título XVI, de la construcción. Capítulo II, de las herramientas de trabajo), 257 – 260 (título XVI, de la construcción. Capítulo III, de los equipos de construcción), 306 – 310 (título XXI, de la intervención, vigilancia y control. Capítulo I, de las inspectorías de higiene y seguridad del trabajo), 322, 323 (título XXI, de la intervención, vigilancia y control. Capítulo VII, de las infracciones) y 331 (título XXI, de la intervención, vigilancia y control. Capítulo IX, los recursos), que: La presente ley es aplicable obligatoriamente a cualquier persona que realice actividades laborales de cualquier naturaleza dentro del país. Por su parte tiene por objeto en materia de higiene y seguridad laboral establecer disposiciones mínimas que todo involucrado en proteger la vida de los trabajadores dentro de sus centros de trabajo deberá cumplir a través de la acción, promoción, intervención y vigilancia en materia, además crea el consejo nacional de higiene y seguridad del trabajo donde es miembro activo entre otros representantes de ministerios y organizaciones, un delegado nombrado por el ministerio de ambiente y recursos naturales que toma voz y boto sobre la seguridad ocupacional asegurando la menor cantidad de daños sobre el ambiente.

La presente (Ley General de Higiene y Seguridad del Trabajo, 2020) también da a conocer que el ministerio del trabajo se encarga de fomentar la buena política de higiene y seguridad del trabajo y es el único órgano conforme la ley que determina los requisitos que centros de trabajo devén reunir para considerarse seguros e higiénicos. Por otra parte solicita que empleadores, contratistas, subcontratistas, trabajadores, equipos, herramientas, servicios sanitarios y otros ambientes utilizados dentro de los centros de trabajo cumplan con las siguientes obligaciones:

- Empleadores, velar por la salud de sus trabajadores, reportar accidentes (5 días hábiles) y decesos (máximo 24 horas), capacitar a trabajadores sobre señalización de higiene y seguridad del trabajo.
- Contratistas y subcontratistas cumplir con lo estipulado en la presente ley.
- Obreros, cumplir con lo estipulado en el artículo 32 de la presente ley.
- Vías de acceso, salidas, zonas de peligro, equipos de extinción contra incendios y de primeros auxilios deberán permanecer libres de obstáculos, visibles y debidamente señalizados (teniendo en cuenta el riesgo, característica de la señal, circunstancia, color de seguridad, forma del panel, luminosidad, mensaje verbal o gestual).
- Comedores deberán ser ubicados en lugares libres de molestias, cercanos al lugar de trabajo y deberán estar bien iluminados, ventilados, climatizados y con altura máxima de 2.60 metros, acondicionados con mesas, asientos, cubiertos, platos, vasos y agua potable (indicando si es apta para consumo humano, debe ser manejada adecuadamente).
- Si así se requiere se deberá contar con:
    1. Vestidores acondicionados adecuadamente con lava manos y productos de aseo personal.
- Los centros de trabajo deberán contar con servicios sanitarios equipados con productos de aseo personal y de limpieza.
- Empleadores deberán identificar y registrar todos aquellos riesgos a que trabajadores están expuestos y permitir acceso a autoridades competentes.
- Usar protección auditiva en caso de exposición a 85 dB (A) por un periodo de 8 horas.
- Adquirir equipos de protección que cumplan con los requisitos técnicos pertinentes, siendo utilizados obligatoriamente de forma permanente en el lugar de trabajo y mantenidos de acuerdo a las instrucciones del fabricante.
- Explotaciones deberán poseer caminos suficientemente anchos y seguros, no obstante sí estos poseen riesgos por caídas peligrosas deberán suspender labores.

- Equipos y materiales serán operados en lugares seguros y sí se utilizan medios hidráulicos se deberán tomar las precauciones necesarias para evitar deslizamientos o derrumbes.
- Solo deberán utilizarse herramientas en óptimas condiciones y construidas con materiales resistentes.
- Equipos de trabajo no transportaran pasajeros, salvo ayudantes del operador o aprendiz y serán utilizados solo para el fin que fueron construidos, deberán pasar por mantenimientos técnicos preventivos para garantizar su buen funcionamiento y no remolcaran otros equipos o vehículos (solo si se cuenta con barra de remolque).
- Propietarios deberán permitir en centros de trabajo inspectorías de higiene y seguridad del trabajo por parte de autoridades de la dirección general de higiene y seguridad del trabajo en cumplimiento del desarrollo de sus funciones, vigilancia, fiscalización, control, promoción y sanción. Autoridades que entregaran al final, copia de la inspección con información pertinente sobre inconsistencias y plazos de cumplimiento, salvo casos especiales recibirán apoyo policial para hacer cumplir su función.
- Toda estructura ubicada dentro de una mina deberá ser construida con materiales resistentes y ofrecer óptimas condiciones de seguridad.
- Las concentraciones de polvo deberán mantenerse dentro de los límites permisibles.
- Lugares de trabajo, para prevenir, eliminar riesgos y limitar propagación de incendios deberán contar con adecuados y suficientes equipos para extinción de incendios de conformidad con la ley reguladora en materia, además poseer planes de emergencia elaborados en coordinación con bomberos cuya implementación y desarrollo son responsabilidad del empleador, combustibles deberán ser almacenados en lugares apartados y debidamente aislados.

Los casos de riesgos laborales serán abordados según el capítulo VI de la presente ley.

Por otra parte la (Ley General de Higiene y Seguridad del Trabajo, 2020) prohíbe indefinidamente a trabajadores en explotaciones a cielo abierto moverse entre el frente de explotación y la maquinaria; ellos solo procederán si están debidamente capacitados por el empleador y reciben instrucciones, las que deberán seguir de manera segura y competente.

Por ultimo la presente (Ley General de Higiene y Seguridad del Trabajo, 2020) en cuanto a emisión de resoluciones definitivas, dicta que estas podrán ser apeladas como lo estipula el artículo 331 de la presente ley, no obstante omisiones o acciones cometidas por empleadores contenidas en la ley N.º 185, código del trabajo, la presente ley, su reglamento y normativas dictadas por el ministerio del trabajo, a través de la dirección general de higiene y seguridad del trabajo, serán tomadas como infracciones pudiendo ser graves, leves y muy graves.

2.1.1.8. Código penal. Ley número 641

La presente ley de (Código Penal, 2008) en su artículo 566, numeral 34; deroga expresamente a la “Ley 559, Ley Especial de Delitos contra el Medio Ambiente” y plantea que: Aquellas acciones u omisiones dolosas o imprudentes calificadas y penadas en este código o leyes especiales son consideradas delitos o faltas, siendo estos objeto de condena o sanción para los nicaragüenses que penalmente son responsables de dichos delitos o faltas según como se estipula en el título II de la presente ley; una vez ocurridos presupuestos establecidos previamente por la ley, podrán ser aplicadas medidas de seguridad y consecuencias accesorias.

Así mismo la presente ley de (Código Penal, 2008) plantea que momento y lugar donde es realizada una acción u omisión cometida dentro del territorio nacional, naves, aeronaves y embarcaciones de bandera nicaragüense es considerado hecho punible y atribuidas faltas penales o delitos, las personas tendrán derecho a ser tratadas con el debido respeto a la dignidad inherente al ser humano y no podrán imponerse penas o medidas de seguridad, las cuales solo serán impuestas si la acción u omisión ha sido realizada con dolo o imprudencia, siendo ejecutada en virtud de firme sentencia dictadas acorde leyes procesales por los tribunales

de justicia competentes; a personas víctimas de delito o falta penal el estado garantizara el reconocimiento y protección de sus derechos y garantías.

La presente ley de (Código Penal, 2008) también plantea que: Serán decomisados bienes adquiridos, ganancias e instrumentos producidos por delitos dolosos penados; pasando estos a manos de las autoridades pertinentes quienes harán uso de ellos como lo estipula el artículo 112 de la presente ley, a excepción que pertenezcan a un tercero que los haya obtenido por buena fe, legalmente y no sea responsable del delito. Por otra parte establece que toda persona jurídica que cometa hechos delictivos o sea beneficiada por ellos, la autoridad competente (juez o tribunal) podrá imponer si así lo cree necesario consecuencias accesorias como: intervención, clausura o suspensión de la empresa, disolución de sociedad, asociación o fundación, prohibición para realizar actividades futuras, así mismo todo perjudicado podrá exigir responsabilidad civil ante la jurisdicción civil por delitos o faltas cometidos en su contra, de ser uno o más los responsables estos deberán responder por la cuota impuesta por la autoridad competente sea de manera solidaria o subsidiaria.

El presente (Código Penal, 2008) por otra parte establece que: Será objeto de pena de prisión:

- De uno a tres años y de cien a trecientos días de multa a quien para su beneficio o el de terceros obtenga ilegalmente servicios públicos con perjuicios para la empresa u otros usuarios por un monto mensual igual o superior a tres salarios mensuales del sector industrial.
- De seis meses a dos años e inhabilitación para ejercer profesión relacionada con la actividad delictiva, por manipulación, transporte y tenencia de sustancias inflamables y otras que puedan causar daños sobre el medio ambiente, la vida, integridad física y salud de las personas.

Así mismo el presente (Código Penal, 2008) plantea además que: Serán objeto de multa y prisión por:

- Seis meses a tres años o trescientos a seiscientos días de multa e inhabilitación especial por el mismo período para ejercer profesión por realizar construcciones verticales, sobre lugares destinados a áreas verdes, bienes de dominio público, y lugares considerados de especial protección legal o administrativamente reconocidos por su valor paisajístico, ecológico, artístico, histórico o cultural.
- Tres a seis años y de seiscientos a novecientos días de multa e inhabilitación especial por el mismo período para ejercer profesión por urbanizar o lotificar sobre suelos no autorizados o de riesgo, poniendo en riesgo el medio ambiente y vida de la población.
- Iguales penas serán aplicadas a funcionarios públicos que permitan las conductas anteriormente mencionadas y autoricen licencias o concesiones sobre los casos anteriores.
- Cien a trescientos días de multa a quienes no cuenten o incumplan con estudios de impacto ambiental y autorizaciones correspondientes alterando de forma significativa y perturbadora al paisaje natural urbano o rural, de su perspectiva, belleza y visibilidad panorámica tras realizar modificaciones sobre el terreno, instalar rótulos o cualquier tipo de instalación.
- Dos a cinco años de prisión y cien a mil días de multa a quien sin autorización e ignorando las normas técnicas correspondientes permita o vierta, descargue o deposite, aguas residuales, materiales químicos, bioquímicos, desechos o contaminantes tóxicos en los suelos o subsuelos.
- De dos a cinco años de prisión y cien a mil días de multa a quien sin autorización directa o indirectamente e ignorando normas técnicas permita o descargue, deposite, infiltre, aguas residuales, materiales químicos, bioquímicos, desechos y contaminantes tóxicos en ríos, cuencas y demás depósitos o corrientes de agua con peligro o daño para la salud, los recursos naturales, la biodiversidad, la calidad del agua o de los ecosistemas en general.
- Cuatro a siete años de prisión a quien altere corrientes de descarga residuales a fin de ocultar la contaminación del agua.

- Tres a cinco años de prisión y cien a mil días de multa a quien sin autorización e ignorando normas técnicas contamine la atmosfera y el aire con gases, humo, polvo y contaminantes con graves daños a la salud de las personas, recursos naturales y biodiversidad con la realización de quemas de materiales sólidos, líquidos, químicos, bioquímicos y tóxicos.
- Seis meses a tres años de prisión a quien trasporte materiales y desechos tóxicos sin autorización y contraviniendo las disposiciones legales vigentes en materia de protección del medio ambiente poniendo en riesgo la salud humana y el medio ambiente.
- Tres a cinco años de prisión y cien a mil días de multa para quien no cumpla con las medidas y precauciones legalmente vigentes y almacene, distribuya, comercialice, manipule o utilice derivados del petróleo dañando o poniendo en peligro la vida o salud humana, medio ambiente y recursos naturales.
- Penas de delitos por contaminación del suelo, agua, atmosfera, transporte de materiales, desechos sólidos, almacenamiento y manipulación de derivados del petróleo cometidos por imprudencia temeraria, se reducirán en un tercio en sus extremos mínimo y máximo, no obstante estas serán incrementadas en un tercio cuando los delitos respondan a lo planteado en el artículo 370 de la presente ley.
- Dos a cuatro años de prisión e inhabilitación especial por el mismo periodo para el ejercicio de la profesión, si se es violado lo planteado en el programa de gestión ambiental aprobado por la autoridad competente.
- Dos a cuatro años de prisión a quien cause daños dentro del ambiente por utilizar información falsa en la realización de programas de gestión ambiental y utilice informes, estudios, declaraciones, auditorías, programas o reportes con autoridades competentes para comunicar o solicitar autorizaciones.
- Seis meses a dos años de prisión y cien a trescientos días multa a quien aproveche, oculte, comercie, explote, transporte, trafique o se beneficie de recursos naturales sin autorización.

- Dos a cuatro años de prisión y quinientos a mil días multa a quién sin autorización provoque o incite a otros, la realización de incendios forestales.
- Seis meses a dos años de prisión y doscientos a quinientos días multa a quién destruya, remueva total o parcialmente árboles o plantas en terrenos estatales, baldíos, comunales, propiedad particular y vías públicas sin autorización. (aprovechamiento con fines domésticos no es considerado delito de conformidad con la legislación en materia).
- Dos a cuatro años de prisión y doscientos a quinientos días multa a quien incumpla con lo planteado en estudios de impacto ambiental (EIA) y normativas técnicas y ambientales establecidas por la autoridad competente
- El juez ordenara a los culpables de cometer los delitos planteados anteriormente cualquiera de las siguientes medidas: Restituir al estado previo a la producción del hecho punible, reparar el daño ambiental causado y compensar totalmente el daño ambiental producido. Si el delito es cometido por una persona jurídica serán aplicadas consecuencias accesorias.

Por ultimo el (Código Penal, 2008) plantea que: Son objeto de multa:

- Diez a treinta días multa o trabajo en beneficio de la comunidad y diez a treinta jornadas de dos horas diarias (si el hecho no constituye delito) a quién arroje basura o desechos de cualquier naturaleza en lugares no destinados por la autoridad competente para ese fin.
- Diez a treinta días multa, o trabajo en beneficio de la comunidad de diez a treinta jornadas de dos horas diarias a quien fije sobre árboles o arbustos ubicados en lugares públicos; rótulos, carteles, papeletas, aplique pintura o ejerza cualquier otra forma los maltrato.

2.1.1.9. Ley especial para el uso de bancos de material selecto para el aprovechamiento en la infraestructura. Ley número 730

La presente (Ley Especial para el Uso de Bancos de Material Selecto para el Aprovechamiento en la Infraestructura, 2010) plantea en sus artículos 1 – 15, 18, 19, 22, 23 y 25, que: Su principal objeto es normar el uso y aprovechamiento racional de los bancos de materiales selectos o bancos de préstamos a nivel nacional aptos para la infraestructura de interés público para el país que no requiera más operación que las de arranque, fragmentación y clasificación, por su parte también plantea que interesados deberán presentar al ministerio de energía y minas, junto con la solicitud los requisitos planteados en el artículo 4 de la presente ley, licencias o permisos de explotación son otorgadas en un lapso de 30 días con duración de tiempo igual a la duración del proyecto y con derecho a prorroga, donde antes de iniciar con las labores propias del proyecto deberá pasar por una supervisión interinstitucional, no obstante una vez en funcionamiento el incumplimiento al programa de explotación presentado llevara a su cancelación, multa o prisión. También agrega que si el yacimiento se encontrase en áreas protegidas solo el ministerio de ambiente y recursos naturales podrá otorgar una autorización para explotación y en caso de tierras comunales solo la autoridad comunal tradicional en conjunto con las autoridades previstas por la presente ley podrá resolver.

La presente (Ley Especial para el Uso de Bancos de Material Selecto para el Aprovechamiento en la Infraestructura, 2010) también plantea que son patrimonio del estado los recursos minerales existentes en el suelo y subsuelo del territorio nacional y es este quien ejerce dominio absoluto inalienable e imprescriptible sobre ellos, garantiza a titulares de propiedades afectados por labores propias del banco de materiales el derecho a pago de canon acordado entre el licenciatario, titular del permiso y titular de la propiedad, que deberá presentar solvencia municipal y que demuestre el pago por impuestos sobre bienes inmuebles, no obstante en caso que el titular de la propiedad se reúse a negociar, el ministerio de energía y minas, el ministerio de transporte e infraestructura y el ministerio del ambiente y de los recursos naturales de forma conjunta podrán solicitar a la

autoridad superior la declaratoria de uso público e interés social de conformidad a ley de expropiación, por otra parte establece como principales autoridades de aplicación: Ministerio de energía y minas, ministerio del transporte e infraestructura y ministerio de ambiente y los recursos naturales.

Y de igual manera establece las siguientes pautas que bancos de materiales deberán cumplir para ser explotados:

- Deberán estar distantes de cuerpos de agua superficial 300 metros a partir del nivel máximo de crecida y a dos kilómetros de forma radial a las obras de captación de agua superficial o subterránea destinada al consumo humano.
- Sí por efecto del drenaje se encuentran ubicados en zonas sujetas a inundaciones periódicas queda terminantemente prohibida su explotación.
- No podrán ser explotados si se localizan en: Áreas aptas para la actividad agropecuaria, contengan reservas de agua, bosques, núcleos poblacionales, proyectos habitacionales o turísticos, yacimientos arqueológicos de importancia histórica, arqueológica, cultural o escénica y contenedores de especies únicas. Salvo que sea único existente en el entorno de ejecución del proyecto.

Así mismo la presente (Ley Especial para el Uso de Bancos de Material Selecto para el Aprovechamiento en la Infraestructura, 2010) plantea que si el propietario del inmueble no cuenta con recursos necesarios para adquirir una licencia y explotar el yacimiento, deberá acordar con el solicitante de licencia y hacerlo contar en escritura pública, especificando todo término acordado, no obstante propietarios del inmueble tendrán derecho preferencial sobre licencia para la explotación. Finalizado el plazo de la licencia el titular de la propiedad recuperará los plenos derechos sobre la parte o de todo el bien inmueble afectado, así mismo áreas afectadas por el licenciatario, metros cúbicos explotados, actividad financiera, cantidad de empleos generados y cualquier otro aspecto importante deberá ser informado por la autoridad de aplicación de la presente ley a la asamblea nacional.

La presente (Ley Especial para el Uso de Bancos de Material Selecto para el Aprovechamiento en la Infraestructura, 2010) también indica que los bancos de materiales deberán ser explotados únicamente por el método de excavaciones terraceadas, dicho proceso de explotación será efectivo si se cuenta con criterios técnicos necesariamente apropiados para la explotación racional y segura debidamente establecidos por ministerio de energía y minas en conjunto con el ministerio de transporte e infraestructura, y el ministerio del ambiente y los recursos naturales, así mismo las autoridades públicas pertinentes las encargadas de ceder los bancos de materiales por un plazo no mayor a la duración del proyecto de infraestructura declarado de uso público o interés social, estos contarán con permiso temporal y se deber establecer:

- Finalidad del proyecto.
- Volumen de material a extraer.
- Fecha de inicio y fecha tentativa de culminación de proyecto.
- Plan de manejo.
- Plan de cierre.

Por último la presente (Ley Especial para el Uso de Bancos de Material Selecto para el Aprovechamiento en la Infraestructura, 2010) exige a explotaciones de bancos de material selecto, dirigidos por personas naturales o jurídicas en calidad de empresas dedicadas a la construcción, mantenimiento o reparación de infraestructura vial, preferencialmente contratar mano de obra local, caso contrario será multada con un importe equivalente al cien por ciento de sus impuestos o tasas municipales por extracción de los mismos y al beneficiarse de lo dispuesto en la presente ley, lo deberán retribuir a la comunidad circundante al sitio de extracción del material selecto, para finalizar al no ser respondidas (aceptando o denegando) por el ente regulador solicitudes para explotaciones presentadas a favor del interesado transcurrido dicho plazo se presumirá que existe una aceptación de la petición presentada.

2.1.1.10. Ley de protección al patrimonio cultural de la nación. Decreto - Ley número 1142

La presente (Ley de Protección al Patrimonio Cultural de la Nación, 2020) plantea en sus artículos: 4 (capítulo I, disposiciones generales), 7, 9, 11 – 19 (capítulo II, de la conservación del patrimonio cultural), 20 (capítulo III, registro), 24, 25 (capítulo IV, exportación), 29 (capítulo V, vigilancia), 31 – 34 y 37 (capítulo VI, prohibiciones), que: Son bienes culturales aquellos existentes dentro del territorio nacional que forman parte por ministerio de la ley del patrimonio cultural de la nación, paleontológicos y arqueológicos salvaguardados y protegidos por el estado, además de los históricos, artísticos y conjuntos urbanos y rurales si se cuenta con declaración escrita de la dirección de patrimonio para ser considerados patrimonio cultural de la nación. Teniendo como efecto prioritario todos aquellos bienes culturales de reconocido valor histórico, para el proceso de liberación del pueblo nicaragüense, por su parte corresponde al instituto nicaragüense de cultura el mantenimiento y conservación de nuestras riquezas naturales, dictar reglamentos, acuerdos y medidas necesarias tanto para hacer cumplir la presente ley como para proteger el acervo cultural nicaragüense.

La presente (Ley de Protección al Patrimonio Cultural de la Nación, 2020) tambien indica que la dirección de patrimonio recibirá producto de bienes patrimonio cultural afectados por la ejecución de obras dirigidas por personas naturales o jurídicas un porcentaje entre el 1 y 10% de su presupuesto total para su rescate, restauración o conservación de igual manera indica que todo hallazgo de bienes culturales paleontológicos y arqueológicos, deberá ser avisado dentro del término de 24 horas, más el tiempo comprendido la ubicación la alcaldía municipal más cercana, esta expedirá una constancia oficial del aviso, notificando de igual manera a la dirección de patrimonio.

Por último la presente (Ley de Protección al Patrimonio Cultural de la Nación, 2020) señala que la búsqueda, demerito, conservación, apreciación y recuperación del patrimonio cultural de la nación serán causa de utilidad pública para proceder a su expropiación y gobiernos municipales, dirección de patrimonio,

funcionarios y empleados de aduana, vigilaran contantemente y harán cumplir la presente ley a fin de cuidar, conservar y proteger el patrimonio cultural de la nación.

2.2. Marco administrativo

2.2.1. Decretos ejecutivos

2.2.1.1. Reglamento de la ley general de medio ambiente y los recursos naturales. Decreto 9-96

El presente (Decreto No 9 – 96, 1996) plantea en sus artículos: 1, 2 (título I, de la gestión ambiental. Capítulo I, del objetivo), 3 - 6 (título I, de la gestión ambiental. Capítulo II, de la participación en la gestión ambiental), 7, 10 (título I, de la gestión ambiental. Capítulo III, de la comisión nacional del ambiente), 12 – 16 (título I, de la gestión ambiental. Capítulo IV, de la procuraduría para la defensa del medio ambiente y de los recursos naturales), 20 (título II, de los instrumentos para la gestión ambiental. Capítulo I, de la planificación, legislación y el ordenamiento ambiental), 24, 25 (título II, de los instrumentos para la gestión ambiental. Capítulo II, de los permisos y evaluación de impacto ambiental), 29, 30, 32, (título II, de los instrumentos para la gestión ambiental. Capítulo III, del sistema nacional de información ambiental), 39 (título II, de los instrumentos para la gestión ambiental. Capítulo V, de los incentivos, las inversiones públicas y el fondo nacional del ambiente), 42 (título II, de los instrumentos para la gestión ambiental. Capítulo VI, de la declaratoria de áreas contaminadas y de las emergencias ambientales), 48, 49, 51, 54 (título III, de los recursos naturales. Capítulo I, de la biodiversidad y el patrimonio genético nacional), 57, 58 (título III, de los recursos naturales. Capítulo III, de los suelos), 60, 61, 69, 70 (título IV, de la calidad ambiental. Capítulo I, de las normas ambientales y de uso sostenible de los recursos ambientales), 74 (título III, de los recursos naturales. Capítulo II, de los procedimientos para la elaboración y oficialización de normas ambientales), 80, 83 (título III, de los recursos naturales. Capítulo V, de los procedimientos para las inspecciones ambientales), 89, 90, 92 - 96, 99 (título III, de los recursos naturales. Capítulo VI, de las normas para el manejo de las sustancias tóxicas), 101, 103, 105 (título V, de las infracciones y sanciones administrativas. Capítulo I, de las infracciones

administrativas), 111 (título V, de las infracciones y sanciones administrativas. Capítulo II de las sanciones), que: Tiene por objeto establecer las normas reglamentarias de carácter general para la gestión ambiental y el uso sostenible de los recursos naturales, conforme lo dispuesto en dicha ley y demás leyes vigentes, el ministerio del medio ambiente y los recursos naturales es autoridad nacional competente:

- En materia de regulación, norma, monitoreo control de la calidad ambiental; del uso sostenible de los recursos naturales renovables y el manejo ambiental de los no renovables.
- Para sancionar administrativamente el incumplimiento de las normas ambientales.

Por su parte el (Decreto No 9 – 96, 1996) plantea que la comisión nacional del ambiente en cumplimiento de sus objetivos y funciones contará además con el apoyo técnico de distintas comisiones en materias existentes, por otra parte también plantea que la procuraduría para la defensa del medio ambiente y los recursos naturales tiene por objeto en materia ambiental y de recursos naturales la representación y defensa de los intereses del estado y la sociedad; esta forma parte de la procuraduría general de la república y se encarga de dar a conocer el procedimiento para ejercer acciones ante ese organismo, además funge regional y departamentalmente y entre sus funciones destacan recibir denuncias por faltas administrabas, las que remite a la autoridad competente en un lapso de setenta y dos horas además de las establecidas en el artículo 13 de la presente ley. En igual forma la comisión nacional de normalización es el ente encargado de aprobar las normas técnicas ambientales y de uso sostenible del medio ambiente y los recursos naturales, proporcionadas y elaboradas por el ministerio de medio ambiente y los recursos naturales; pudiendo ser de los siguientes tipos:

- Calidad ambiental para el agua, aire y suelo.
- Valores máximos permisibles para vertidos (agua y suelos) y emisiones (aire).
- Normas y procedimientos para regulación ambiental de actividades.

- Para el manejo ambiental y uso sostenible de los recursos naturales.

Por otra parte el (Decreto No. 9 – 96, 1996) plantea además que el ministerio de ambiente y los recursos naturales (ente regulador y normador de la política ambiental del país), es la autoridad competente para conocer, resolver y aplicar las sanciones administrativas correspondientes en caso de que se cometa infracción, este contará con el apoyo de organismos estatales y las autoridades regionales y municipales pertinentes para cumplir con sus labores, además:

- Organiza y administra el sistema nacional de información ambiental integrado por instituciones públicas y privadas, cuya función es generar información técnica y científica (datos físicos, biológicos, económicos, sociales sobre el estado del ambiente y los recursos naturales).
- Regula valores de calidad de cada recurso.
- Toma como referencia técnico-científica normas de calidad ambiental, normas internacionales y otras normas similares a las de Nicaragua, para la elaboración de normas de valores máximos permisibles para las descargas industriales en el aire, agua y suelo.
- Utiliza bases de datos y cualquier otra disposición regulatoria existente a nivel internacional como fuente de referencia siempre y cuando sea aceptada por los organismos internacionales competentes.
- Norma los procesos para regular el manejo de sustancias y procesos contaminantes; emisiones directas o indirectas, visibles o invisibles de contaminantes atmosféricos en coordinación con las autoridades competentes.
- Asegura la justificación técnica de las condiciones ambientales y acciones específicas para descontaminar áreas afectadas.
- Revisa y somete a la instancia correspondiente toda norma creada para su debida aprobación.
- Según lo estipulado en el artículo 24 de la presente ley, deja a disposición de las municipalidades información actualizada de las condiciones sobre las que otorgada permisos ambientales.

- Y por último, en coordinación con las instituciones correspondientes es responsable de realizar periódicamente monitoreo ambiental, siendo responsabilidad de titulares de concesiones y licencias, el daño que sus actividades produzcan sobre el ambiente.

El (Decreto No. 9 – 96, 1996) tambíen plantea que profesionales y especialistas conforman grupos multidisciplinarios e interinstitucionales para elaborar normas ambientales, estos realizan consultas a sectores interesados y afectados con el fin de tomarlas en consideración; normas técnicas para el manejo ambiental y uso sostenible de los recursos naturales se emitirán por tipo de recurso, entre otros para minas, bosques, pesca, hidrocarburos, biodiversidad, no obstante la omisión de normas técnicas no retrasan solicitudes de operación presentadas por personas naturales o jurídicas.

De la misma forma el (Decreto No. 9 – 96, 1996) plantea que autoridades nacionales, regionales y locales son responsables de velar por el cumplimiento de normas ambientales pudiendo hacer uso de la fuerza pública para su fin. (Aunque su cumplimiento implique la omisión de disposiciones y ordenanzas de carácter local referente al medio ambiente y los recursos naturales), por otra parte informa que las inspecciones ambientales serán realizadas por personal calificado cualquier día a cualquier hora y se les deberá facilitar el acceso a las instalaciones además de acompañar durante el proceso (ya sea el propietario o bien una persona delegada) dichas inspecciones pueden ser originadas por denuncias de oficio o a solicitud de la parte interesada; una vez finalizadas acompañantes serán informados del objeto de la inspección.

Así mismo el (Decreto No. 9 – 96, 1996) aclara que, siempre y cuando no estén tipificados como delito; infracciones administrativas serán aquellas acciones u omisiones que contravengan los preceptos de la ley general del medio ambiente y los recursos naturales y su reglamentación y se clasifican como graves aquellas reincidencias en la comisión de una infracción leve, además de leves, muy graves a como se estipula en los artículos 103 y 105 del presente reglamento de ley. Siendo estas sancionadas de la siguiente manera:

- Leves, con advertencia por vía de notificación.
- Graves, con multa económica.
- Muy graves, con suspensión temporal o cancelación de los permisos, autorizaciones, licencias o concesiones.

Para finalizar, el (Decreto No. 9 – 96, 1996) plantea que la gestión ambiental cuenta con instrumentos de planificación y solo a través de normas técnicas será regulado el manejo de sustancias toxicas y peligrosas. También agrega que es obligatorio el cumplimiento de toda ley y norma establecida en materia de desarrollo urbano vigente. Y previo autorización de todo proyecto se es asegurado el cumplimiento de las normas ambientales.

2.2.1.2. Sistema de evaluación ambiental de permisos y autorizaciones para el uso sostenible de los recursos naturales. Decreto ejecutivo 20 – 2017

El presente (Decreto No. 20 - 2017, 2017) plantea en sus artículos 1, 2, 3 (capítulo I, del objeto, ámbito y autoridades de aplicación.), 6, 8 (capítulo II, régimen institucional), 16 (capítulo V, de la evaluación ambiental de proyectos), 26 (capítulo VI, del establecimiento de los procedimientos administrativos del sistema de evaluación ambiental), 100 (capítulo XXI, sanciones, recursos administrativos y costos de servicios.), 102 (capítulo XXII, disposiciones finales), que: se basa en los principios de prevención, sostenibilidad, participación ciudadana, inclusión proactiva, responsabilidad compartida, integridad, conectividad ecológica y precaución; siendo su autoridad de aplicación el ministerio de ambiente y recursos naturales, además es aplicable a proyectos sujetos a realizar programa de gestión ambiental y estudios de impacto ambiental y tiene por objeto establecer el sistema de evaluación ambiental haciendo uso sostenible de los recursos naturales, dicho sistema está compuesto principalmente por la estructura que responde a la evaluación ambiental estratégica y de proyectos (evaluadas por comisiones interinstitucionales), clasifica el tema objeto de estudio de la presente investigación, en la categoría “III A”, correspondiente a la explotación de minería no metálica con un volumen de extracción inferior a los 600 m^3/día, entendiéndose

como la actividad que puede causar impactos ambientales moderados y a través de la elaboración de un programa de gestión ambiental se es realizada su valoración ambiental. (Todo interesado deberá presentar su solicitud según lo estipulado en el artículo 26 del presente decreto y su categoría ambiental ante el ente encargado).

Por otra parte el (Decreto No. 20 - 2017, 2017) plantea que el incumplimiento del presente decreto será sancionado conforme la “Ley No. 217, Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales”, reformas incorporadas y su reglamento, sin perjuicio de las demás sanciones civiles o penales que correspondan. Para finalizar cabe mencionar que su artículo 102, deroga el “Decreto No. 15 – 2017. Actualización del sistema de evaluación ambiental de permisos y autorizaciones para el uso sostenible de los recursos naturales”.

2.3. Normas técnicas

2.3.1. Norma técnica

2.3.1.1. Norma técnica ambiental para el aprovechamiento de los bancos de material de préstamo para la construcción

El (Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales, 2003) a través de la presente norma, plantea en sus incisos 1 (objeto), 2 (campo de aplicación), 5(disposiciones generales), 6 (selección del sitio), 7 (aprovechamiento), 9 (remoción de vegetación), 10 (manejo de la capa fértil del suelo), 12 (plan de gestión ambiental), 13 (restauración del sitio donde está el banco de materiales), 14 (plan de contingencia), 15 (campamentos y mantenimiento de equipos), 17 (observancias de la norma), 19 (plan de implementación), 20 (periodos de revisión), 21 (sanciones), que: Es de cumplimiento obligatorio en todo el territorio nacional para todas las personas jurídicas o naturales que se dediquen a las actividades de exploración, explotación y cierre de bancos de materiales, asé mismo tiene por objeto la protección del medio ambiente a través del establecimiento de criterios y especificaciones técnicas durante el aprovechamiento de bancos de materiales para la construcción. Por otra parte todo interesado deberá contar para su aprovechamiento con permiso de concesión, cumplir con lo estipulado en las leyes, obtener permiso ambiental emitido por el ministerio de medio ambiente y los recursos naturales e indicar en los planos de diseño si el banco está siendo explotado o es nuevo, dichas concesiones para el aprovechamiento de bancos de préstamo de materiales para la construcción, serán aprobadas si se encuentran en zonas que no contengan hábitats de especies contenidas en la lista apéndice I y II de CITES y la DGRN del MIFIC; dichas concesiones serán otorgadas por la dirección general de recursos naturales del ministerio de fomento, industria y comercio.

Por su parte el (Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales, 2003) plantea además por medio de la presente norma que la selección del sitio responderá a:

- Una ubicación que permita el inicio de las actividades de explotación en un área que no pueda ser vista y se ubique a una distancia no menor de 100 metros de carreteras o caminos principales. Y a una distancia de 300 metros de hospitales centros de salud, escuelas, iglesias y centros recreativos.
- También deberá ubicarse a una distancia de 1 kilómetro de captaciones de agua superficial o subterránea para consumo humano.
- Para su aprovechamiento, con el fin de dar seguimiento y garantizar control ambiental deberá contar con plano operativo escala aproximada, notas de trabajo, esquema de las áreas de trabajo y trituración, áreas de almacenaje, límites de excavación, rutas de acarreo, patrones de drenaje con su respectiva dirección, zonas a evitarse para la extracción de materiales, vista en planta del: Área de excavación, secciones transversales y proceso de actividades.
- Además de notas de trabajo, del plan operativo; medidas de control de la erosión, factores de procesamiento y medidas de seguridad, ángulos de taludes, alturas máximas, diseño y construcción de bermas y formas para el control de acceso al banco
- Por su parte deberá adjuntarse a la solicitud el plan de cierre, que deberá contener: Evaluación de las condiciones actuales del sitio, análisis de alternativas de los usos futuros del área, programa de recuperación de áreas afectadas, desmontaje de construcciones e instalaciones que no tendrán uso en el futuro, ejecución de obras que garanticen la estabilidad física que reduzcan la erosión, sedimentación, y eviten derrumbes.
- Vías de acarreo; deberán construirse de tal forma que se mantenga un ángulo recto o perpendicular, con respecto a la dirección del tráfico en la carretera o camino principal y bajo diseño, dirigidos a evitar la sedimentación de los cuerpos de agua.
- Áreas de almacenaje; deberán ser ubicadas en sitios no inundables, contar con obras de drenaje y retención, riego superficial (evitará erosión hídrica y eólica del material)

- Material sobrante (áreas destinadas para los desechos); deberá ser ubicado en zonas donde no interfiera con el sistema de drenaje del lugar pudiendo también ser utilizado para suavizar taludes de terraplenes o bien ensanchar el hombro de los mimos.
- Mientras dure la exploración clasificatoria deberá ser preservada la vegetación arbórea del lugar, caso contrario (deberá contar con permiso del instituto nacional forestal) deberá ser restaurada según el plan operativo, justificándose la afectación tomando en cuenta su impacto al ambiente
- Tanto las áreas destinadas a conservar dentro del banco, como las áreas donde será removida vegetación deberán permanecer debidamente señalizadas
- Antes de iniciar con las etapas de exploración y explotación deberán determinarse espesor y condición de los materiales a explotar. Y una vez iniciadas dichas etapas el material del suelo (capa fértil no aprovechable para la construcción y no fértil aprovechable para la construcción) deberá almacenarse por separado, señalizándose en el plano operativo. Siendo el sitio de almacenamiento de capa fértil uno que posea un rango de pendiente de 2 – 5 %, no inundable.
- La capa fértil del suelo deberá ser almacenada en montículos no mayores a 2 metros de altura y sin compactar, si el tiempo de uso es menor a los dos meses este deberá ser cubierto con material impermeable y si es mayor a dos meses deberán ser protegidos con vegetación preferiblemente gramínea, a fin de evitar su perdida.
- El personal involucrado en las actividades de carga y transporte deberá siempre hacer uso del equipo y medidas de seguridad pertinentes. Queda totalmente prohibido el uso de vías ubicadas en áreas protegidas y en vías permitidas siempre deberá hacerse uso de toldos para evitar contaminación por derramamiento y accidentes.
- Bancos de materiales ubicados en asentamientos humanos, deberán operar durante una jornada laboral de 7:00 AM – 5:00 PM.

Por otra parte el (Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales, 2003) también planea que, el hallazgo de valores culturales y material de guerra en zonas de extracción deberá ser informado inmediatamente a las autoridades correspondientes de igual manera deberá ser protegida y no removida o perturbada de alguna manera, toda referencia fijada por las autoridades de geodesia y cartografía del instituto nicaragüense de estudio territoriales, a menos que reciba instrucciones escritas por dicha oficina gubernamental.

De la misma forma el (Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales, 2003) indica que todo interesado en el aprovechamiento de bancos de materiales deberá contar con un plan de gestión ambiental y solicitar un permiso para su aprovechamiento, dicho plan de gestión ambiental es aprobado por el ministerio de ambiente y recursos naturales este describirá los impactos ambientales generados, la manera de evitarlos, mitigarlos o compensarlos, identificara responsables a cargo de las actividades, además deberá incluir: programa de monitoreo, supervisión ambiental, contingencia, educación ambiental, restauración ambiental y su costo..

Por último, el (Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales, 2003) plantea que es terminantemente prohibido el uso de fuego para eliminación de vegetación, en cambio para la eliminación de cobertura vegetal se deberá utilizar herramientas manuales o equipos motorizados, realizándose el destronque en dichas áreas hasta la profundidad de las raíces los daños ambientales causados serán respondidos por el propietario o constructor dela explotación toda explotación activa de bancos de materiales con o sin licencia deberá contar con un plan de implementación revisado y aprobado por el ministerio de ambiente y recursos naturales. Toda violación realizada a la presente norma será sancionada según lo dispuesto en la ley general del medio ambiente y los recursos naturales y el código del trabajo.

2.4. Marco Institucional

Por su relación con el proyecto de aprovechamiento del banco de materiales San Juan de Limay y su incidencia con la gestión ambiental, las siguientes instituciones de carácter público, tanto a nivel local como central, conforman el marco institucional en el que se desenvuelve el siguiente estudio.

1. Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA).
2. Ministerio del Trabajo (MITRAB).
3. Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI).
4. Ministerio de Energía y Mina (MEM).
5. Alcaldía Municipal.
6. Instituto Nacional de Cultura (INC).
7. Procuraduría del Ambiente y los Recursos Naturales.
8. Contraloría General de la República (CGR).
9. Poder Judicial.
10. Ministerio de Gobernación.
11. Policía Nacional.
12. Ejército Nacional.

Es oportuno que estas instituciones mantengan una visión integral en la conservación y protección del ambiente y los recursos naturales; para lograr de esta manera una gestión ambiental completa, compartida y armonizada.

Capitulo III: Características generales del proyecto

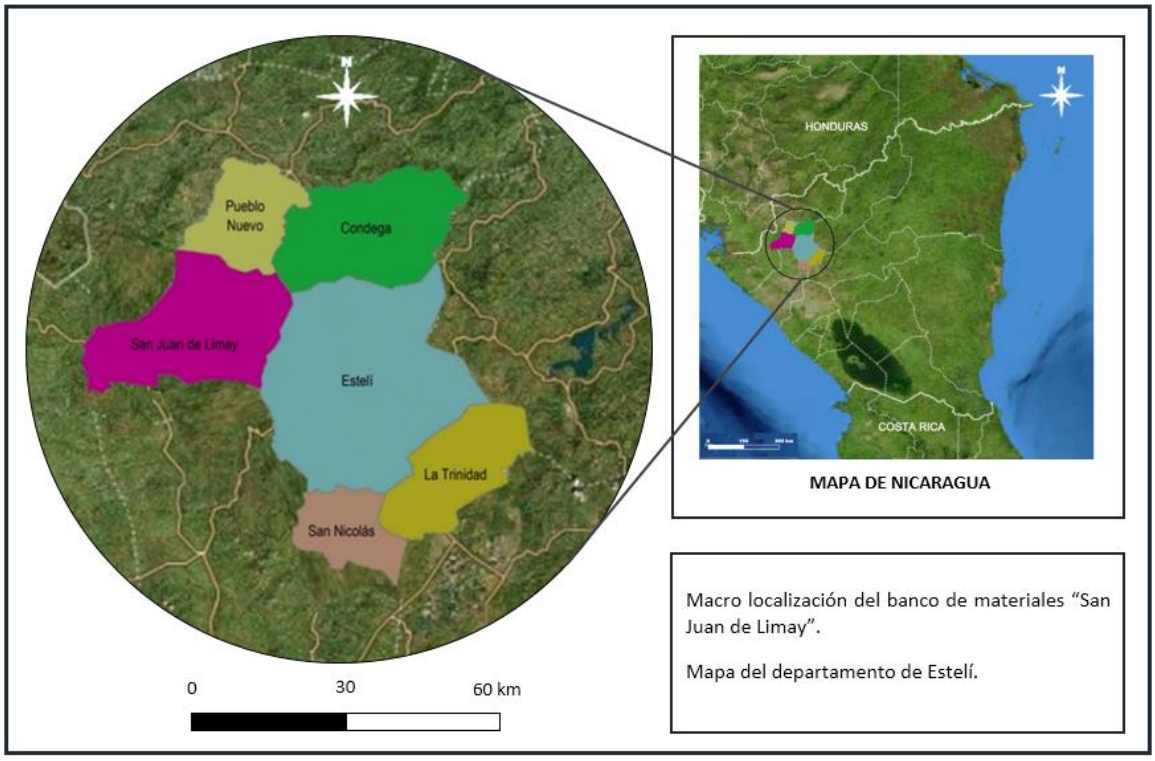
3.1. Localización del proyecto

3.1.1. Macro localización

El depósito de material que ha sido identificado como banco de material de préstamo San Juan de Limay, se localiza en la región norte de la Republica de Nicaragua, país de Centroamérica, en el municipio de San Juan de Limay del departamento de Estelí, como se muestra a continuación:

Figura 1:

Macro localización. Mapa de Nicaragua y departamento de Estelí

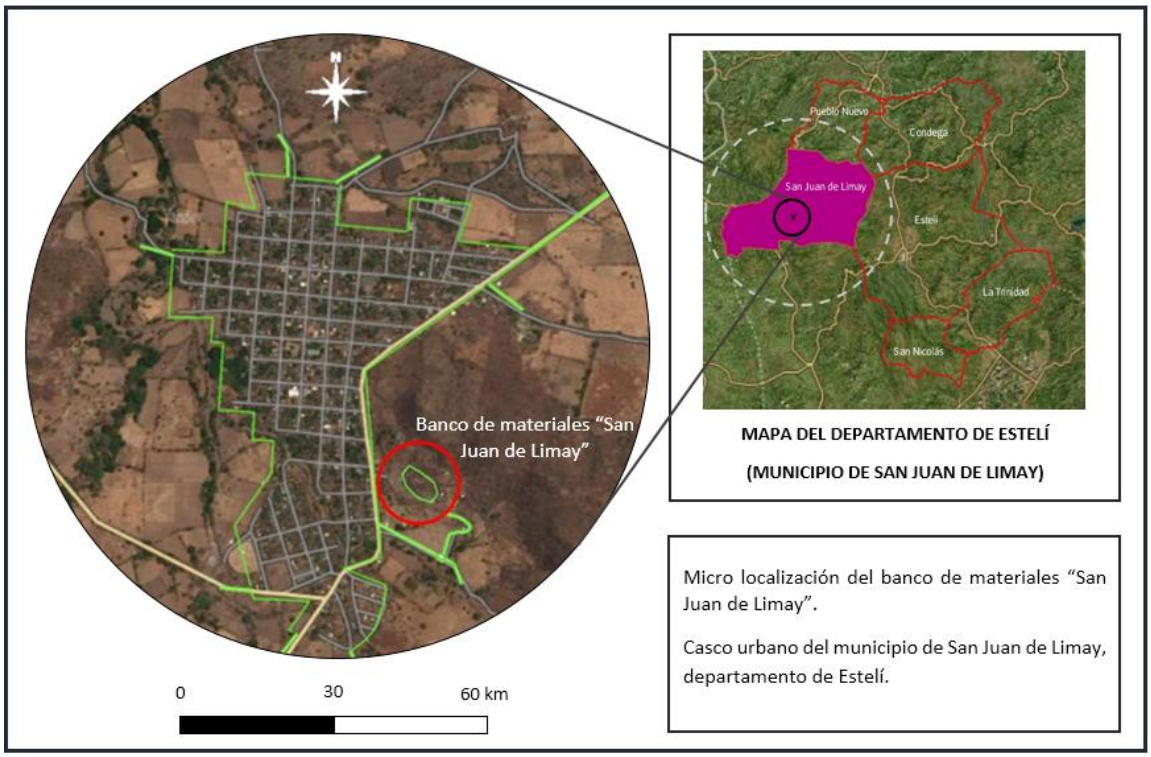


3.1.2. Micro localización

El banco de material de préstamo conocido como San Juan de Limay, está ubicado con dirección exacta a 1,100 metros hacia el este del municipio de San Juan de Limay del departamento de Estelí, en el lugar conocido con el nombre de B.º Las Lomas, el cual se emplaza en jurisdicción del municipio antes mencionado, como se muestra a continuación:

Figura 2:

Micro localización. Mapa del departamento de Estelí y municipio de San Juan de Limay. Nicaragua



3.2. Límites del área de aprovechamiento y topografía

El presente plan en cumplimiento con lo estipulado en el artículo 13 de la “Ley especial sobre exploración y explotación de minas”, propone como área de aprovechamiento del banco de materiales San Juan de Limay el espacio geográfico alti-planimétrico comprendido entre las siguientes coordenadas:

Tabla 1:

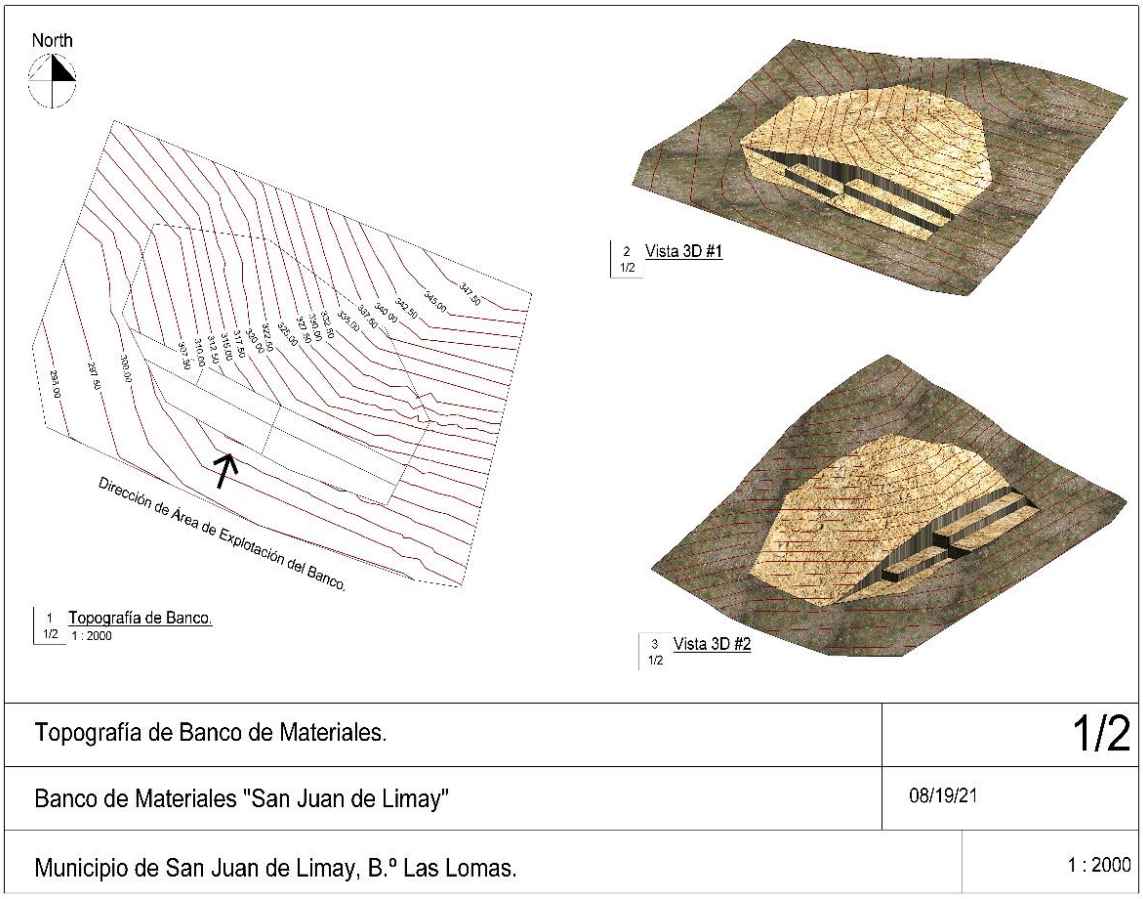
Coordenadas de ubicación del banco de materiales San Juan de Limay

Punto	Coordenada X	Coordenada Y
1	545,562.3806	1,455,849.5538
2	545,540.1649	1,455,889.4822
3	545,556.1255	1,455,929.5732
4	545,613.4858	1,455,922.0762
5	545,671.8875	1,455,882.8773
6	545,694.5901	1,455.841.6019
7	545,672.6211	1,455,819.4666
8	545,624.6151	1,455,849.4666

El presente documento incluye las labores de extracción a desarrollarse dentro del yacimiento. Además del lugar donde se ha llevado a cabo el levantamiento topográfico que posee un área de 11,593.887 m², como se muestra a continuación:

Figura 3:

Topografía del banco de materiales San Juan de Limay



3.3. Justificación técnica y ambiental para el aprovechamiento del depósito de material

3.3.1. Justificación técnica

La importancia de las reservas del material encontrado dentro del banco de préstamo San Juan de Limay, se debe a que este se encuentra constituido por un cuerpo que corresponde a una grava con limo y arena, que cuenta con excelentes características que lo convierten en un material apto para ser utilizado en la construcción de obras viales ya sea para terracería mejorada, material de relleno o bien para la construcción de los elementos del pavimento. En virtud de sus resultados, puede ser utilizado en obras futuras a realizarse en vías primarias,

secundarias y terciarias del municipio que lleva su mismo nombre y su aprovechamiento como banco de materiales será realizado con el objetivo de lograr el desarrollo sostenible a fin de cuidar y conservar los recursos naturales beneficiando a la sociedad en general.

Así mismo, este banco de materiales dispone de un volumen de material aproximado aprovechable, de 750,000.00 m^3, efectivamente considerado como una fuente con cantidad de reserva suficiente para la rehabilitación, mejora y mantenimiento de vías en mal estado, siendo las actividades más importantes a tomarse en cuenta durante su proceso de aprovechamiento, las de arranque, carga, transporte y acopio del material, no se requerirá durante su aprovechamiento, instalación de plantel, uso de explosivos en el área y manejo de hidrocarburos, resultando benéfico para el medio ambiente ya que disminuyen las probabilidades de contaminación.

Cabe mencionar que todos los proyectos relacionados con rehabilitación, mejora y mantenimiento de vías, son de interés social.

3.3.2. Justificación ambiental

Las actividades planificadas a ejecutarse dentro del proyecto de aprovechamiento del banco de materiales San Juan de Limay, son resultado de un análisis global del mismo, a fin de realizar un buen uso y manejo de los recursos naturales existentes en el área para conseguir de esta manera el desarrollo sostenible, dichas actividades se encuentran enfocadas en todo momento a disminuir las posibilidades de generar impactos negativos sobre el ambiente, estas se han dimensionado teniendo en cuenta las condiciones ambientales existentes dentro de la zona del proyecto ya que estas tienen gran influencia en la magnitud e importancia de cualquier impacto ambiental negativo que pueda generar dicho aprovechamiento.

Es importante resaltar que el banco de materiales San Juan de Limay se ubica en el límite del casco urbano del municipio que lleva su mismo nombre, el área destinada a aprovecharse no posee vegetación de importancia ya que esta cuenta con poca vegetación y la que se encuentra es de tipo arbustiva y arbórea, lo que

permitirá que su ejecución como proyecto no provoque alteraciones graves o irreversibles en la zona.

Mientras se lleve a cabo el proyecto no se realizaran modificaciones sobre cauces a fin de evitar incremento de procesos erosivos, daños en vías de accesos y en causes vecinos.

Por otra parte, el banco de materiales al estar expuesto a ruidos fuertes y producción de partículas sólidas dispersas en el aire (polvo), también estará expuesto a estrictas medidas de prevención y control a aplicarse por parte del ente ejecutor, entre las cuales se encuentran: medidas de prevención técnicas, personales y medicas a fin de evitar afectaciones severas sobre los vecinos y el ambiente.

Capitulo IV. Descripción del proyecto siguiendo su línea base

4.1. Selección del sitio

En la selección del sitio a explotar influyeron varios factores, entre los que se encuentran: Ubicarse en los límites del casco urbano del municipio de San Juan de Limay, encontrarse distante a cuerpos de agua, no poseer flora de gran importancia y la fauna encontrada ser escasa; además de preverse que por sus características físicas el lugar al ser expuesto a actividades de aprovechamiento bajo una buena gestión ambiental a lograrse por medio del presente programa de gestión ambiental, lograra un desarrollo sostenible, dejando consigo beneficios positivos para el municipio. Cabe destacar que su extracción no requerirá del uso de explosivos y el material en su estado natural solo puede ser utilizado para terracería.

Dicha área a explotar, de acuerdo a las pruebas de laboratorio realizadas cumple con la calidad vigente para su uso, convirtiéndola para la zona en una fuente alterna con presencia de materiales aptos para la construcción. Además de ser accesible puesto que cuenta con un camino de acceso que se encuentra en muy buenas condiciones.

Se prevé que su extracción causará impactos positivos y negativos mínimos sobre el ambiente, dicha extracción deberá realizarse por medio de excavaciones terraceadas, haciendo uso de la minería de contorno (Ley especial para el uso de bancos de material selecto para el aprovechamiento en la infraestructura, 2010). La empresa a cargo de la explotación deberá implementar las medidas ambientales de seguridad, prevención, mitigación y compensación contenidas en el presente programa de gestión ambiental integral para erradicar posibles impactos negativos sobre el ambiente.

4.2. Situación ambiental de la zona

El municipio de San Juan de Limay o simplemente la Villa de Limay, es un municipio del departamento de Estelí, ubicado en la República de Nicaragua. Fundado el 4 de diciembre de 1891, se encuentra a 195 kilómetros de la ciudad capital Managua y es localizado entre las coordenadas 13° 10' de latitud norte y 86° 36' de longitud oeste.

Según datos revelados por (Empresa Nicaraguense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios, 2020), el municipio tiene una extensión territorial de 530 km² y para el año 2020 contaba con 17,434 habitantes.

Los límites del municipio de San Juan de Limay son:

Al norte.....con el municipio de Pueblo Nuevo, San José de Cusmapa y La Sabana (Dpto. de Somoto).

Al sur.....con el municipio de Achuapa (Dpto. de León).

Al este.....con los municipios de Estelí y Condega. (Dpto. de Estelí).

Al oeste.....con el municipio de San Francisco del Norte (Dpto. de Chinandega).

La distribución territorial del municipio se encuentra compuesto desde el año 1996 en su zona rural por ocho microrregiones, las que a su vez están formadas por un total de 67 comunidades. Y en su casco urbano por 8 barrios.

4.2.1. Clima y precipitación

El banco de materiales se encuentra en una zona con clima de sabana tropical cálido seco y según la clasificación de Climática Köppen, se ubica en una zona de clima caliente y sub-húmedo con lluvia en verano (AW 1 y AW 2). Este clima se caracteriza por presentar una estación seca (noviembre – abril) y otra lluviosa (mayo – octubre), sus temperaturas más altas se presentan durante los meses de abril y mayo (22 ºC y 34 ºC), y las más bajas entre los meses de noviembre y diciembre (18 ºC – 20 ºC).

Dicha zona es de las más secas y áridas del país con un índice de precipitación media anual de 800 - 1200 mm de agua, bajo el régimen de lluvia estacional irregular que se inicia en el mes de mayo y finaliza en octubre, presentando un período de muy escasa precipitación denominado "canícula", entre julio y agosto, el verano (noviembre - abril), es muy seco y ocasiona problemas en el desarrollo de las actividades agropecuarias por la aguda escasez de agua.

Cabe mencionar que la humedad relativa presente en el área, se encuentra entre menos de 65 % y 70 %. Ubicándose a una altitud de 281 (msnm).

4.2.2. Geología y geomorfología

El banco de materiales está localizado geomorfológicamente dentro de la Provincia de la Depresión de Nicaragua (terreno limitado por las fallas de Matiguás y la Cadena Volcánica del Cuaternario Nicaragüense, sus expresiones morfológicas más prominentes son los lagos Xolotlán y Cocibolca, las numerosas calderas volcánicas que muchas veces dan lugar a lagunas cratéricas y los conos volcánicos. Litológicamente se caracteriza por la presencia de rocas volcánicas de edad cuaternaria y depósitos sedimentarios), y La Provincia Volcánica del Terciario (conformada por una potente pila de rocas volcánicas ubicadas discordantemente sobre las rocas metamórficas de la Provincia Metamórfica del Norte. Hacia el Este, se encuentra en concordancia sobre los conglomerados de la Formación Totogalpa).

4.2.3. Tipos de suelos

La zona presenta suelos de tipo cambisoles eutricos. Los suelos cambisoles eutricos son suelos negros ricos en humus (del 3 al 13 %), potasio, fósforo y microelementos. Estos suelos son de los más fértiles para la agricultura, debido a las lluvias de verano, las que producen intensa actividad microbiana sobre la vegetación seca o muerta que queda después del invierno, lo que da lugar al nacimiento de una capa humífera que es nueva y espesa.

Los suelos cambisoles se desarrollan sobre materiales de alteración procedentes de un amplio abanico de rocas, entre ellos destacan los depósitos de carácter eólico, aluvial o coluvial. Aparecen sobre todas las morfologías, climas y tipos de vegetación.

4.2.4. Biodiversidad

4.2.4.1. Flora

La vegetación del municipio es escasa, sabanera y achaparrada con algunas manchas de bosques de coníferas (pinus oocarpa sp). No obstante el sector a intervenir dentro del banco de materiales posee pastizales naturales con poáceas dominantes y vegetación considerada de poca importancia genética y comercial, así como un total de 6 especies de árboles donde las especies más

predominantes son chaperno, genízaro y quebracho. Sumando en total una cantidad de 30 árboles equivalente aproximadamente a un volumen de 10 m^3, los que serán cortados y sembrados una vez finalicen las actividades de explotación.

A continuación se enlistan hierbas y arboles encontrados dentro del área a explotar en el banco de materiales.

Tabla 2:

Hierbas y plantas herbáceas encontradas dentro del área a explotar

Número	Nombre común	Nombre científico	Uso
1	Pasto jaragua	Hyparrhenia rufa	Mejoramiento de producción ganadera
2	Zacate llanero	Andropogon spp	Recuperación de terrenos degradados
3	Petera común	Agave americana	Medicinal
4	Cominillo	Pectis sp	Medicinal

Tabla 3:

Arboles encontrados en el área a explotar dentro del banco de materiales

Número	Nombre común	Nombre científico	Uso	Cantidad de arboles
01	Chaperno	Lonchocarpus yoroensis	Construcción (potencial)	6
02	Genízaro	Samanea saman	Construcción (comercial)	6
03	Guanacaste	Enterolobium cyclocarpum	Construcción (comercial)	3
04	Guásimo	Guazuma ulmifolia	Construcción (no comercial)	3
05	Roble común	Quercus robur	Construcción y carpintería (comercial)	4
06	Quebracho	Schinopsis balansae	Carpintería (potencial)	8
	Total			30

Figura 4:

Vegetación predominante en el banco de materiales

4.2.4.2. Fauna

A continuación se detalla la fauna avistada en el área del proyecto.

Tabla 4:

Especies de fauna avistadas en el área del proyecto

Número	Nombre común	Nombre científico	Familia
1	Armadillo	Dasypus novemcinctus	Dasypodidae
2	Conejo	Oryctolagus cuniculus	Leporidae
3	Falso coral rojo	Lampropeltis triangulum	Colubridae
4	Garrobo	Cenosaura simils	Iguanidae
5	Rana común	Rana bayillati	Randa
6	Paloma Cola blanca	Leptotila verreauxi	Columbidae

4.2.5. Paisaje

El área dentro del banco de materiales destinada a ser explotada cuenta con un paisaje natural, compuesto por el espacio geográfico que aún no ha sido modificado por la actividad humana, características ya mencionadas en esta descripción de línea base como lo son: clima, hábitat de especies de flora y fauna, además de topografía y ubicación.

4.2.6. Red hídrica

En lo que se refiere a los recursos hidrográficos, la zona de influencia se encuentra entre la parte media y alta de la cuenca Rio Negro No. 58 y la parte alta de la cuenca Rio Coco No. 45, la cuenca Río Coco y la cuenca Río Negro, tienen una extensión de 19,969 km² y de 1,401 km². El Rio Negro es fronterizo con los municipios de San Francisco del Norte y tiene su origen en el hermano país de la República de Honduras. Por otra parte se encuentra el Rio Los Quesos, el cual nace en la parte alta de las comunidades Los Roblitos y Naranjo, naciente de flor amarilla, conocido como Quebrada el Naranjo (10 km) y en la comunidad Colocondo, conocido como naciente Quebrada Colocondo (4 km).

Cabe destacar que dentro del área del banco, no se identifican ríos o cuerpos de agua.

4.3. Área y volumen de explotación del banco de materiales

El banco de materiales San Juan de Limay según los descrito en el marco legal contenido dentro del capítulo II, de la presente investigación, es propiedad del estado y se encuentra ubicado en propiedad privada, este yacimiento compuesto de material de grava con limo y arena, ha sido valorado como óptimo para su uso en la construcción de obras viales tras cumplir con la calidad para ser usado como: Capa de base, sub base y usos secundarios como reposición de capa de balasto, reparación de zonas inestables, excavación estructural, relleno estructural y terracería, de ser requeridos por la alcaldía de este municipio para la rehabilitación, mejora y mantenimiento de sus vías de acceso en mal estado, cabe mencionar que se prevé que su explotación no cause daños sobre el ambiente.

El material existente dentro del banco de préstamo San Juan de Limay, fue sometido a las siguientes pruebas de laboratorio (ensayos), respetando el medio ambiente presente en el lugar de extracción:

1. Pozos a cielo abierto de 1.5 x 1.5 x 3 m.
2. Análisis granulométrico.
3. Limite líquido.
4. Límite plástico e índice de plasticidad.
5. Proctor estándar.
6. Proctor modificado.
7. Peso volumétrico suelto y varillado.
8. CBR.
9. Intemperismo acelerado.
10. Desgaste de los ángeles.
11. Clasificación HBR y SUCS.
12. Humedad natural.
13. Absorción.

Siendo el área de aprovechamiento la que se localiza dentro de la cota 300 msnm y 370 msnm. La fuente de material ocupa un polígono irregular que cuenta con un área total de 11,593.887 m^2 y una topografía irregular, mayormente con depresiones, donde las elevaciones mayores oscilan en los 370 msnm y las menores en 320 msnm, donde la mayor altura oscila en los 40 m.

Además dicha área a explotar posee escasa cobertura vegetal y su explotación se clasifica como a cielo abierto, la beta madre del material oscila en un estrato mayor a los 20 m, después del nivel existente, donde realizado un análisis rápido y con el apoyo de trazos de perfiles topográficos longitudinales, se constató que este cuenta con una capa aproximadamente de material orgánico (descapote), equivalente a un volumen de 1,500.00 m^3, analizado de manera general; ahora bien, asumimos que el estrato siguiente es el material selecto clasificado como: A-1-a(0), según H.R.B, con una altura de explotación de 55 m, cifras que dan como resultado un volumen de material selecto aprovechable de 750,000.00 m^3 aproximadamente, volumen de banco que fácilmente abastecerá los volúmenes a requerirse para la rehabilitación, mejora y mantenimiento de vías de acceso (carreteras) en mal estado dentro del municipio, sin causar cambios notables en el paisaje y hábitat de flora y fauna encontrada en el lugar.

De acuerdo a la legislación ambiental vigente dentro del país, el proyecto de aprovechamiento de material de préstamo está sujeto a la elaboración de un “Programa de Gestión Ambiental” según lo establecido en el artículo 4 de la (Ley Especial para el uso de Bancos de Materiales Selectos para el Aprovechamiento en la Infraestructura, 2010). Con el fin de evitar que las actividades propias de la explotación del banco de materiales causen daños sobre el ambiente.

Capitulo V. Estudio de laboratorio

5.1. Ensayos de laboratorio

Según lo estipulado en el artículo 17:

> Todo nicaragüense o persona residente en Nicaragua puede investigar libremente la existencia de riquezas naturales que estuvieren disponibles de conformidad con el Arto. 6 de esta ley, sin que tales actos requieran permiso especial por parte del Estado ni sean causa de impuesto o contribución alguna; pero en todo caso, el investigador será responsable del pago de los daños y perjuicios que por motivo de sus investigaciones se puedan causar al Estado o a particulares… (Ley General Sobre Explotación de las Riquezas Naturales, 1958, art. 17).

Y lo estipulado en el artículo 105:

> Para el uso y manejo de los suelos y de los ecosistemas terrestres deberá tomarse en cuenta:
> 1) La compatibilidad con la vocación natural de los mismos, cuidando de mantener las características físicas/químicas y su capacidad productiva. Toda actividad humana deberá respetar el equilibrio de los ecosistemas... (Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, 2014, art. 105).

Y en general, en cumplimiento con la base legal medioambiental que regula la exploración y explotación de bancos de materiales vigente dentro del país, contenida además en el capítulo II de la presente investigación; a continuación se presenta el siguiente estudio de suelos que tiene por objeto conocer las propiedades físicas mecánicas presentes en el suelo del banco de materiales San Juan de Limay, a través del sometimiento de muestras recopiladas in situ, a una serie de pruebas de laboratorio que a continuación se enumeran, para demostrar de esta manera la verdadera vocación natural del suelo del banco de materiales.

Tabla 5:

Pruebas de laboratorio realizadas al banco de materiales San Juan de Limay

N.º	Prueba	Normativa / ensayo
01	Pozos a cielo abierto de 1.5 x 1.5 x 3 metros	ASTM-D420 o AASHTO T-86
02	Análisis granulométrico	ASTM-D422 o AASHTO T-88
03	Límite líquido	ASTM-D423 o AASHTO T-89
04	Límite plástico e índice de Plasticidad	ASTM-D424 o AASHTO T-90
05	Proctor estándar	ASTM-D698 o AASHTO T-99
06	Proctor modificado	ASTM D-1557 o AASHTO T-180
07	Peso volumétrico suelto y varillado	ASTM C-29 o AASHTO T-19
08	CBR	ASTM-D1883 o AASHTO T-193
09	Intemperismo acelerado	ASTM C-88 o AASHTO T-104
10	Desgaste de los ángeles	ASTM C-131 o AASHTO T-96
11	Clasificación HRB Y SUCS	ASTM D-3282 o AASHTO T-145
12	Humedad natural	ASTM D-2216
13	Absorción	ASTM C-45 o AASHTO T-25

5.2. Registro de resultados

5.2.1. Pozos a cielo abierto de 1.5 x 1.5 x 3 metros

El presente método ha hecho posible la recopilación de muestras representativas del suelo ubicado dentro del banco de materiales San Juan de Limay para la realización de pruebas de laboratorio, que tienen como principal objetivo dar a conocer las propiedades físicas mecánicas del mismo.

El proceso llevado a cabo consistió en la excavación manual de tres pozos de prueba dentro del área destinada a explotación (1.5 x 1.5 x 3 m), para lo cual se empleó mano de obra local. Permitiendo una mejor apreciación de manera directa sobre el interior de las calicatas, facilitando:

1. Registro completo de las condiciones del subsuelo durante la excavación.
2. Auscultación directa del terreno.
3. Identificación in situ del terreno.
4. Extracción de muestras alteradas para ensayos de clasificación.
5. Extracción de muestras inalteradas para la ejecución de ensayos especiales de laboratorio.

La zona de estudio presenta terreno muy estable, sin embargo, el lugar posee topografía con pendientes inclinadas.

5.2.2. Análisis granulométrico. ASTM-D422 o AASHTO T-88

Muestra N.º 1

Tabla 6:

Registro de resultados de granulometría del material mayor que el tamiz N.º 4. Calicata 1, muestra 1

Prueba: Análisis granulométrico. Banco de materiales San Juan de Limay

Fecha: Agosto 2021

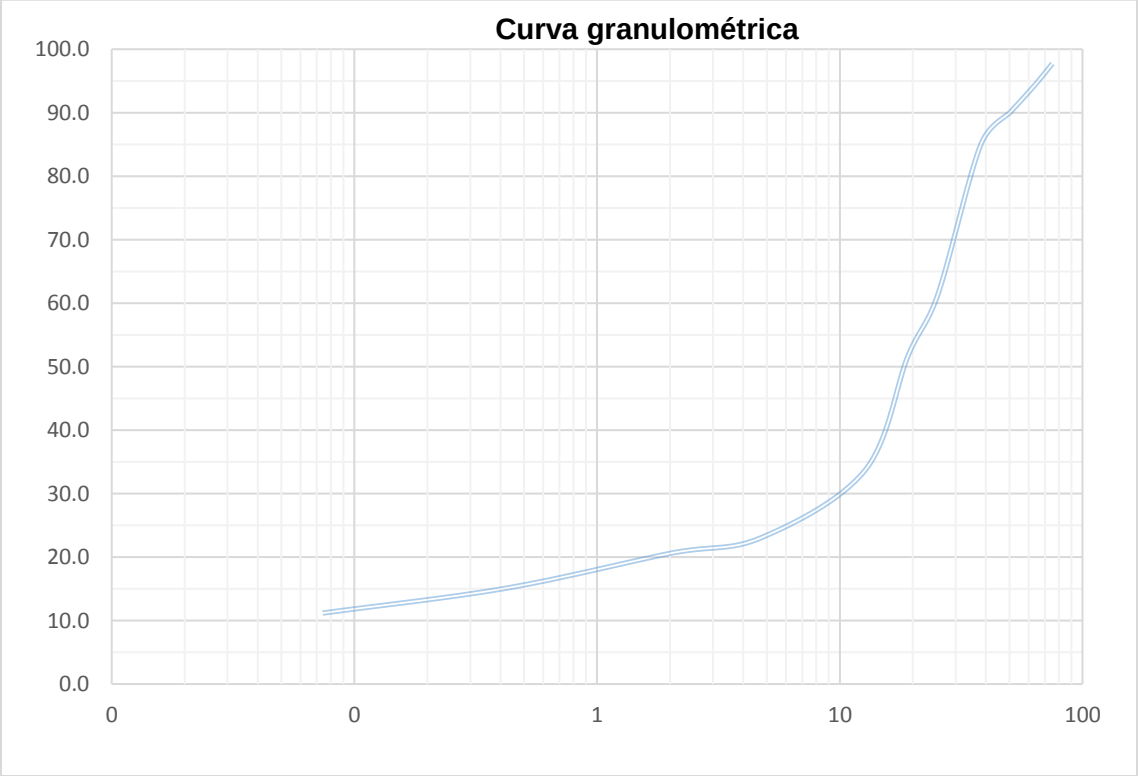
Identificación: Muestra de calicata N.º 1

Tamiz		Peso retenido	Retenido acumulado	En %		Pasa
Pulgada	mm			Ret. %	Ret. Acum.	
3"	75.2	400	400	2	2.0	98.0
2 ½"	63.5	620	1020	3	5.0	95.0
2"	50.8	790	1810	4	8.8	91.2
1 ½"	38.1	1200	3010	5.9	14.7	85.3
1"	25.4	4810	7820	23.5	38.2	61.8
¾ “	19.1	2020	9840	9.9	48.1	51.9
⅜"	12.7	3762	13602	18.4	66.5	33.5
4"	4.76	2200	15802	10.8	77.2	22.8
Pasa # 4	4.76	4656	20458	22.8	100.0	

Tamiz		Peso	Retenido	En %		Pasa
Pulgada	mm	retenido	acumulado	Ret. %	Ret. Acum.	
10	2	13.6	13.6	2.4	79.6	20.4
40	0.42	32.0	45.6	5.6	85.2	14.8
200	0.074	23.0	68.6	4.0	89.2	10.8
Pasa # 200	0.074	62.0	130.6	10.8	100.0	

Figura 5:

Curva granulométrica de calicata 1, muestra 1



Muestra N.º 2

Tabla 7:

Registro de resultados de granulometría del material mayor que el tamiz N.º 4. Calicata 2, muestra 2

Prueba: Análisis granulométrico. Banco de materiales San Juan de Limay

Elaborado: Agosto 2021

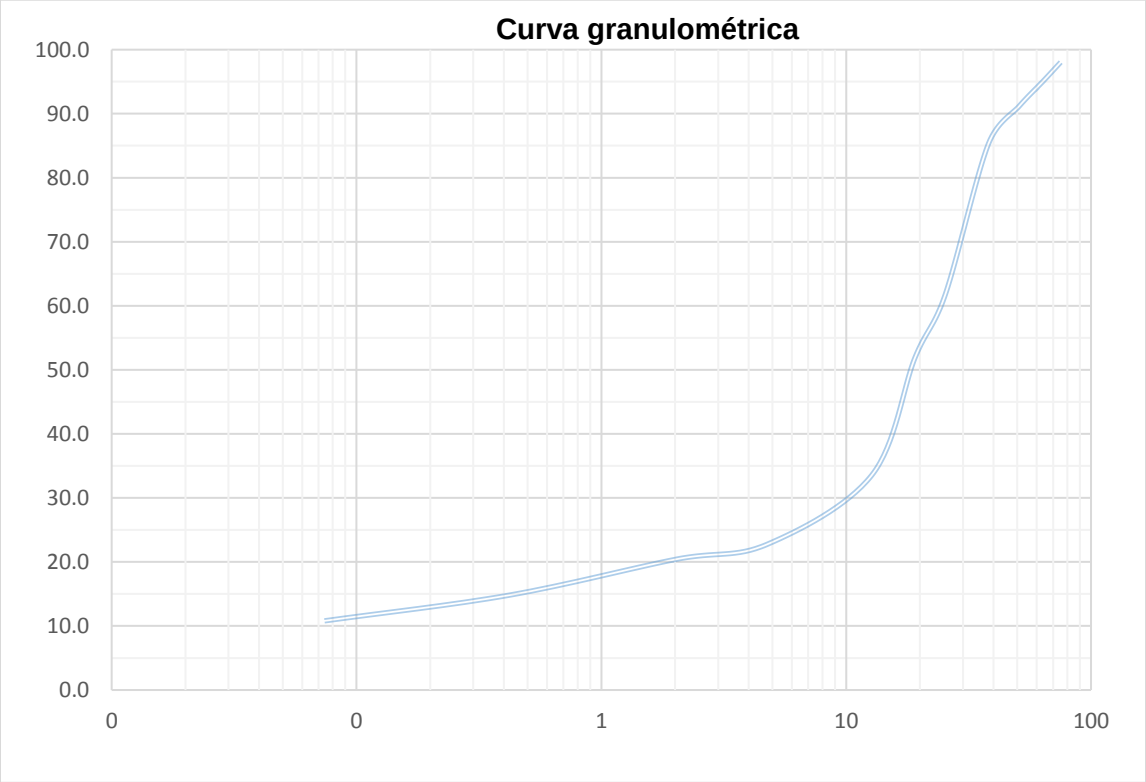
Identificación: Muestra de calicata N.º 2

Tamiz		Peso retenido	Retenido acumulado	En %		Pasa
Pulgada	mm			Ret. %	Ret. Acum.	
3"	75.2	400	400	2	2.0	98.0
2 ½"	63.5	620	1,020	3	5.0	95.0
2"	50.8	790	1,810	4	8.8	91.2
1 ½"	38.1	1,200	3,010	5.9	14.7	85.3
1"	25.4	4,810	7,820	23.5	38.2	61.8
¾ “	19.1	2,020	9,840	9.9	48.1	51.9
⅜"	12.7	3,762	13,602	18.4	66.5	33.5
4"	4.76	2,200	15,802	10.8	77.2	22.8
Pasa # 4	4.76	4,656	20,458	22.8	100.0	

Tamiz		Peso retenido	Retenido acumulado	En %		Pasa
Pulgada	mm			Ret. %	Ret. Acum.	
10	2	13.6	13.6	2.4	79.6	20.4
40	0.42	32.0	45.6	5.6	85.2	14.8
200	0.074	23.0	68.6	4.0	89.2	10.8
Pasa # 200	0.074	62.0	130.6	10.8	100.0	

Figura 6:

Curva granulométrica de calicata 2, muestra 2



Muestra N.º 3

Tabla 8:

Registro de resultados de granulometría del material mayor que el tamiz N.º 4. Calicata 3, muestra 3

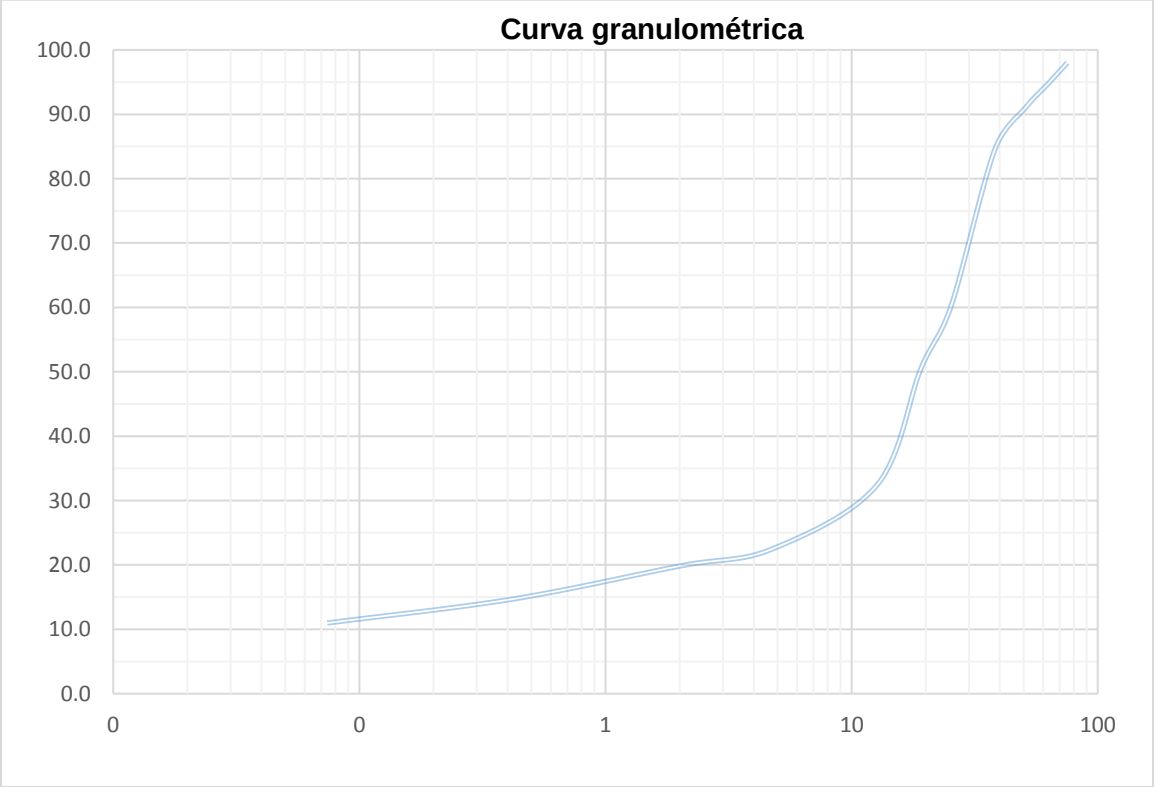
Prueba: Análisis granulométrico. Banco de materiales San Juan de Limay
Elaborado: Agosto 2021
Identificación: Muestra de calicata N.º 3

Tamiz		Peso	Retenido	En %		Pasa
Pulgada	mm	retenido	acumulado	Ret. %	Ret. Acum.	
3"	75.2	400	400	2	2.0	98.0
2 ½"	63.5	620	1,020	3	5.1	94.9
2"	50.8	790	1,810	4	9.0	91.0
1 ½"	38.1	1,320	3,130	6.6	15.6	84.4
1"	25.4	4,852	7,982	24.1	39.7	60.3
¾ “	19.1	1,980	9,962	9.8	49.6	50.4
⅜"	12.7	3,620	13,582	18.0	67.6	32.4
4"	4.76	2,000	15,582	9.9	77.5	22.5
Pasa # 4	4.76	4,520	20,102	22.5	100.0	

Tamiz		Peso	Retenido	En %		Pasa
Pulgada	mm	retenido	acumulado	Ret. %	Ret. Acum.	
10	2	15.0	15.0	2.7	80.2	19.8
40	0.42	29.0	44.0	5.1	85.3	14.7
200	0.074	21.0	65.0	3.7	89.0	11.0
Pasa # 200	0.074	62.0	127.0	11.0	100.0	

Figura 7:

Curva granulométrica de calicata 3, muestra 3



5.2.3. Límite líquido. ASTM-D423 o AASHTO T-89

Muestra N.º 1

Tabla 9:

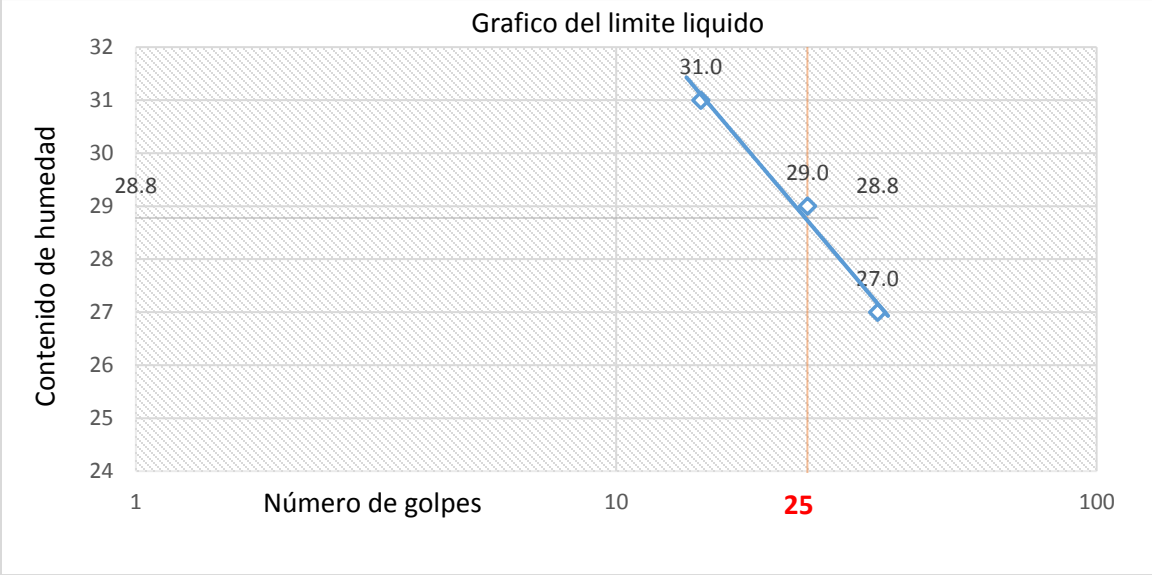
Registro de resultados de límite líquido. Calicata 1, muestra 1

Prueba: Limite líquido. Banco de materiales San Juan de Limay
Elaborado: Agosto 2021
Identificación: Muestra de calicata N.º 1

Muestra N.º	1	2	3
Frasco N.º	A-1	A-2	A-3
N.º de golpes	15	25	35
Peso de frasco + suelo húmedo (gr)	40.00	39.00	42.00
Peso de frasco + suelo seco (gr)	35.00	33.25	36.00
Peso del agua (gr)	5.00	5.75	6.00
Peso del frasco (gr)	15.34	15.21	16.21
Peso de suelo seco (gr)	19.66	18.04	19.79
% de humedad	25.43	31.87	30.32
Limite liquido (%)		28.8	

Figura 8:

Gráfico para determinar límite líquido calicata 1, muestra 1



Muestra N.º 2

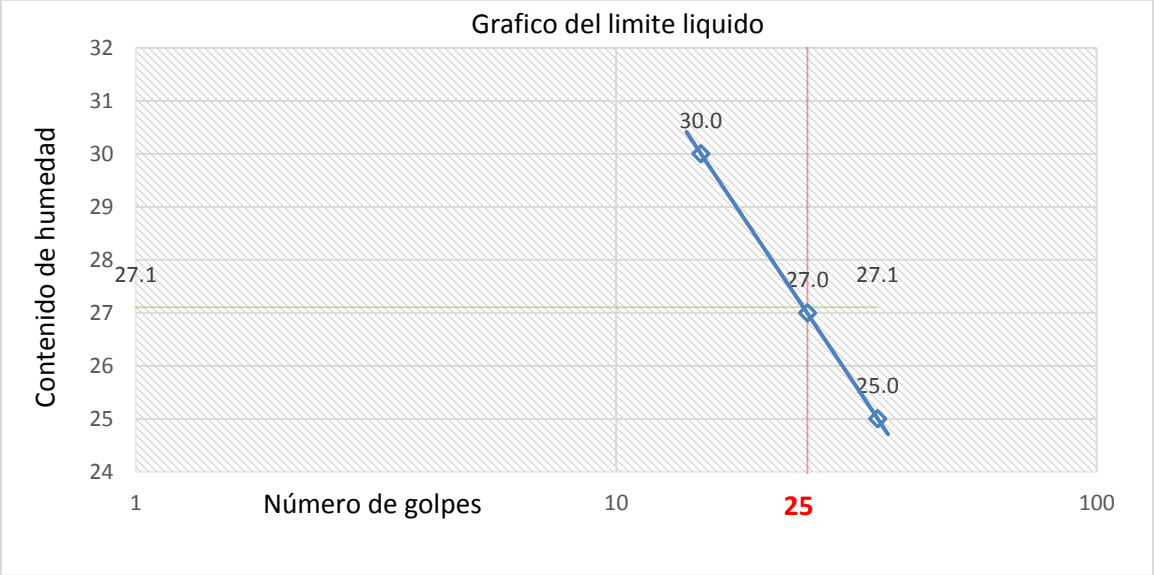
Tabla 10:

Registro de resultados de límite líquido. Calicata 2, muestra 2

Prueba: Limite líquido. Banco de materiales San Juan de Limay			
Elaborado: Agosto 2021			
Identificación: Muestra de calicata N.º 2			
Muestra N.º	1	2	3
Frasco N.º	B-1	B-2	B-3
N.º de golpes	15	25	35
Peso de frasco + suelo húmedo (gr)	40.19	38.54	41.00
Peso de frasco + suelo seco (gr)	34.21	33.27	35.76
Peso del agua (gr)	5.98	5.27	5.24
Peso del frasco (gr)	15.34	15.21	16.21
Peso de suelo seco (gr)	18.87	18.06	19.55
% de humedad	31.69	29.18	26.80
Limite liquido (%)		27.1	

Figura 9:

Gráfico para determinar límite líquido calicata 2, muestra 2



Muestra N.º 3

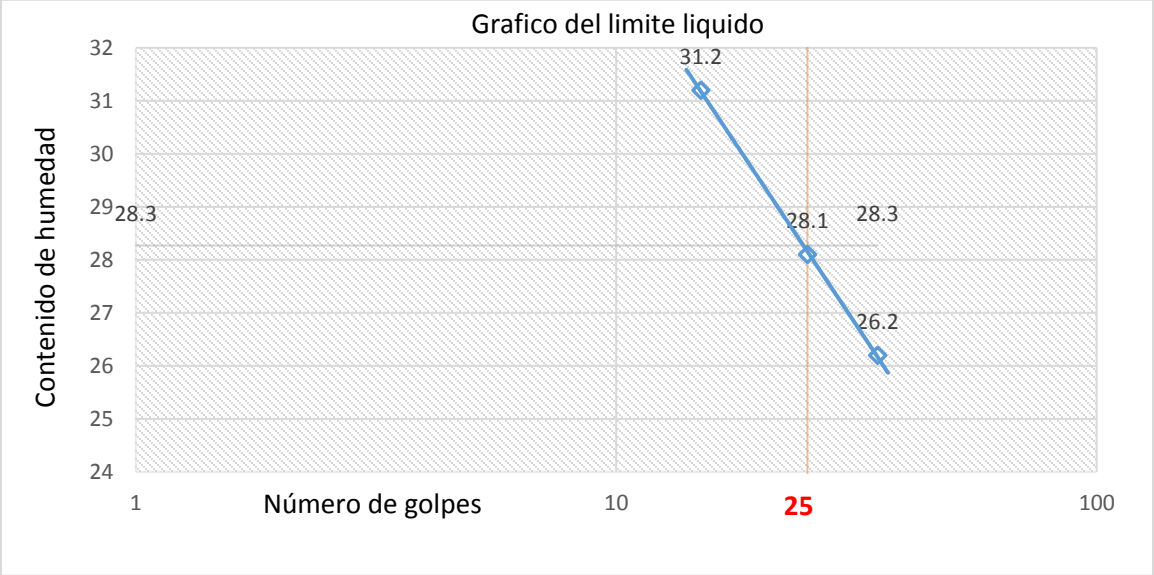
Tabla 11:

Registro de resultados de límite líquido. Calicata 3, muestra 3

Prueba: Limite líquido. Banco de materiales San Juan de Limay			
Elaborado: Agosto 2021			
Identificación: Muestra de calicata N.º 3			
Muestra N.º	1	2	3
Frasco N.º	C-1	C-2	C-3
N.º de golpes	15	25	35
Peso de frasco + suelo húmedo (gr)	40.19	38.54	41.00
Peso de frasco + suelo seco (gr)	34.21	33.27	35.76
Peso del agua (gr)	5.98	5.27	5.24
Peso del frasco (gr)	15.34	15.21	16.21
Peso de suelo seco (gr)	18.87	18.06	19.55
% de humedad	31.69	29.18	26.80
Limite liquido (%)		28.3	

Figura 10:

Gráfico para determinar límite líquido calicata 3, muestra 3



5.2.4. Límite plástico e índice de plasticidad. ASTM-D424 o AASHTO T-90

Muestra N.º 1

Tabla 12:

Registro de resultados de límite plástico e índice de plasticidad. Calicata 1, muestra 1

Prueba: Límite plástico e índice de plasticidad. Banco de materiales San Juan de Limay
Elaborado: Agosto 2021
Identificación: Muestra de calicata N.º 1

Muestra N.º	1	2
Frasco N.º	A-1	A-2
Peso del frasco (gr)	15.32	15.89
Peso de frasco + suelo húmedo (gr)	48.30	45.80
Peso de frasco + suelo seco (gr)	42.34	40.26
Peso del agua (gr)	5.96	5.54
Peso de suelo seco (gr)	27.02	24.37
% de humedad	22.06	22.73
Limite plástico (%)	22.40	
Índice de plasticidad (%)	6.40	

Muestra N.º 2

Tabla 13:

Registro de resultados de límite plástico e índice de plasticidad. Calicata 2, muestra 2

Prueba: Límite plástico e índice de plasticidad. Banco de materiales San Juan de Limay
Elaborado: Agosto 2021
Identificación: Muestra de calicata N.º 2

Muestra N.º	1	2
Frasco N.º	B-1	B-2
Peso del frasco (gr)	15.32	15.89
Peso de frasco + suelo húmedo (gr)	48.20	45.70
Peso de frasco + suelo seco (gr)	42.34	40.26
Peso del agua (gr)	5.86	5.44
Peso de suelo seco (gr)	27.02	24.37
% de humedad	21.69	22.32
Limite plástico (%)	22.0	
Índice de plasticidad (%)	5.1	

Muestra N.º 3

Tabla 14:

Registro de resultados de límite plástico e índice de plasticidad. Calicata 3, muestra 3

Prueba: Límite plástico e índice de plasticidad. Banco de materiales San Juan de Limay
Elaborado: Agosto 2021
Identificación: Muestra de calicata N.º 3

Muestra N.º	1	2
Frasco N.º	C-1	C-2
Peso del frasco (gr)	15.32	15.89
Peso de frasco + suelo húmedo (gr)	48.70	46.00
Peso de frasco + suelo seco (gr)	42.34	40.26
Peso del agua (gr)	6.36	5.74
Peso de suelo seco (gr)	27.02	24.37
% de humedad	23.54	23.55
Limite plástico (%)	23.5	
Índice de plasticidad (%)	4.8	

5.2.5. Pruebas de compactación

5.2.5.1. Proctor estándar. ASTM-D698 o AASHTO T-99

Muestra N.º 1

Tabla 15:

Registro de resultados de prueba de compactación proctor estándar. Calicata 1, muestra 1

Prueba: Proctor estándar. Banco de materiales San Juan de Limay	
Identificación: Muestra de calicata N.º 1	
Elaborado: Agosto 2021	Molde N.º 1
Peso del martillo en (kg): 2.5	Número de capas: 3
Diámetro del martillo (mm): 50.8	Número de golpes por capa: 56
Caída del martillo (cm): 30.5	Área del molde en (cm^2): 80.

Densidad máxima del material

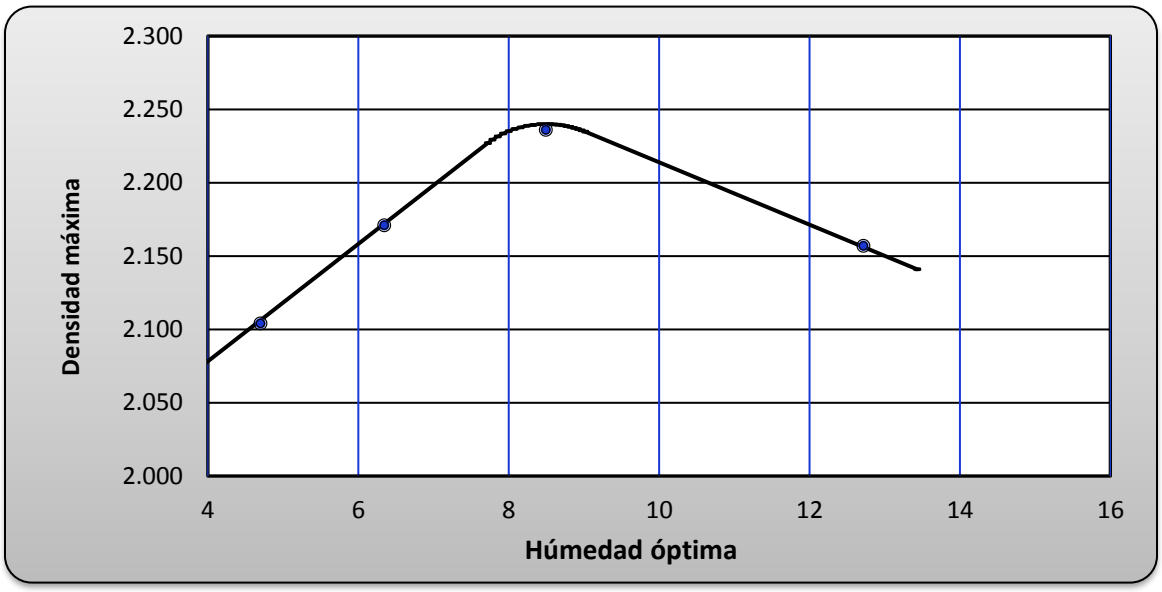
Puntos de compactación	1	2	3	4	5
Molde + suelo + agua	6,030	6,130	6,240	6,245	5,950
Peso del molde	3,960	3,960	3,960	3,960	3,960
Volumen del molde	940	940	940	940	939.8
Material húmedo - molde	2,070	2,170	2,280	2,285	1,990
Densidad máxima húmeda	2.203	2.309	2.426	2.431	2.117
Densidad máxima seca	2.104	2.171	2.236	2.157	1.683

Humedad

Tara N.º	1	2	3	4	5
Tara + suelo + húmedo	95.8	95.5	95.8	97.5	100.0
Tara + suelo + seco	91.5	89.8	88.3	86.5	79.5
Peso de tara	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso suelo seco - tara	91.5	89.8	88.3	86.5	79.5
Contenido de agua	4.3	5.7	7.5	11.0	20.5
Porcentaje de humedad %	4.7	6.3	8.5	12.7	25.8

Figura 11:

Curva de compactación proctor estándar calicata 1, muestra 1



Densidad máxima seca: 2,240 Humedad óptima: 8.5

Muestra N.º 2

Tabla 16:

Registro de resultados de prueba de compactación proctor estándar. Calicata 2, muestra 2

Prueba: Proctor estándar. Banco de materiales San Juan de Limay	
Identificación: Muestra de calicata N.º 2	
Elaborado: Agosto 2021	Molde N.º 1
Peso del martillo en (kg): 2.5	Número de capas: 3
Diámetro del martillo (mm): 50.8	Número de golpes por capa: 56
Caída del martillo (cm): 30.5	Área del molde en (cm^2): 80.1

Densidad máxima del material

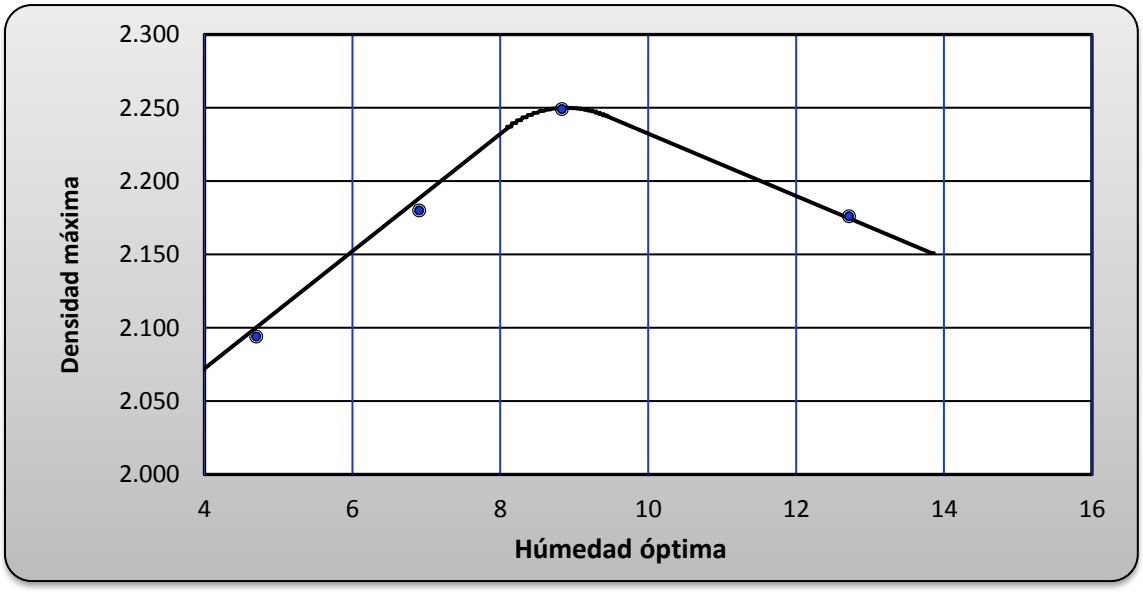
Puntos de compactación	1	2	3	4	5
Molde + suelo + agua	6,020	6,150	6,260	6,265	5,950
Peso del molde	3,960	3,960	3,960	3,960	3,960
Volumen del molde	940	940	940	940	939.8
Material húmedo - molde	2,060	2,190	2,300	2,305	1,990
Densidad máxima húmeda	2.192	2.330	2.447	2.453	2.117
Densidad máxima seca	2.094	2.180	2.249	2.176	1.683

Humedad

Tara N.º	1	2	3	4	5
Tara + suelo + húmedo	95.8	96.0	96.1	97.5	100.0
Tara + suelo + seco	91.5	89.8	88.3	86.5	79.5
Peso de tara	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso suelo seco - tara	91.5	89.8	88.3	86.5	79.5
Contenido de agua	4.3	6.2	7.8	11.0	20.5
Porcentaje de humedad %	4.7	6.9	8.8	12.7	25.8

Figura 12:

Curva de compactación proctor estándar calicata 2, muestra 2



Densidad máxima seca: 2,250 Humedad óptima: 8.9

Muestra N.º 3

Tabla 17:

Registro de resultados de prueba de compactación proctor estándar. Calicata 3, muestra 3

Prueba: Proctor estándar. Banco de materiales San Juan de Limay	
Identificación: Muestra de calicata N.º 3	
Elaborado: Agosto 2021	Molde N.º 1
Peso del martillo en (kg): 2.5	Número de capas: 3
Diámetro del martillo (mm): 50.8	Número de golpes por capa: 56
Caída del martillo (cm): 30.5	Área del molde en (cm²): 80.1

Densidad máxima del material

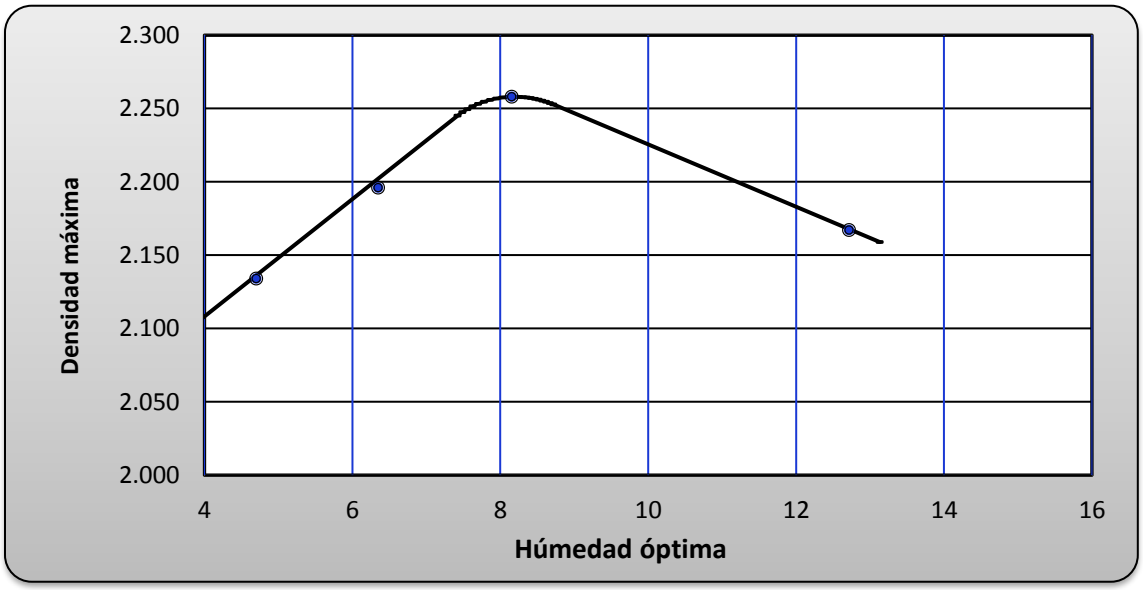
Puntos de compactación	1	2	3	4	5
Molde + suelo + agua	6,060	6,155	6,255	6,255	5,950
Peso del molde	3,960	3,960	3,960	3,960	3,960
Volumen del molde	940	940	940	940	939.8
Material húmedo - molde	2,100	2,195	2,295	2,295	1,990
Densidad máxima húmeda	2.235	2.336	2.442	2.442	2.117
Densidad máxima seca	2.134	2.196	2.258	2.167	1.683

Humedad

Tara N.º	1	2	3	4	5
Tara + suelo + húmedo	95.8	95.5	95.5	97.5	100.0
Tara + suelo + seco	91.5	89.8	88.3	86.5	79.5
Peso de tara	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso suelo seco - tara	91.5	89.8	88.3	86.5	79.5
Contenido de agua	4.3	5.7	7.2	11.0	20.5
porcentaje de humedad %	4.7	6.3	8.2	12.7	25.8

Figura 13:

Curva de compactación proctor estándar calicata 3, muestra 3



Densidad máxima seca: 2,258 Humedad óptima: 8.2

5.2.5.2. Proctor modificado. ASTM D-1557 o AASHTO T-180

Muestra N.º 1

Tabla 18:

Registro de resultados de prueba de compactación proctor modificado. Calicata 1, muestra 1

Prueba: Proctor modificado. Banco de materiales San Juan de Limay	
Identificación: Muestra de calicata N.º 1	
Fecha: Agosto 2021	Molde N.º 1
Peso del martillo en (kg): 4.54	Número de capas: 5
Diámetro del martillo (mm): 50.8	Número de golpes por capa: 56
Caída del martillo (cm): 45.7	Área del molde (cm²): 80.1

Densidad máxima del material

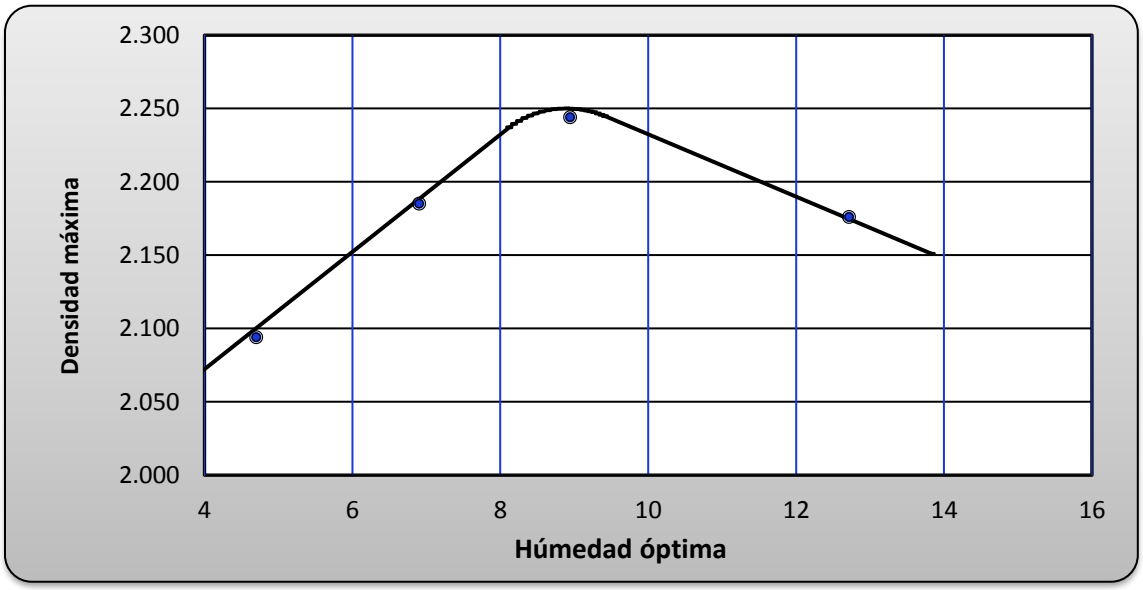
Puntos de compactación	1	2	3	4	5
Molde + suelo + agua	6,020	6,155	6,258	6,265	5,950
Peso del molde	3,960	3,960	3,960	3,960	3,960
Volumen del molde	940	940	940	940	939.8
Material húmedo - molde	2,060	2,195	2,298	2,305	1,990
Densidad máxima húmeda	2.192	2.336	2.445	2.453	2.117
Densidad máxima seca	2.094	2.185	2.244	2.176	1.683

Humedad

Tara N.º	1	2	3	4	5
Tara + suelo + húmedo	95.8	96.0	96.2	97.5	100.0
Tara + suelo + seco	91.5	89.8	88.3	86.5	79.5
Peso de tara	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso suelo seco - tara	91.5	89.8	88.3	86.5	79.5
Contenido de agua	4.3	6.2	7.9	11.0	20.5
Porcentaje de humedad %	4.7	6.9	8.9	12.7	25.8

Figura 14:

Curva de compactación proctor modificado calicata 1, muestra 1



Densidad máxima seca: 2,250 Humedad óptima: 8.9

Muestra N.º 2

Tabla 19:

Registro de resultados de prueba de compactación proctor modificado. Calicata 2, muestra 2

Prueba: Proctor modificado. Banco de materiales San Juan de Limay	
Identificación: Muestra de calicata N.º 2	
Fecha: Agosto 2021	Molde N.º 1
Peso del martillo en (kg): 4.54	Número de capas: 5
Diámetro del martillo (mm): 50.8	Número de golpes por capa: 56
Caída del martillo (cm): 45.7	Área del molde (cm²): 80.1

Densidad máxima del material

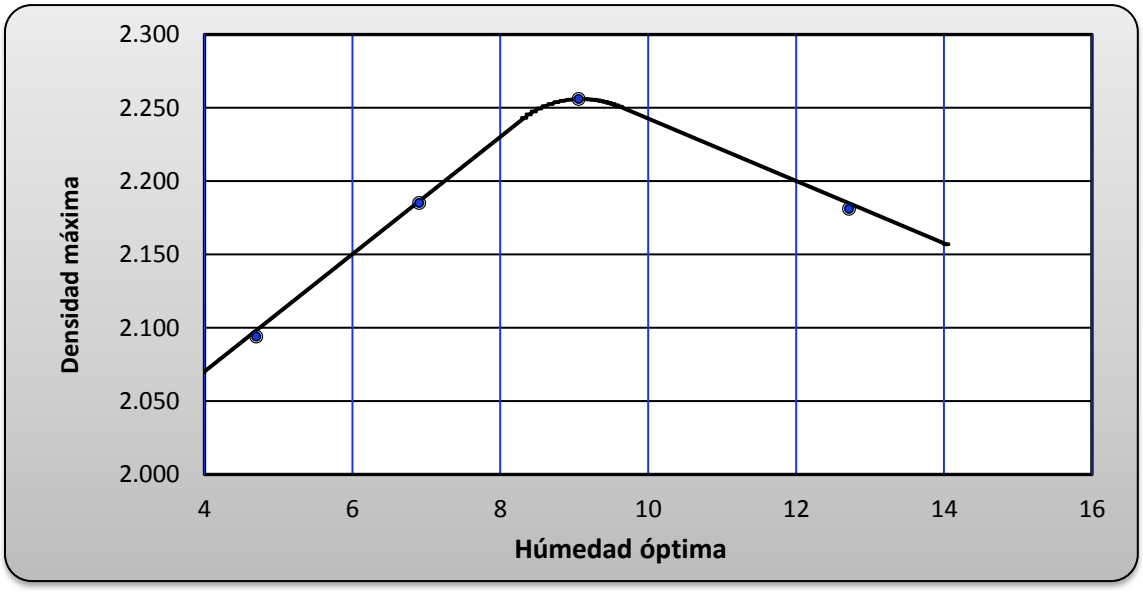
Puntos de compactación	1	2	3	4	5
Molde + suelo + agua	6,020	6,155	6,272	6,270	5,950
Peso del molde	3,960	3,960	3,960	3,960	3,960
Volumen del molde	940	940	940	940	939.8
Material húmedo - molde	2,060	2,195	2,312	2,310	1,990
Densidad máxima húmeda	2.192	2.336	2.460	2.458	2.117
Densidad máxima seca	2.094	2.185	2.256	2.181	1.683

Humedad

Tara N.º	1	2	3	4	5.0
Tara + suelo + húmedo	95.8	96.0	96.3	97.5	100.0
Tara + suelo + seco	91.5	89.8	88.3	86.5	79.5
Peso de tara	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso suelo seco - tara	91.5	89.8	88.3	86.5	79.5
Contenido de agua	4.3	6.2	8.0	11.0	20.5
Porcentaje de humedad %	4.7	6.9	9.1	12.7	25.8

Figura 15:

Curva de compactación proctor modificado calicata 2, muestra 2



Densidad máxima seca: 2,256 Humedad óptima: 9.1

Muestra N.º 3

Tabla 20:

Registro de resultados de prueba de compactación proctor modificado. Calicata 3, muestra 3

Prueba: Proctor modificado. Banco de materiales San Juan de Limay	
Identificación: Muestra de calicata N.º 3	
Fecha: Agosto 2021	Molde N.º 1
Peso del martillo en (kg): 4.54	Número de capas: 5
Diámetro del martillo (mm): 50.8	Número de golpes por capa: 56
Caída del martillo (cm): 45.7	Área del molde (cm^2): 80.1

Densidad máxima del material

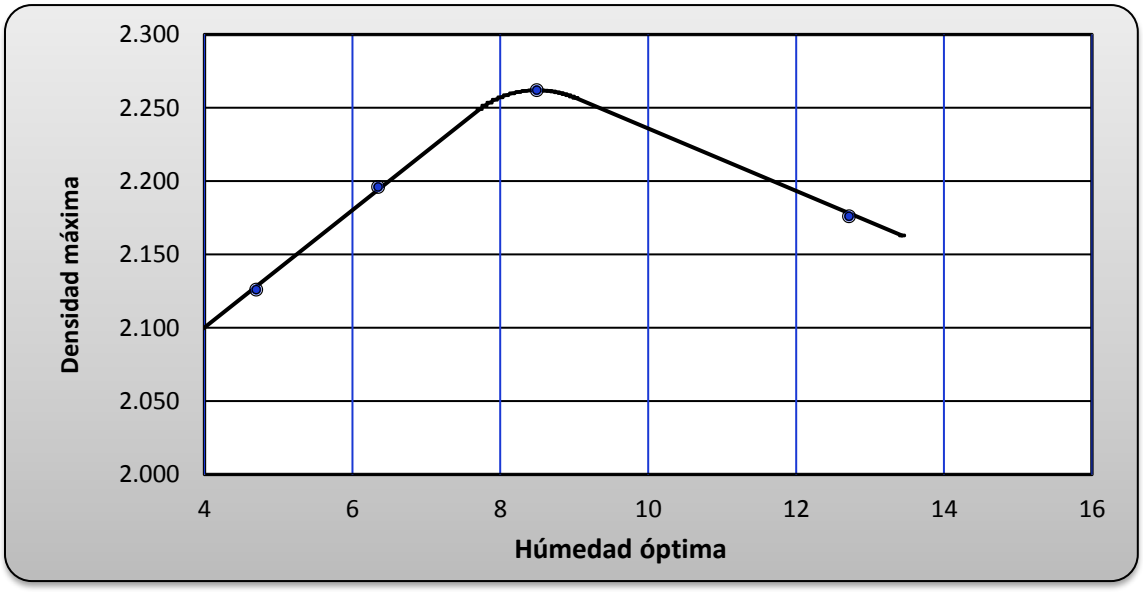
Puntos de compactación	1	2	3	4	5
Molde + suelo + agua	6,052	6,155	6,266	6,265	5,950
Peso del molde	3,960	3,960	3,960	3,960	3,960
Volumen del molde	940	940	940	940	939.8
Material húmedo - molde	2,092	2,195	2,306	2,305	1,990
Densidad máxima húmeda	2.226	2.336	2.454	2.453	2.117
Densidad máxima seca	2.126	2.196	2.262	2.176	1.683

Humedad

Tara N.º	1	2	3	4	5
Tara + suelo + húmedo	95.8	95.5	95.8	97.5	100.0
Tara + suelo + seco	91.5	89.8	88.3	86.5	79.5
Peso de tara	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso suelo seco - tara	91.5	89.8	88.3	86.5	79.5
Contenido de agua	4.3	5.7	7.5	11.0	20.5
Porcentaje de humedad %	4.7	6.3	8.5	12.7	25.8

Figura 16:

Curva de compactación proctor modificado calicata 3, muestra 3



Densidad máxima seca: 2,262 Humedad óptima: 8.5

5.2.6. Peso volumétrico suelto y varillado. ASTM C-29 o AASHTO T-19

Muestra N.º 1

Tabla 21:

Registro de resultados de prueba de peso volumétrico suelto y varillado. Calicata 1, muestra 1

Prueba: Peso volumétrico suelto y varillado. Banco de materiales San Juan de Limay

Elaborado: Agosto 2021

Identificación: Muestra de calicata N.º 1

Molde N.º	P.V.S.S.	P.V.S.C
1	1,768	1,856

Muestra N.º 2

Tabla 22:

Registro de resultados de prueba de peso volumétrico suelto y varillado. Calicata 2, muestra 2

Prueba: Peso volumétrico suelto y varillado. Banco de materiales San Juan de Limay

Elaborado: Agosto 2021

Identificación: Muestra de calicata N.º 2

Molde N.º	P.V.S.S.	P.V.S.C
1	1,775	1,862

Muestra N.º 3

Tabla 23:

Registro de resultados de prueba de peso volumétrico suelto y varillado. Calicata 3, muestra 3

Prueba: Peso volumétrico suelto y varillado. Banco de materiales San Juan de Limay

Elaborado: Agosto 2021

Identificación: Muestra de calicata N.º 3

Molde N.º	P.V.S.S.	P.V.S.C
1	1,771	1,870

5.2.7. CBR. ASTM-D1883 o AASHTO T-193

5.2.7.1. CBR. Proctor estándar

Muestra N.º 1

Tabla 24:

Registro de resultados prueba de C.B.R. (California Bearing Ratio) proctor estándar. Calicata 1, muestra 1

Prueba: C.B.R. proctor estándar. Banco de materiales San Juan de Limay			
Identificación: Muestra de calicata N.º 1			
Elaborado: Agosto 2021		Humedad óptima: 8.5	
Agosto 2021		Densidad máxima: 2.24	
	C.B.R.		
	Densidad		
Molde N.º	1	2	3
Nº de golpes por capa	10	25	65
Condición de la muestra	Sin mojar	Sin mojar	Sin mojar
Peso molde + suelo húmedo (g)	12152	12385	12535
Peso de molde (g)	7340	7250	7008
Peso de suelo húmedo (g)	4812	5135	5527
Volumen del molde (g)	2151	2179	2217
Densidad húmeda g/cm³	2.237	2.357	2.493
Densidad seca (g)	2.045	2.154	2.279

Agua

Condición de la muestra	Sin mojar	Mojada	Sin mojar	Mojada	Sin mojar	Mojada
Peso tara + suelo húmedo (g)	145.00	200.00	145.00	216.10	145.00	217.70
Peso tara + suelo seco (g)	132.50	181.00	132.50	195.90	132.50	201.00
Peso de tara (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso del agua (g)	12.50	18.70	12.50	20.20	12.50	16.70
Peso de suelo seco (g)	132.50	181.30	132.50	195.90	132.50	201.00
Contenido de agua %	9.4	10.3	9.4	10.3	9.4	8.3

Expansión

Día	Lectura del dial	Lectura corregida	Hinchamiento mm	Hinchamiento %
00	45	0.572		
01	89	1.130	0.56	0.5
02	150	1.905	1.33	1.1
03	190	2.413	1.84	1.6
04	96	1.219	0.65	0.55

Día	Lectura del dial	Lectura corregida	Hinchamiento mm	Hinchamiento %
00	37	0.470		
01	200	2.540	2.07	1.8
02	233	2.959	2.49	2.2
03	265	3.366	2.90	2.5
04	61	0.775	0.30	0.27

Día	Lectura del dial	Lectura corregida	Hinchamiento	
			mm	%
00	61	0.775		
01	236	2.997	2.22	1.9
02	250	3.175	2.40	2.1
03	285	3.620	2.84	2.5
04	79	1.003	0.23	0.20

Penetración

Penetración mm	Espécimen 10 golpes			
	Antes de corrección		Correcto	
	Lectura	kg	kg / cm²	C.B.R.
0.00	0	0.0	0.0	
0.64	30	139.7	7.3	
1.27	68	316.7	16.5	
1.91	100	465.7	24.2	
2.54	130	605.4	31.5	44.9
3.81	180	838.2	43.6	
5.08	220	1,024.5	53.2	50.7
7.62	300	1,397.1	72.6	
10.16	330	1,536.8	79.9	
12.00				

Penetración mm	Espécimen 25 golpes			
	Antes de corrección		Correcto	
	Lectura	kg	kg / cm²	C.B.R.
0.00	0	0.0	0.0	
0.64	55	256.1	13.3	
1.27	95	442.4	23.0	
1.91	135	628.7	32.7	
2.54	165	768.4	39.9	57.0
3.81	250	1,164.2	60.5	
5.08	300	1,397.1	72.6	69.1
7.62	400	1,862.7	96.8	
10.16	450	2,095.6	108.9	
12.00				

Penetración mm	Espécimen 65 golpes			
	Antes de corrección		Correcto	
	Lectura	kg	kg / cm²	C.B.R.
0.00	0	0.0	0.0	
0.64	80	372.5	19.4	
1.27	130	605.4	31.5	
1.91	189	880.1	45.7	
2.54	240	1,117.6	58.1	83.0
3.81	330	1,536.8	79.9	
5.08	380	1,769.6	92.0	87.6
7.62	500	2,328.4	121.0	
10.16	550	2,561.3	133.1	
12.00				

Figura 17:

Penetración del pistón en mm, C.B.R. Proctor estándar calicata 1, muestra 1

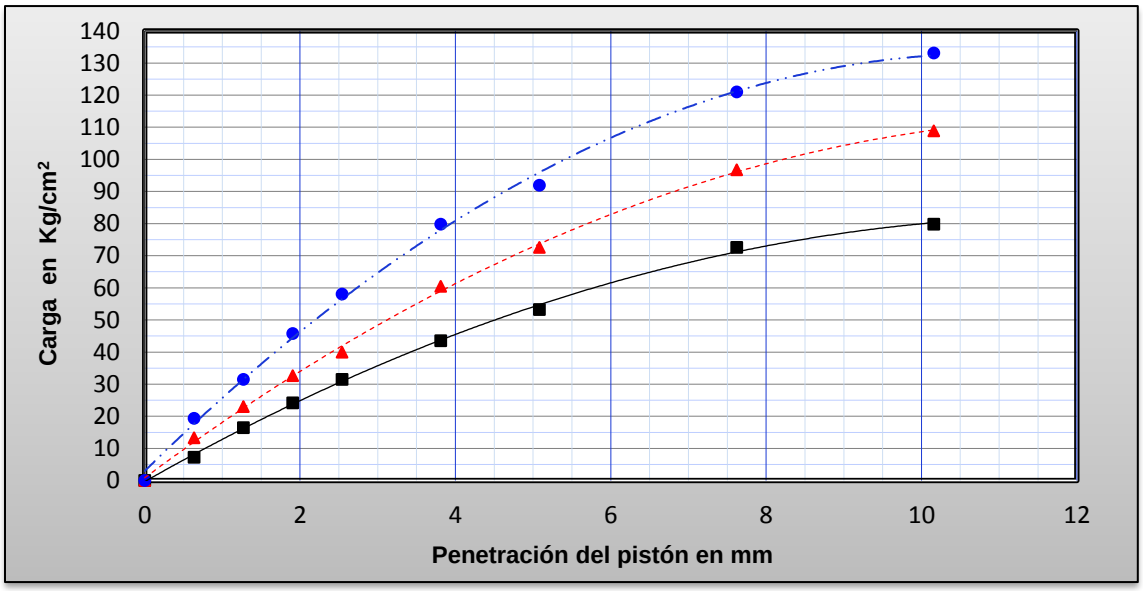
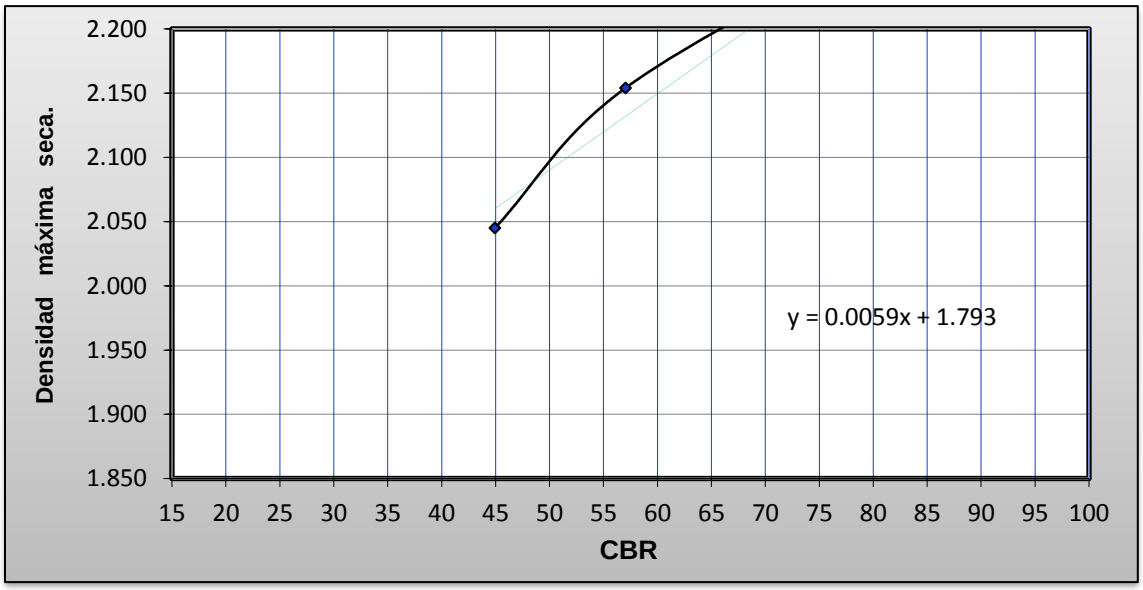


Figura 18:

C.B.R. Proctor estándar calicata 1, muestra 1



Muestra N.º 2

Tabla 25:

Registro de resultados prueba de C.B.R. (California Bearing Ratio) proctor estándar. Calicata 2, muestra 2

Prueba: C.B.R. proctor estándar. Banco de materiales San Juan de Limay			
Identificación: Muestra de calicata N.º 2		Elaborado: Agosto 2021	
Humedad óptima: 8.9		Densidad máxima: 2.250	
C.B.R			
Densidad			
Molde N.º	1	2	3
N.º de golpes por capa	10	25	65
Condición de la muestra	Sin mojar	Sin mojar	Sin mojar
Peso molde + suelo húmedo (g)	12,185	12,410	12,565
Peso de molde (g)	7,340	7,250	7,008
Peso de suelo húmedo (g)	4,845	5,160	5,557
Volumen del molde (g)	2,151	2,179	2,217
Densidad húmeda g/cm³	2.252	2.368	2.506
Densidad seca (g)	2.051	2.157	2.282

Agua

Condición de la muestra	Sin mojar	Mojada	Sin mojar	Mojada	Sin mojar	Mojada
Peso tara +suelo húmedo (g)	145.5	200.0	145.5	216.10	145.5	217.70
Peso tara + suelo seco (g)	132.5	181.3	132.5	195.90	132.5	201.00
Peso de tara (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso del agua (g)	13.00	18.7	13.00	20.20	13.00	16.70
Peso de suelo seco (g)	132.5	181.3	132.5	195.90	132.5	201.00
Contenido de agua %	9.8	10.3	9.8	10.3	9.8	8.3

Expansión

Día	Lectura del dial	Lectura corregida	Hinchamiento	
			mm	%
00	46	0.584		
01	89	1.130	0.55	0.5
02	150	1.905	1.32	1.1
03	190	2.413	1.83	1.6
04	96	1.219	0.64	0.54

Día	Lectura del dial	Lectura corregida	Hinchamiento	
			mm	%
00	36	0.457		
01	200	2.540	2.08	1.8
02	233	2.959	2.50	2.2
03	265	3.366	2.91	2.6
04	61	0.775	0.32	0.28

Día	Lectura del dial	Lectura corregida	Hinchamiento	
			mm	%
00	62	0.787		
01	236	2.997	2.21	1.9
02	250	3.175	2.39	2.1
03	285	3.620	2.83	2.4
04	79	1.003	0.22	0.19

Penetración

Penetración mm	Espécimen 10 golpes			
	Antes de corrección		Correcto	
	Lectura	kg	kg / cm²	C.B.R.
0.00	0	0.0	0.0	
0.64	30	139.7	7.3	
1.27	68	316.7	16.5	
1.91	100	465.7	24.2	
2.54	120	558.8	29.0	41.5
3.81	185	861.5	44.8	
5.08	210	977.9	50.8	48.4
7.62	310	1,443.6	75.0	
10.16	345	1,606.6	83.0	
12.00				

Penetración mm	Espécimen 25 golpes			
	Antes de corrección		Correcto	
	Lectura	kg	kg / cm²	C.B.R.
0.00	0	0.0	0.0	
0.64	55	256.1	13.3	
1.27	95	442.4	23.0	
1.91	135	628.7	32.7	
2.54	170	791.7	41.1	58.8
3.81	260	1,210.8	62.9	
5.08	315	1,466.9	76.2	72.6
7.62	410	1,909.3	99.2	
10.16	462	2,151.5	111.8	
12.00				

Penetración mm	Espécimen 65 golpes			
	Antes de corrección		Correcto	
	Lectura	kg	kg / cm²	C.B.R.
0.00	0	0.0	0.0	
0.64	80	372.5	19.4	
1.27	130	605.4	31.5	
1.91	189	880.1	45.7	
2.54	250	1,164.2	60.5	86.4
3.81	335	1,560.0	81.1	
5.08	400	1,862.7	96.8	92.2
7.62	510	2,375.0	123.4	
10.16	560	2,607.8	135.5	
12.00				

Figura 19:

Penetración del pistón en mm, C.B.R. Proctor estándar calicata 2, muestra 2

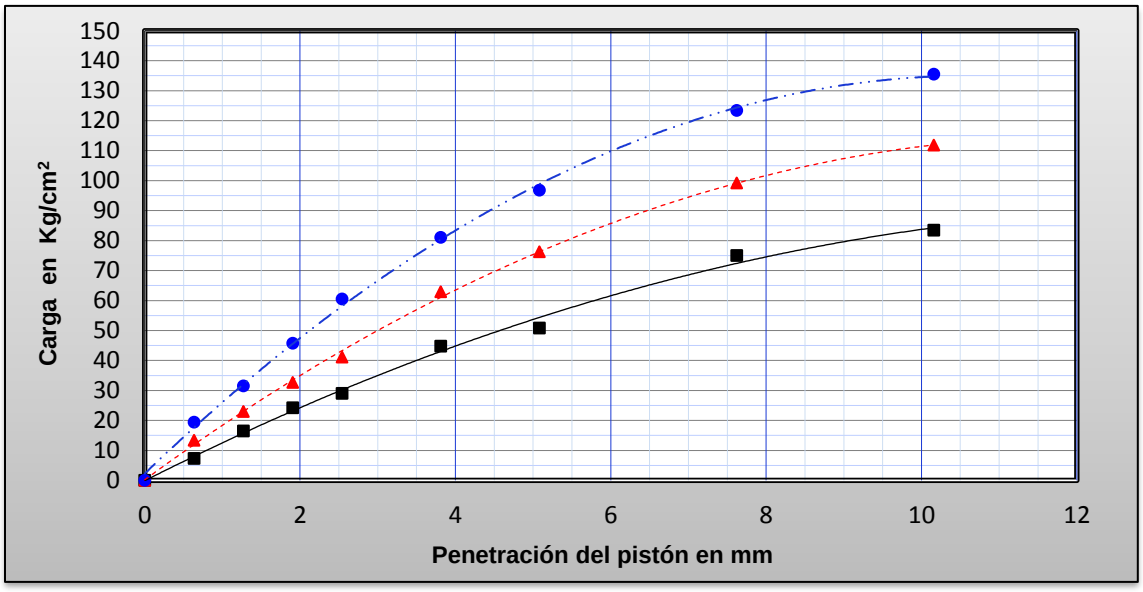
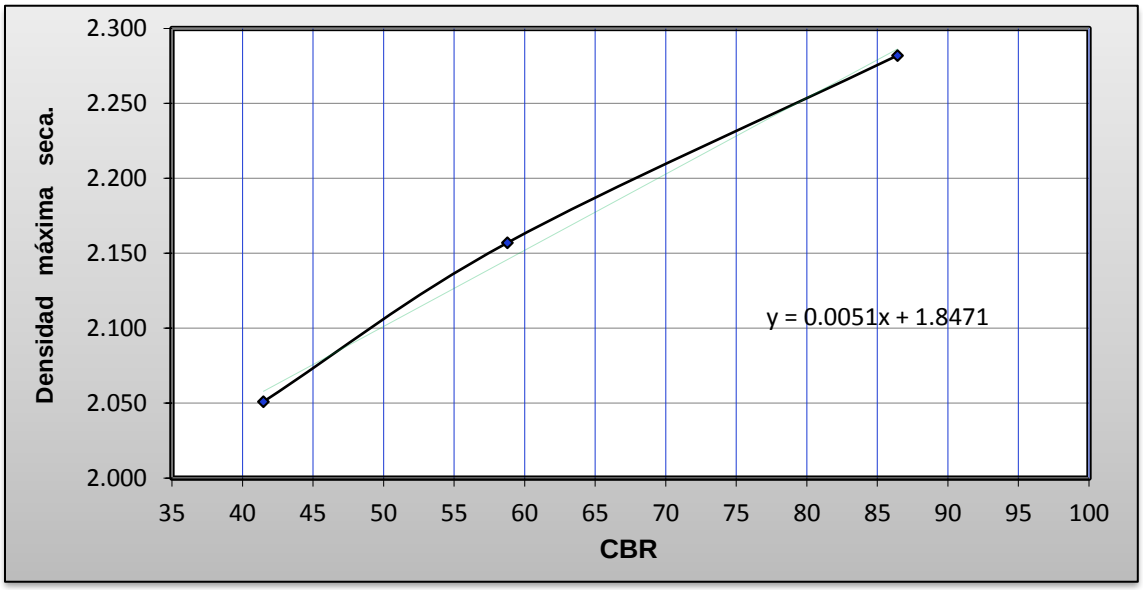


Figura 20:

C.B.R. Proctor estándar calicata 2, muestra 2



Muestra N.º 3

Tabla 26:

Registro de resultados prueba de C.B.R. (California Bearing Ratio) proctor estándar. Calicata 3, muestra 3

Prueba: C.B.R. proctor estándar. Banco de materiales San Juan de Limay			
Identificación: Muestra de calicata N.º 3		Elaborado: Agosto 2021	
Humedad óptima: 8.2		Densidad máxima: 2.258	
C.B.R.			
Densidad			
Molde N.º	1	2	3
N.º de golpes por capa	10	25	65
Condición de la muestra	Sin mojar	Sin mojar	Sin mojar
Peso molde + suelo húmedo (g)	12,165	12,410	12,540
Peso de molde (g)	7,340	7,250	7,008
Peso de suelo húmedo (g)	4,825	5,160	5,532
Volumen del molde (g)	2,151	2,179	2,217
Densidad húmeda g/cm³	2.243	2.368	2.495
Densidad seca (g)	2.056	2.170	2.287

Agua

Condición de la muestra	Sin mojar	Mojada	Sin mojar	Mojada	Sin mojar	Mojada
Peso tara + suelo húmedo (g)	144.6	200.00	144.6	216.10	144.6	217.70
Peso tara + suelo seco (g)	132.5	181.30	132.5	195.90	132.5	201.00
Peso de tara (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso del agua (g)	12.10	18.70	12.10	20.20	12.10	16.70
Peso de suelo seco (g)	132.5	181.30	132.5	195.90	132.5	201.00
Contenido de agua %	9.1	10.3	9.1	10.3	9.1	8.3

Expansión

00	43	0.546		
01	89	1.130	0.58	0.5
02	150	1.905	1.36	1.2
03	190	2.413	1.87	1.6
04	95	1.207	0.66	0.56

Día	Lectura del dial	Lectura corregida	Hinchamiento	
			mm	%
00	35	0.445		
01	200	2.540	2.10	1.8
02	233	2.959	2.51	2.2
03	265	3.366	2.92	2.6
04	60	0.762	0.32	0.28

Día	Lectura del dial	Lectura corregida	Hinchamiento	
			mm	%
00	60	0.762		
01	236	2.997	2.24	1.9
02	250	3.175	2.41	2.1
03	285	3.620	2.86	2.5
04	77	0.978	0.22	0.19

Penetración

Penetración mm	Espécimen 10 golpes			
	Antes de corrección		Correcto	
	Lectura	kg	kg / cm²	C.B.R.
0.00	0	0.0	0.0	
0.64	33	153.7	8	
1.27	70	326.0	16.9	
1.91	105	489.0	25.4	
2.54	135	628.7	32.7	46.7
3.81	189	880.1	45.7	
5.08	235	1,094.4	56.9	54.2
7.62	310	1,443.6	75.0	
10.16	350	1,629.9	84.7	
12.00				

Penetración mm	Espécimen 25 golpes			
	Antes de corrección		Correcto	
	Lectura	kg	kg / cm²	C.B.R.
0.00	0	0.0	0.0	
0.64	62	288.7	15.0	
1.27	100	465.7	24.2	
1.91	142	661.3	34.4	
2.54	175	814.9	42.3	60.5
3.81	265	1,234.1	64.1	
5.08	335	1,560.0	81.1	77.2
7.62	420	1,955.9	101.6	
10.16	465	2,165.4	112.5	
12.00				

Penetración mm	Espécimen 65 golpes			
	Antes de corrección		Correcto	
	Lectura	kg	kg / cm²	C.B.R.
0.00	0	0.0	0.0	
0.64	90	419.1	21.8	
1.27	145	675.2	35.1	
1.91	190	884.8	46.0	
2.54	255	1,187.5	61.7	88.2
3.81	350	1,629.9	84.7	
5.08	410	1,909.3	99.2	94.5
7.62	520	2,421.6	125.8	
10.16	560	2,607.8	135.5	
12.00				

Figura 21:

Penetración del pistón en mm, C.B.R. Proctor estándar calicata 3, muestra 3

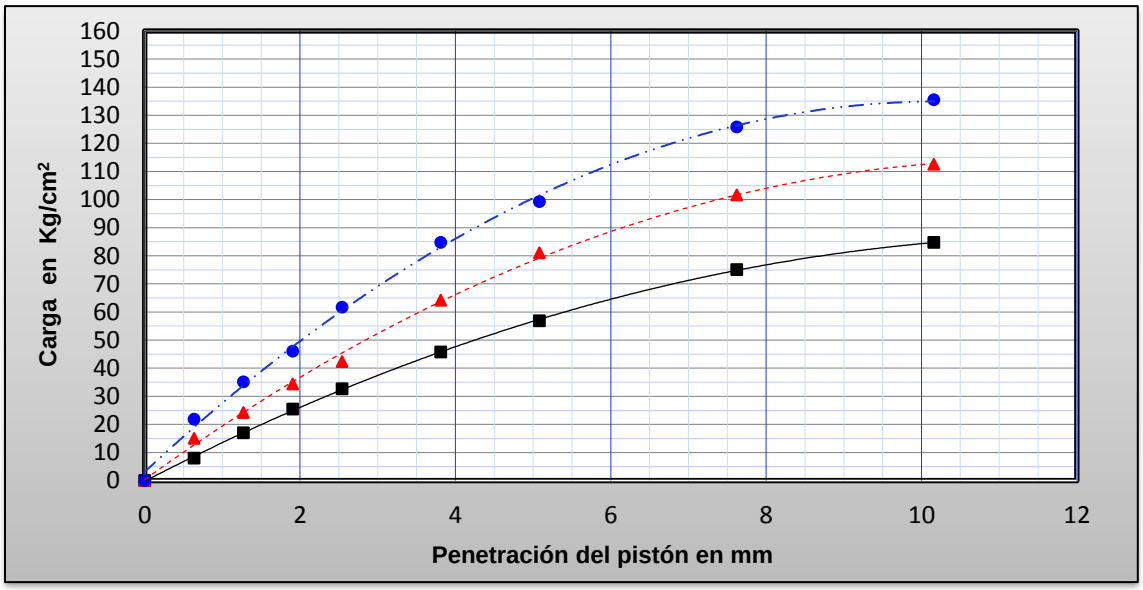
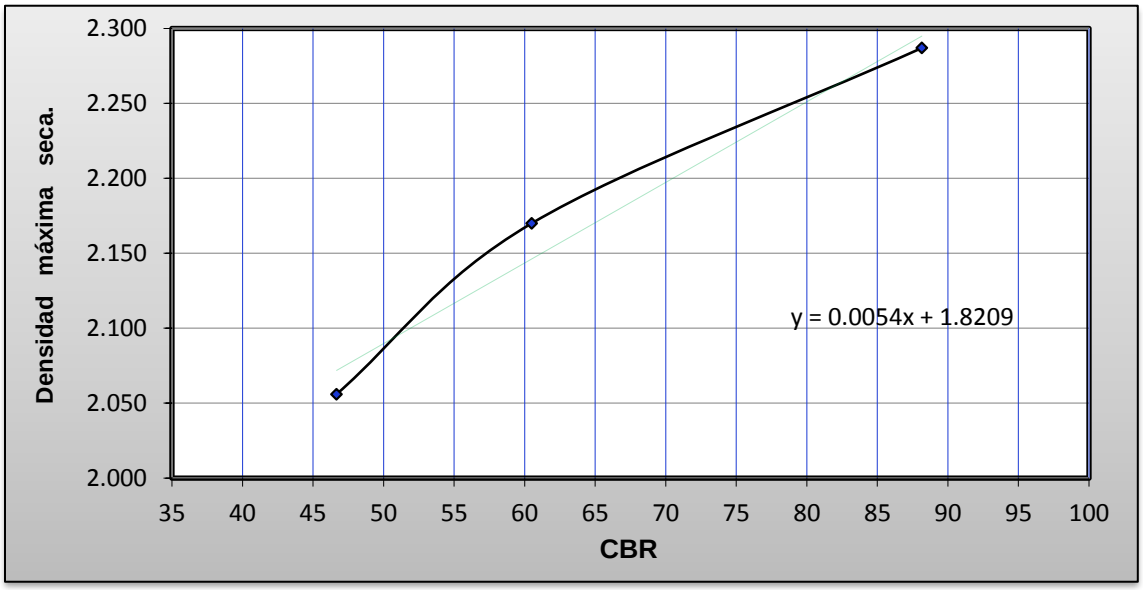


Figura 22:

C.B.R. Proctor estándar calicata 3, muestra 3



5.2.7.2. CBR. Proctor Modificado

Muestra N.º 1

Tabla 27:

Registro de resultados prueba de C.B.R. (California Bearing Ratio) proctor modificado. Calicata 1, muestra 1

Prueba: C.B.R. Proctor modificado. Banco de materiales San Juan de Limay		
Identificación: Muestra de calicata N.º 1		Elaborado: Agosto 2021
Humedad óptima: 8.9		Densidad máxima: 2.250
C.B.R.		
Densidad		
Molde N.º	1	2	3
N.º de golpes por capa	10	25	65
Condición de la muestra	Sin mojar	Sin mojar	Sin mojar
Peso molde + suelo húmedo (g)	12,152	12,385	12,535
Peso de molde (g)	7,340	7,250	7,008
Peso de suelo húmedo (g)	4,812	5,135	5,527
Volumen del molde (g)	2,151	2,179	2,217
Densidad húmeda g/cm³	2.237	2.357	2.493
Densidad seca (g)	2.045	2.154	2.279

Agua

Condición de la muestra	Sin mojar	Mojada	Sin mojar	Mojada	Sin mojar	Mojada
Peso tara +suelo húmedo (g)	145.0	200.00	145.0	216.10	145.0	217.70
Peso tara + suelo seco (g)	132.5	181.30	132.5	195.90	132.5	201.00
Peso de tara (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso del agua (g)	12.50	18.70	12.50	20.20	12.50	16.70
Peso de suelo seco (g)	132.5	181.30	132.5	195.90	132.5	201.00
Contenido de agua %	9.4	10.3	9.4	10.3	9.4	8.3

Expansión

Día	Lectura del dial	Lectura corregida	Hinchamiento	
			mm	%
00	45	0.572		
01	89	1.130	0.56	0.5
02	150	1.905	1.33	1.1
03	190	2.413	1.84	1.6
04	96	1.219	0.65	0.55

Día	Lectura del dial	Lectura corregida	Hinchamiento	
			mm	%
00	37	0.470		
01	200	2.540	2.07	1.8
02	233	2.959	2.49	2.2
03	265	3.366	2.90	2.5
04	61	0.775	0.30	0.27

Día	Lectura del dial	Lectura corregida	Hinchamiento	
			mm	%
00	61	0.775		
01	236	2.997	2.22	1.9
02	250	3.175	2.40	2.1
03	285	3.620	2.84	2.5
04	79	1.003	0.23	0.20

Penetración

Penetración mm	Espécimen 10 golpes			
	Antes de corrección		Correcto	
	Lectura	kg	kg / cm²	C.B.R.
0.00	0	0	0	
0.64	30	139.7	7.3	
1.27	68	316.7	16.5	
1.91	100	465.7	24.2	
2.54	135	628.7	32.7	46.7
3.81	180	838.2	43.6	
5.08	230	1,071.1	55.7	53
7.62	300	1,397.1	72.6	
10.16	330	1,536.8	79.9	
12.00				

Penetración mm	Espécimen 25 golpes			
	Antes de corrección		Correcto	
	Lectura	kg	kg / cm²	C.B.R.
0.00	0	0	0	
0.64	55	256.1	13.3	
1.27	95	442.4	23.0	
1.91	135	628.7	32.7	
2.54	175	814.9	42.3	60.5
3.81	250	1,164.2	60.5	
5.08	320	1,490.2	77.4	73.7
7.62	400	1,862.7	96.8	
10.16	450	2,095.6	108.9	
12.00				

Penetración mm	Espécimen 65 golpes			
	Antes de corrección		Correcto	
	Lectura	kg	kg / cm²	C.B.R.
0.00	0	0	0	
0.64	80	372.5	19.4	
1.27	130	605.4	31.5	
1.91	189	880.1	45.7	
2.54	250	1,164.2	60.5	86.4
3.81	330	1,536.8	79.9	
5.08	400	1,862.7	96.8	92.2
7.62	500	2,328.4	121.0	
10.16	550	2,561.3	133.1	
12.00				

Figura 23:

Penetración del pistón en mm, C.B.R. Proctor modificado calicata 1, muestra 1

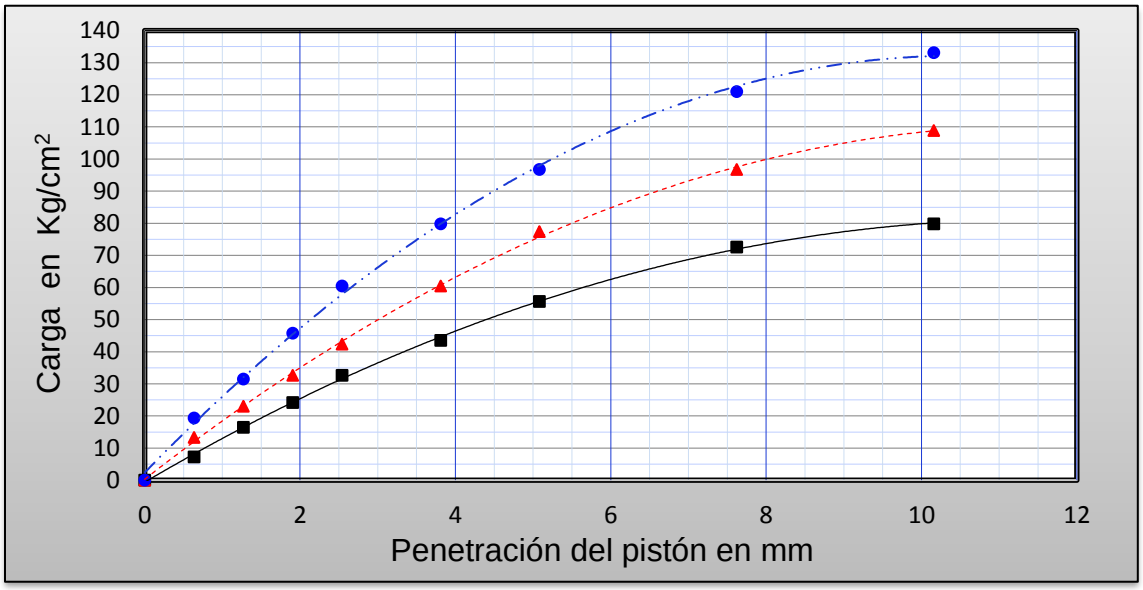
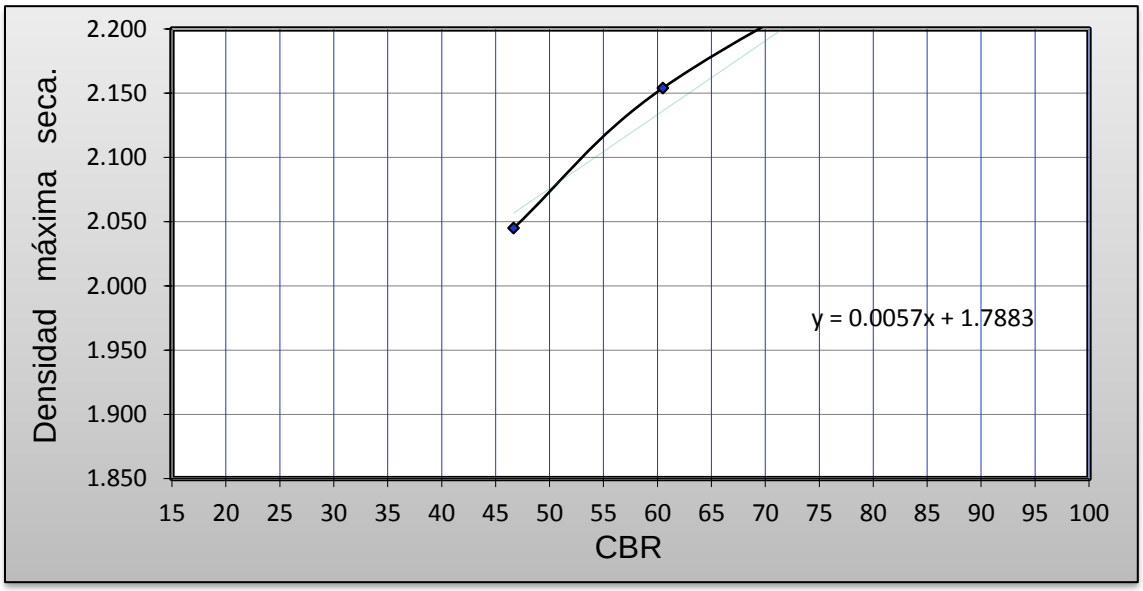


Figura 24:

CBR. Proctor modificado calicata 1, muestra 1



Muestra N.º 2

Tabla 28:

Registro de resultados prueba de C.B.R. (California Bearing Ratio) proctor modificado. Calicata 2, muestra 2

Prueba: C.B.R. Proctor modificado. Banco de materiales San Juan de Limay	
Identificación: Muestra de calicata N.º 2	Elaborado: Agosto 2021
Humedad óptima: 9.1	Densidad máxima: 2.256

Densidad

Molde N.º	1	2	3
N.º de golpes por capa	10	25	65
Condición de la muestra	Sin mojar	Sin mojar	Sin mojar
Peso molde + suelo humedo (g)	12,185	12,410	12,565
Peso de molde (g)	7,340	7,250	7,008
Peso de suelo humedo (g)	4,845	5,160	5,557
Volumen del molde (g)	2,151	2,179	2,217
Densidad humeda g/cm³	2.252	2.368	2.506
Densidad seca (g)	2.051	2.157	2.282

Agua

Condición de la muestra	Sin mojar	Mojada	Sin mojar	Mojada	Sin mojar	Mojada
Peso tara +suelo húmedo (g)	145.5	200.00	145.5	216.10	145.5	217.70
Peso tara + suelo seco (g)	132.5	181.30	132.5	195.90	132.5	201.00
Peso de tara (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso del agua (g)	13.00	18.70	13.00	20.20	13.00	16.70
Peso de suelo seco (g)	132.5	181.30	132.5	195.90	132.5	201.00
Contenido de agua %	9.8	10.3	9.8	10.3	9.8	8.3

Expansión

Día	Lectura del díal	Lectura corregida	Hinchamiento mm	Hinchamiento %
00	46	0.584		
01	89	1.130	0.55	0.5
02	150	1.905	1.32	1.1
03	190	2.413	1.83	1.6
04	96	1.219	0.64	0.54

Día	Lectura del díal	Lectura corregida	Hinchamiento mm	Hinchamiento %
00	36	0.457		
01	200	2.540	2.08	1.8
02	233	2.959	2.50	2.2
03	265	3.366	2.91	2.6
04	61	0.775	0.32	0.28

Día	Lectura del díal	Lectura corregida	Hinchamiento mm	Hinchamiento %
00	62	0.787		
01	236	2.997	2.21	1.9
02	250	3.175	2.39	2.1
03	285	3.620	2.83	2.4
04	79	1.003	0.22	0.19

Penetración

Penetración mm	Espécimen 10 golpes			
	Antes de corrección		Correcto	
	Lectura	kg	kg / cm²	C.B.R.
0.00	0	0.0	0.0	
0.64	30	139.7	7.3	
1.27	68	316.7	16.5	
1.91	100	465.7	24.2	
2.54	140	652.0	33.9	48.4
3.81	185	861.5	44.8	
5.08	235	1,094.4	56.9	54.2
7.62	310	1,443.6	75.0	
10.16	345	1,606.6	83.5	
12.00				

Penetración mm	Espécimen 25 golpes			
	Antes de corrección		Correcto	
	Lectura	kg	kg / cm²	C.B.R.
0.00	0	0.0	0.0	
0.64	55	256.1	13.3	
1.27	95	442.4	23.0	
1.91	135	628.7	32.7	
2.54	182	847.5	44.0	62.9
3.81	260	1,210.8	62.9	
5.08	332	1,546.1	80.3	76.5
7.62	410	1,909.3	99.2	
10.16	462	2,151.5	111.8	
12.00				

Penetración mm	Espécimen 65 golpes			
	Antes de corrección		Correcto	
	Lectura	kg	kg / cm²	C.B.R.
0.00	0	0.0	0.0	
0.64	80	372.5	19.4	
1.27	130	605.4	31.5	
1.91	189	880.1	45.7	
2.54	256	1,192.2	61.9	88.5
3.81	335	1,560.0	81.1	
5.08	410	1,909.3	99.2	94.5
7.62	510	2,375.0	123.4	
10.16	560	2,607.8	135.5	
12.00				

Figura 25:

Penetración del pistón en mm, C.B.R. Proctor modificado calicata 2, muestra 2

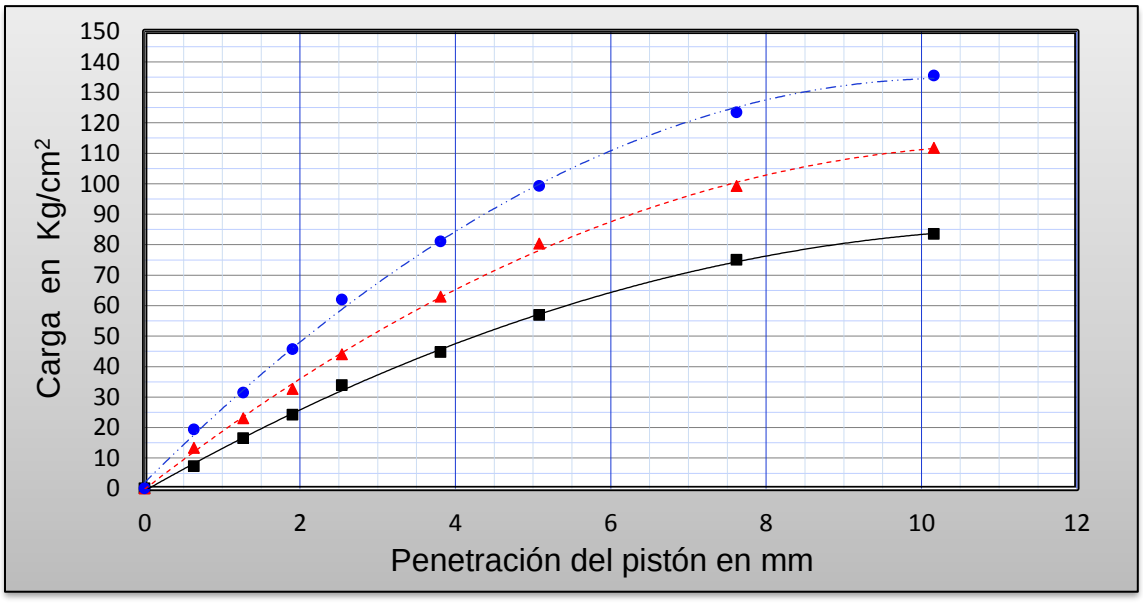
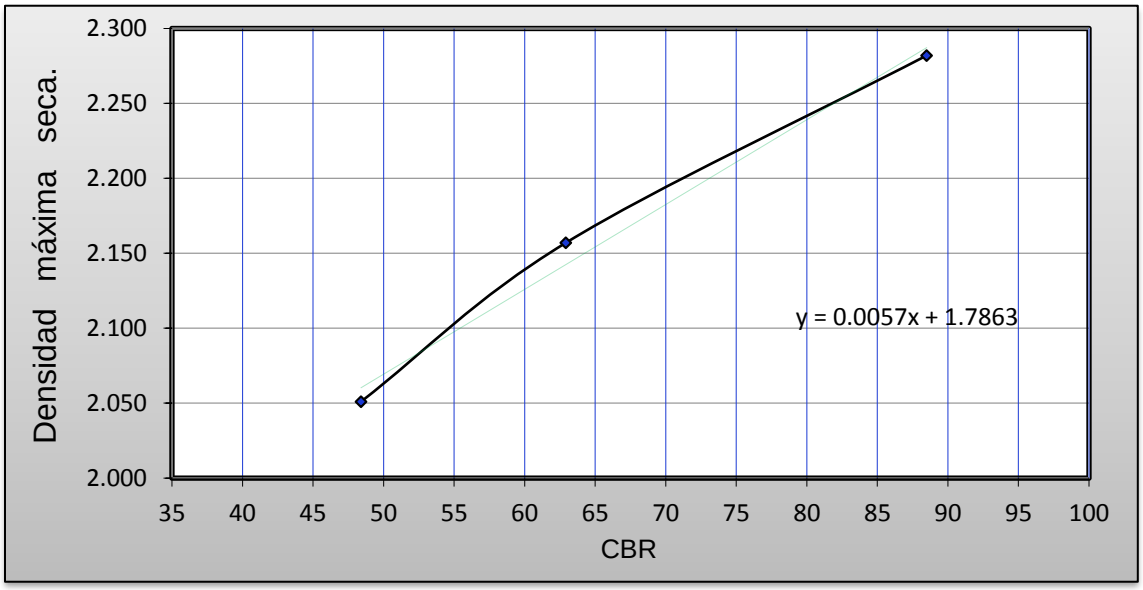


Figura 26:

CBR. Proctor modificado calicata 2, muestra 2



Muestra N.º 3

Tabla 29:

Registro de resultados prueba de C.B.R. (California Bearing Ratio) proctor modificado. Calicata 3, muestra 3

Prueba: C.B.R. Proctor modificado. Banco de materiales San Juan de Limay		
Identificación: Muestra de calicata N.º 3		Elaborado: Agosto 2021
Humedad óptima: 8.2		Densidad máxima: 2.258
C.B.R.		
Densidad		
Molde N.º	1	2	3
N.º de golpes por capa	10	25	65
Condición de la muestra	Sin mojar	Sin mojar	Sin mojar
Peso molde + suelo húmedo (g)	12,165	12,410	12,540
Peso de molde (g)	7,340	7,250	7,008
Peso de suelo húmedo (g)	4,825	5,160	5,532
Volumen del molde (g)	2,151	2,179	2,217
Densidad húmeda g/cm³	2.243	2.368	2.495
Densidad seca (g)	2.056	2.170	2.287

Agua

Condición de la muestra	Sin mojar	Mojada	Sin mojar	Mojada	Sin mojar	Mojada
Peso tara +suelo húmedo (g)	144.6	200.00	144.6	216.10	144.6	217.70
Peso tara + suelo seco (g)	132.5	181.30	132.5	195.90	132.5	201.00
Peso de tara (g	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso del agua (g	12.10	18.70	12.10	20.20	12.10	16.70
Peso de suelo seco (g)	132.5	181.30	132.5	195.90	132.5	201.00
Contenido de agua %	9.1	10.3	9.1	10.3	9.1	8.3

Expansión

Día	Lectura del dial	Lectura corregida	Hinchamiento mm	Hinchamiento %
00	44	0.559		
01	89	1.130	0.57	0.5
02	150	1.905	1.35	1.2
03	190	2.413	1.85	1.6
04	96	1.219	0.66	0.56

Día	Lectura del dial	Lectura corregida	Hinchamiento mm	Hinchamiento %
00	36	0.457		
01	200	2.540	2.08	1.8
02	233	2.959	2.50	2.2
03	265	3.366	2.91	2.6
04	61	0.775	0.32	0.28

Día	Lectura del dial	Lectura corregida	Hinchamiento	
			mm	%
00	62	0.787		
01	236	2.997	2.21	1.9
02	250	3.175	2.39	2.1
03	285	3.620	2.83	2.4
04	79	1.003	0.22	0.19

Penetración

Penetración mm	Espécimen 10 golpes			
	Antes de corrección		Correcto	
	Lectura	kg	kg / cm²	C.B.R.
0.00	0	0.0	0.0	
0.64	33	153.7	8.0	
1.27	70	326.0	16.9	
1.91	105	489.0	25.4	
2.54	142	661.3	34.4	49.1
3.81	189	880.1	45.7	
5.08	245	1,140.9	59.3	56.5
7.62	310	1,443.6	75.0	
10.16	350	1,629.9	84.7	
12.00				

Penetración mm	Espécimen 25 golpes			
	Antes de corrección		Correcto	
	Lectura	kg	kg / cm²	C.B.R.
0.00	0	0.0	0.0	
0.64	62	288.7	15.0	
1.27	100	465.7	24.2	
1.91	142	661.3	34.4	
2.54	185	861.5	44.8	64
3.81	265	1,234.1	64.1	
5.08	342	1,592.6	82.8	78.8
7.62	420	1,955.9	101.6	
10.16	465	2,165.4	112.5	
12.00				

Penetración mm	Espécimen 65 golpes			
	Antes de corrección		Correcto	
	Lectura	kg	kg / cm²	C.B.R.
0.00	0	0.0	0.0	
0.64	90	419.1	21.8	
1.27	145	675.2	35.1	
1.91	190	884.8	46.0	
2.54	262	1,220.1	63.4	90.6
3.81	350	1,629.9	84.7	
5.08	420	1,955.9	101.6	96.8
7.62	520	2,421.6	125.8	
10.16	560	2,607.8	135.5	
12.00				

Figura 27:

Penetración del pistón en mm, C.B.R. Proctor modificado calicata 3, muestra 3

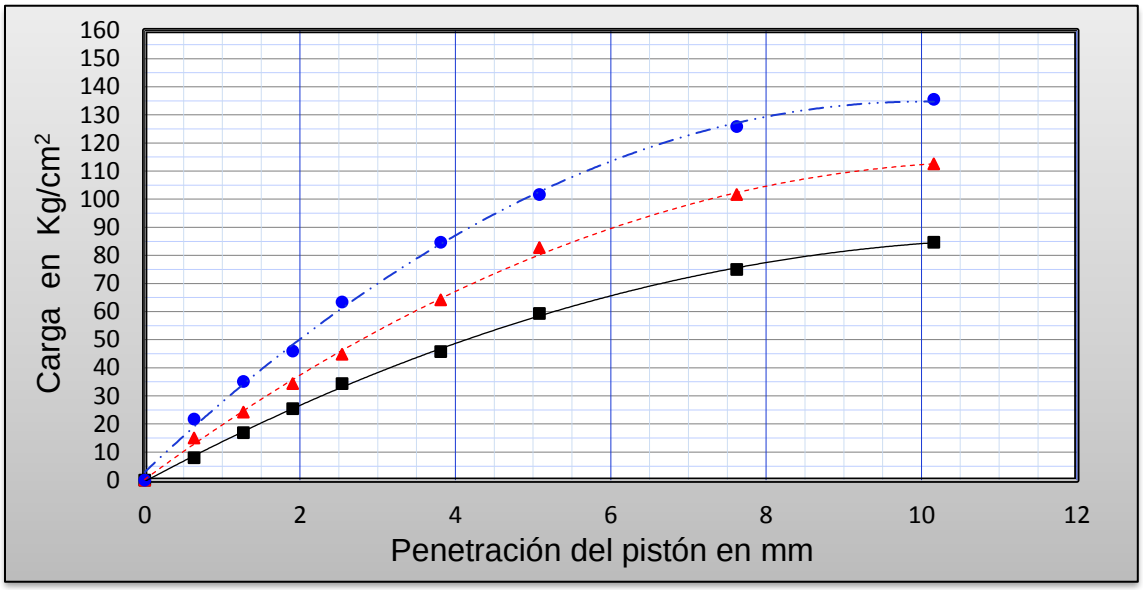
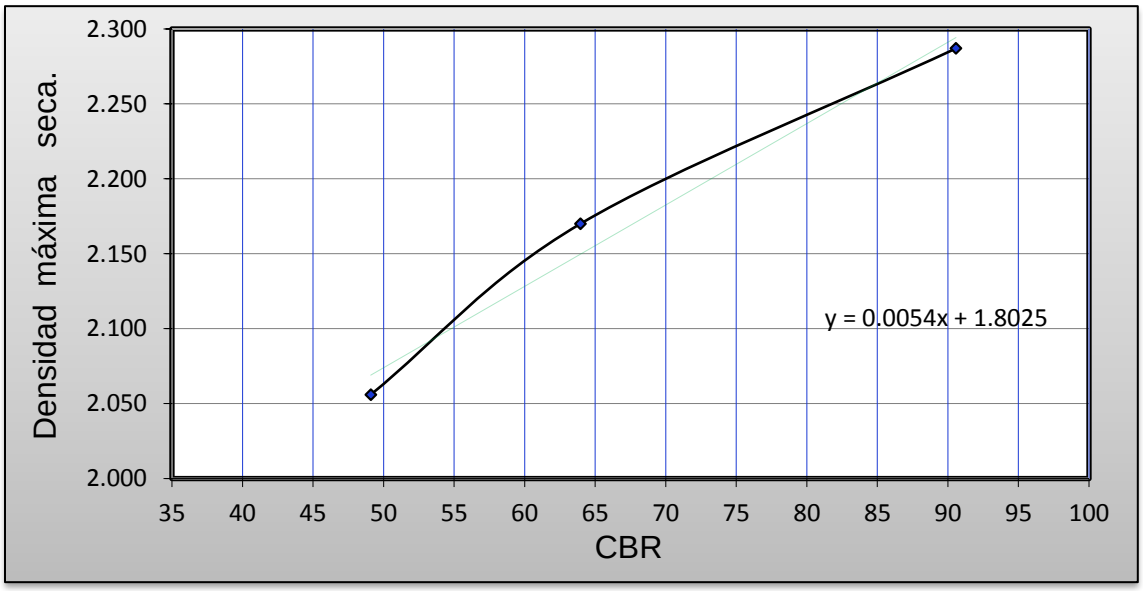


Figura 28:

CBR. Proctor modificado calicata 3, muestra 3



5.2.8. Intemperismo acelerado. ASTM C-88 o AASHTO T-104

Muestra N.º 1

Tabla 30:

Registro de resultados prueba de intemperismo acelerado. Calicata 1, muestra 1

Prueba: Intemperismo acelerado. Banco de materiales San Juan de Limay

Fecha: Agosto 2021

Identificación: Muestra de calicata N.º 1

Agregado grueso

Tamiz		Graduación	Peso	Peso final	%	% Perdido según graduación
Pasa	Retiene	% retenido	inicial Gr	Gr	perdido	
2 ½"	1 ½"	-	-	-	-	-
1"	¾"	18	500.0	471.5	5.7	1.0
¾"	⅜"	43	1000.0	952.3	4.8	2.1
⅜"	# 4	39	300.0	285.2	4.9	1.9
Totales		100	1800.0			5

Porcentaje de desgaste: 5%

Muestra N.º 2

Tabla 31:

Registro de resultados prueba de intemperismo acelerado. Calicata 2, muestra 2

Prueba: Intemperismo acelerado. Banco de materiales San Juan de Limay
Fecha: Agosto 2021
Identificación: Muestra de calicata N.º 2

Agregado grueso

Tamiz		Graduación % retenido	Peso inicial Gr	Peso final Gr	% perdido	% Perdido según graduación
Pasa	Retiene					
2 ½"	1 ½"	-	-	-	-	-
1"	¾"	18	500.0	471.5	5.7	1.0
¾"	⅜"	43	1,000.0	952.3	4.8	2.1
⅜"	# 4	39	300.0	285.2	4.9	1.9
Totales		100	1,800.0			5

Porcentaje de desgaste: 5%

Muestra N.º 3

Tabla 32:

Registro de resultados prueba de intemperismo acelerado. Calicata 3, muestra 3

Prueba: Intemperismo acelerado. Banco de materiales San Juan de Limay
Fecha: Agosto 2021
Identificación: Muestra de calicata N.º 3

Agregado grueso

Tamiz		Graduación % retenido	Peso inicial Gr	Peso final Gr	% perdido	% Perdido según graduación
Pasa	Retiene					
2 ½"	1 ½"	-	-	-	-	-
1"	¾"	18	500.0	471.5	5.7	1.0
¾"	⅜"	43	1,000.0	952.3	4.8	2.1
⅜"	# 4	39	300.0	285.2	4.9	1.9
Totales		100	1,800.0			5

Porcentaje de desgaste: 5%

5.2.9. Desgaste de los ángeles. ASTM C-131 o AASHTO T-96

Muestra N.º 1

Tabla 33:

Registro de resultados prueba de desgaste de los ángeles. Calicata 1, muestra 1

Prueba: Desgaste de los ángeles. Banco de materiales San Juan de Limay
Fecha: Agosto 2021
Identificación: Muestra de calicata N.º 1

Resultados	Replica # 1	Replica # 2
Peso inicial de la muestra	5000	5000
Peso Final de la muestra	4400.5	4395.3
Diferencia	0.12	0.12
% Abrasión	11.99	12.09

Desgaste de los ángeles promedio (%)	12

Muestra N.º 2

Tabla 34:

Registro de resultados prueba de desgaste de los ángeles. Calicata 2, muestra 2

Prueba: Desgaste de los ángeles. Banco de materiales San Juan de Limay
Fecha: Agosto 2021
Identificación: Muestra de calicata N.º 2

Resultados	Replica # 1	Replica # 2
Peso inicial de la muestra	5,000	5,000
Peso Final de la muestra	4,400.5	4,395.3
Diferencia	0.12	0.12
% Abrasión	11.99	12.09

Desgaste de los Ángeles promedio (%)	12

Muestra N.º 3

Tabla 35:

Registro de resultados prueba de desgaste de los ángeles. Calicata 3, muestra 3

Prueba: Desgaste de los ángeles. Banco de materiales San Juan de Limay
Fecha: Agosto 2021
Identificación: Muestra de calicata N.º 3

Resultados	Replica # 1	Replica # 2
Peso inicial de la muestra	5,000	5,000
Peso Final de la muestra	4,400.5	4,395.3
Diferencia	0.12	0.12
% Abrasión	11.99	12.09

Desgaste de los ángeles promedio (%)	12

5.2.10. Clasificación HRB Y SUCS. ASTM D-3282 o AASHTO T-145

5.2.10.1. Clasificación HRB

Muestra N.º 1

Tabla 36:

Registro de resultados prueba de clasificación HRB. Calicata 1, muestra 1

Prueba: Clasificación HRB. Banco de materiales San Juan de Limay	
Elaborado: Agosto 2021	
Identificación: Muestra de calicata N.º 1	
Clasificación HRB	A-1a (0)

Muestra N.º 2

Tabla 37:

Registro de resultados prueba de clasificación HRB. Calicata 2, muestra 2

Prueba: Clasificación HRB. Banco de materiales San Juan de Limay	
Elaborado: Agosto 2021	
Identificación: Muestra de calicata N.º 2	
Clasificación HRB	A-1a (0)

Muestra N.º 3

Tabla 38:

Registro de resultados prueba de clasificación HRB. Calicata 3, muestra 3

Prueba: Clasificación HRB Banco de materiales San Juan de Limay	
Elaborado: Agosto 2021	
Identificación: Muestra de calicata N.º 3	
Clasificación HRB	A-1a (0)

5.2.10.2. Clasificación SUCS

Muestra N.º 1

Tabla 39:

Registro de resultados prueba de clasificación SUCS. Calicata 1, muestra 1

Prueba: Clasificación SUCS. Banco de materiales San Juan de Limay			
Elaborado: Agosto 2021			
Identificación: Muestra de calicata N.º 1			
N.º Tamiz	4	Pasa	23.1
	10		20.6
	40		15.1
	200		11.2
Coeficiente de uniformidad			59
Coeficiente de curvatura			7
Límite líquido			28.8
Índice de plasticidad			6.4
Clasificación SUCS			GP-GM

Muestra N.º 2

Tabla 40:

Registro de resultados prueba de clasificación SUCS. Calicata 2, muestra 2

Prueba: Clasificación SUCS Banco de materiales San Juan de Limay			
Elaborado: Agosto 2021			
Identificación: Muestra de calicata N.º 2			
N.º Tamiz	4	Pasa	22.8
	10		20.4
	40		14.8
	200		10.8
Coeficiente de uniformidad			59
Coeficiente de curvatura			7
Límite líquido			27.2
Índice de plasticidad			5.2
Clasificación SUCS			GP-GM

Muestra N.º 3

Tabla 41:

Registro de resultados prueba de clasificación SUCS. Calicata 3, muestra 3

Prueba: Clasificación SUCS Banco de materiales San Juan de Limay			
Elaborado: Agosto 2021			
Identificación: Muestra de calicata N.º 3			
N.º Tamiz	4	Pasa	22.5
	10		19.8
	40		14.7
	200		11.0
Coeficiente de uniformidad			59
Coeficiente de curvatura			7
Límite líquido			28.4
Índice de plasticidad			4.8
Clasificación SUCS			GP-GM

5.2.11. Humedad natural. ASTM D-2216

Muestra N.º 1

Tabla 42:

Registro de resultados prueba de humedad natural. Calicata 1, muestra 1

Prueba: Humedad natural. Banco de materiales San Juan de Limay
Fecha: Agosto 2021
Identificación: Muestra calicata N.º 1

Peso del recipiente (gr)	15.20
Peso del recipiente + suelo húmedo (gr)	153.20
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	145.20
Peso de agua (gr)	8.00
Peso de suelo seco (gr)	130.00
Humedad Natural %	6.2

Muestra N.º 2

Tabla 43:

Registro de resultados prueba de humedad natural. Calicata 2, muestra 2

Prueba: Humedad natural. Banco de materiales San Juan de Limay	
Fecha: Agosto 2021	
Identificación: Muestra calicata N.º 2	
Peso del recipiente (gr)	15.20
Peso del recipiente + suelo húmedo (gr)	153.20
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	145.80
Peso de agua (gr)	7.40
Peso de suelo seco (gr)	130.60
Humedad Natural %	5.7

Muestra N.º 3

Tabla 44:

Registro de resultados prueba de humedad natural. Calicata 3, muestra 3

Prueba: Humedad natural. Banco de materiales San Juan de Limay	
Fecha: Agosto 2021	
Identificación: Muestra calicata N.º 3	
Peso del recipiente (gr)	15.20
Peso del recipiente + suelo húmedo (gr)	150.20
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	142.20
Peso de agua (gr)	8.00
Peso de suelo seco (gr)	127.00
Humedad Natural %	6.3

5.2.12. Absorción. ASTM C-45 o AASHTO T-25

Muestra N.º 1

Tabla 45:

Registro de resultados prueba de adsorción. Calicata 1, muestra 1

Prueba: Absorción. Banco de materiales San Juan de Limay

Fecha: Agosto 2021

Identificación: Muestra calicata N.º 1

	Identificación del envase	1
A	Peso de muestra sss en aire	1251.6
B	Peso de agua	729.6
C	Peso seco en aire	1226.6
D	Agua absorbida	25
E	% de absorción	2.04
F	Volumen de muestra	522
G	Peso específico BULK	2.350
H	Peso específico SSS	2.398
I	Peso específico aparente	2.468
J	Temperatura de ensayo (º c)	25

Muestra N.º 2

Tabla 46:

Registro de resultados prueba de adsorción. Calicata 2, muestra 2

Prueba: Absorción. Banco de materiales San Juan de Limay		
Fecha: Agosto 2021		
Identificación: Muestra de calicata N.º 2		
	Identificación del envase	1
A	Peso de muestra sss en aire	1251.6
B	Peso de agua	729.6
C	Peso seco en aire	1226.6
D	Agua absorbida	25
E	% de absorción	2.04
F	Volumen de muestra	522
G	Peso específico BULK	2.350
H	Peso específico SSS	2.398
I	Peso específico aparente	2.468
J	Temperatura de ensayo (º c)	25

Muestra N.º 3

Tabla 47:

Registro de resultados prueba de adsorción. Calicata 3, muestra 3

Prueba: Absorción. Banco de materiales San Juan de Limay

Fecha: Agosto 2021

Identificación: Muestra calicata N.º 3

	Identificación del envase	1
A	Peso de muestra sss en aire	1251.6
B	Peso de agua	729.6
C	Peso seco en aire	1226.6
D	Agua absorbida	25
E	% de absorción	2.04
F	Volumen de muestra	522
G	Peso específico BULK	2.350
H	Peso específico SSS	2.398
I	Peso específico aparente	2.468
J	Temperatura de ensayo (º c)	25

5.3. Análisis de resultados

Las muestras obtenidas a través de calicatas fueron clasificadas y sometidas a pruebas (ensayos) de laboratorio tales como: distribución de tamaños (granulometría), límite líquido, índice de plasticidad y determinación de relación densidad – humedad por el método proctor estándar y modificado, entre otras, de las que se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 48:

Resumen de resultados del banco de materiales San Juan de Limay

Matriz de ensayo. Banco de materiales San Juan de Limay				
Calicata		1	2	3
Profundidad (m)		3	3	3
Coordenadas	Este	542,381.00	542,440.34	542,382.00
	Norte	1,455,971.000	1,455,954.557	1,456,012.000
Muestra		1	2	3
Porcentajes que pasan en tamices (%)	3"	97.8	98.0	98.0
	2 ½"	94.3	95.0	94.9
	2"	90.2	91.2	91.0
	1 ½"	85.0	85.3	84.4
	1"	61.5	61.8	60.3
	¾ "	51.7	51.9	50.4
	⅜"	33.7	33.5	32.4
	4"	23.1	22.8	22.5
	10	20.6	20.4	19.8
	40	15.1	14.8	14.7
	200	11.2	10.8	11.0
Límite líquido (LL)		28.80	27.21	28.4
Índice de plasticidad (IP)		6.4	5.2	4.8
P.V.S.S.		1768.0	1775.0	1771.0
P.V.S.C.		1856.0	1862.0	1870.0
Humedad natural		6.2	5.7	6.2
Proctor Estándar (Max. Dens)		2.240	2.250	2.258
Proctor Modificado (Max. Dens)		2.250	2.256	2.262

Tabla 49:

Resumen de resultados del banco de materiales San Juan de Limay

Matriz de ensayo. Banco de materiales San Juan de Limay				
Calicata		1	2	3
Profundidad (m)		3	3	3
Coordenadas	Este	542,381.00	542,440.34	542,382.00
	Norte	1,455,971.000	1,455,954.557	1,456,012.000
Muestra		1	2	3
CBR - Proctor Estándar	90%	50.7 %	48.4 %	54.2 %
	95%	69.1 %	72.6 %	92.2 %
	100%	87.6 %	92.2 %	94.5 %
CBR - Proctor Modificado	90%	53.0 %	54.2 %	56.5 %
	95%	73.7 %	76.5 %	78.8 %
	100%	92.2 %	94.5 %	96.8 %
Desgaste de los Ángeles		12.0	12.0	12.0
Intemperismo Acelerado		5.0	5.0	5.0
% Absorción		2.04	2.04	2.04
Clasificación		A-1a	A-1a	A-1a
Observaciones		Grava con limo y arena color café		

Los estudios practicados a las muestras extraídas del banco de materiales San Juan de Limay respetando el medio ambiente de donde fueron retiradas, se realizaron y analizaron en base a especificaciones y normativas vigentes y presentes actualmente en el país, dentro de nuestro archivo personal guardamos los procesos llevados a cabo. Dichos estudios proporcionan datos suficientes que permiten una definición clara de las propiedades encontradas en los materiales presentes dentro del banco.

Con base en los resultados obtenidos a través de los ensayos de laboratorio y según el sistema de clasificación de suelos AASHTO, El área a explotar presenta material con óptimas condiciones y de buena calidad para ser utilizado como material de base o sub base en estructuras de pavimento (capas de rodamiento) y solo a través de la aplicación del presente programa de gestión ambiental este podrá ser extraído del lugar sin causar mayores daños sobre el ambiente.

5.3.1. Conclusiones

1. De acuerdo a las características físico mecánicas obtenidas a través de los ensayos de laboratorio, el material encontrado y llevado a estudio corresponde a una grava con limo y arena de color café, compuesto en un 77 % por grava, un 12 % de arena y un 11 % de material fino, clasificado según H.R.B., como A-1-a (0). El cual es conocido como un material formado predominantemente por piedra o grava con presencia o no de material ligante bien graduado.
2. El material presente dentro del banco de materiales San Juan de Limay presenta resultados favorables que lo posesionan como material apto para ser utilizado en la construcción de estructuras de carretera ya sea para capa de base o sub base preferiblemente.

5.3.2. Recomendaciones

Se recomienda la utilización del material presente dentro del banco de materiales San Juan de Limay en la construcción de obras viales, ya que dicha fuente de materiales según normativas vigentes dentro del país presenta material con

excelentes propiedades físicas mecánicas para ser utilizado en la construcción de capa base o sub base dentro de estructuras de carreteras (capas de rodamiento).

Por último, una vez estudias las vías de acceso a construir, mejorar o rehabilitar, según sus requerimientos y si el proyecto lo necesitase, el material presente dentro del banco de materiales puede ser sometido a pruebas de dosificaciones de mezclas con el fin de mejorar las características físicas mecánicas encontradas.

La extracción del material presente dentro del banco de materiales solo deberá realizarse una vez se cuente con los permisos pertinentes que evidencien que fueron aprobados los estudios ambientales correspondientes; dejando en claro que la extracción del material no causara daños sobre el ambiente y esta será supervisada al inicio, durante y finalizadas las obras de extracción y restauración.

Capítulo VI. Plan de aprovechamiento y diseño del yacimiento

6.1. Plan de aprovechamiento

El presente plan de aprovechamiento tiene por objeto erradicar la problemática ambiental que pueda realizar la explotación del banco de materiales San Juan de Limay a través del desarrollo sostenible, este contiene el resumen de las actividades a desarrollarse una vez iniciado el aprovechamiento de las reservas del mineral no metálico para que su extracción no cause grandes daños sobre el ambiente.

El material del banco según sus características físicas mecánicas obtenidas a través de las pruebas de laboratorio corresponde a una grava con limo y arena, color café, características técnicamente viables que lo posesionan como un recurso de gran importancia y calidad para ser utilizado en todas aquellas actividades futuras que se ven implicadas en la construcción de vías terrestres que requieran de dicho material en el municipio de San Juan de Limay, ya que se prevé que su extracción no cause impactos negativos de gran importancia sobre el ambiente.

6.1.1. Diseño de la explotación del yacimiento

El diseño de todos los elementos, facilita la planificación y ejecución de todo el trabajo y una de las maneras más eficientes de elaborarlo para la explotación de un yacimiento, es aplicando métodos de explotación especiales que tengan como fin el desarrollo sostenible de los recursos naturales, donde una vez definido el método de explotación a cielo abierto, se procede a la extracción de dichos materiales, tomando en cuenta el diseño de las excavaciones, elaborado mediante la buena aplicación de técnicas de diseño y planeación, con el fin de contribuir significativamente a la reducción de todos aquellos impactos negativos ambientales que dicho aprovechamiento pueda generar en la ejecución del proyecto, razón por la cual se ha tomado la tarea de realizar el diseño de las excavaciones.

Haciendo uso del marco legal ambiental contenido en el capítulo II de la presente investigación se han podido identificar todos aquellos posibles impactos ambientales (positivos y negativos) que se puedan presentar en la zona de

extracción y solo a través de la gestión ambiental se lograra obtener un mejor control sobre las actividades que influyen directamente sobre el ambiente para así mitigar y corregir cualquier impacto negativo sobre el mismo.

Así mismo en cumplimiento de los parámetros de eficiencia técnica y seguridad ocupacional, se da a conocer el plan de extracción y el presente diseño para el aprovechamiento del banco de materiales San Juan de Limay.

6.1.1.1. Criterios de diseño

La extracción de materiales de cualquier yacimiento se puede desarrollar a través de cualquier método minero donde su elección estará en función de los costos que este genere y los resultados positivos que se espera este tenga sobre el ambiente, por lo que para el banco de materiales San Juan de Limay, se decidió usar el método de extracción a cielo abierto, razón por la cual se ha tomado en cuenta para el diseño de las excavaciones de tipo minero, los siguientes criterios tienen como fin la optimización de un aprovechamiento adecuado dentro del yacimiento de materiales a fin de lograr el desarrollo sostenible .

1. **Las dimensiones de los diferentes elementos que definen las excavaciones, responden a las características de la maquinaria que se utilizará**

Se prevé contar con una anchura mínima como área de trabajo dentro del banco que no cause daños sobre el ambiente y brinde suficiente espacio para que camiones volquetes y tractores mecánicos equipados con palas, se muevan y maniobren con facilidad mientras trabajan, evitando así aproximarse a zonas inestables, manteniendo siempre como mínimo 5 metros de distancia entre dichas zonas inestables.

A continuación se presentan los tres procesos básicos que tendrán lugar en el interior del banco de materiales: Arranque, carga y transporte del material; los cuales se realizarán con los elementos de carga que equipa la maquinaria compuesta por tractor bulldozer de la familia Caterpillar D-8, cargador frontal y camiones volquetes.

Una vez iniciado el funcionamiento normal del banco de materiales, se definirá la geometría de las plazas de maniobras que existirán en las etapas de trabajo dentro de la explotación hasta su fase final, las cuales estarán dadas en dependencia del equipo que se esté utilizando, el ancho mínimo de la franja donde el corte será realizado será de 12 metros y el área mínima de maniobras donde se prevén las operaciones de carga tendrá como mínimo un ancho de 30 metros. Además de precauciones adicionales a fin de evitar riesgo de vuelcos, caídas y contaminación ambiental.

2. **Dirección racional de profundización**

Esta es definida en función de las características del medio ambiente presente en el yacimiento y de los equipos que se estarán utilizando, cabe mencionar que el banco de materiales San Juan de Limay, se encuentra estratégicamente ubicado en una posición con características que permiten una clara definición de las labores mineras a ejecutarse, donde la zona más alta dentro del yacimiento se encuentra en la parte noreste del lote a una altura de 347.50 msnm, lote donde predomina vegetación de tipo arbustiva.

Sobre dicho terreno se definirán perfiles orientados desde la parte sureste hasta la parte noroeste del área a explotar. Se dará inicio con las labores de extracción del material en la parte sureste, entre los niveles 307.50 msnm – 312.50 msnm, avanzando en dirección noroeste.

3. **Extracción total del mineral**

El objetivo final que se pretende alcanzar, es el de obtener el material en las cantidades y calidades previamente definidas, causando o no impactos negativos mínimos sobre el ambiente a través del conjunto de actividades que se pretenden realizar una vez garantizado un ambiente de operaciones apto para lograr que los equipos logren sus mejores rendimientos.

Por lo tanto, se ha proporcionado un diseño enfocado en la reducción de pérdida del material previendo la erradicación de impactos negativos sobre el ambiente, dicho material estará siendo extraído y manipulado por el sistema definido de

corte, carga y transporte dentro del yacimiento, estimando pérdidas que no excedan del 5 % y evitando de igual manera su contaminación, minimizando o erradicando de esta manera la realización de impactos negativos sobre el ambiente y con esto logrando un mejor desarrollo sostenible.

4. **Aseguramiento de la capacidad de la producción de tal forma de satisfaga la demanda del producto**

El cumplimiento de este ítem se logra por medio de la elección de un método de explotación con índice de alto rendimiento y logro del desarrollo sostenible, que permita hacer la ejecución inmediata de la explotación del yacimiento a través de la organización de una serie de trabajos y actividades planeadas a ejecutarse dentro del mismo, a fin de obtener una elevada productividad tanto del personal involucrado en las labores, como de la maquinaria y equipo a utilizarse.

La etapa de elaboración del proyecto, en el proceso de elección del método de explotación a utilizar, se definen las dimensiones de los frentes de trabajo y se es seleccionada la maquinaria a utilizar, así mismo la cantidad de personas que laboraran dentro del proyecto, con el fin de minimizar todos aquellos problemas dentro del banco que puedan afectar al medio ambiente y la producción requerida para el proyecto, aun antes de dar por iniciadas las operaciones y teniendo presentes políticas, necesidades y recursos mismos, de los que el interesado dispone para realizar dicha explotación.

5. **Seguridad en la explotación**

La seguridad en la explotación deberá ser alcanza sin causar daños sobre el ambiente por lo que en primer lugar se garantizará a los trabajadores una protección adecuada en el desempeño de sus labores a través de la implementación de la “Ley general de higiene y seguridad del trabajo”.

En segundo lugar, la seguridad en la explotación del banco de materiales será alcanzada a través de actividades permanentes, como lo son: Construcción o habilitación de accesos respetando las condiciones geométricas de los equipos y las actividades, como también las restricciones geomecánicas del sector, dándose

respuesta a las necesidades de acceso libre, seguro, a tiempo a las zonas de trabajo y garantizando la circulación de equipos en condiciones adecuadas de operación, evitando su deterioro prematuro, accidentes y daños sobre el ambiente.

Se prevé en tercer lugar atender como criterio principal de seguridad, la estabilidad geotécnica de taludes, parámetro geométrico significativo que garantiza estabilidad en las zonas del yacimiento involucradas en la extracción del material, manteniendo una geometría de diseño óptima y permitiendo beneficios en función de mínimos factores de riesgos a que se presente un siniestro geomecánico, por lo que se definió una inclinación de talud menor de 1:2 (H:V) con respecto a la horizontal.

Como último criterio pero no menos importante, se encuentra la reducción de riesgos a través de los medio de transporte, permitiendo que estos ingresen vacíos al área de carga por un extremo y se retiren cargados del área de maniobras por el lado contrario.

6. Criterios ambientales

El inicio y desarrollo de un proyecto de explotación exige de su parte a priori, respuestas cada vez más grandes y complejas a los aspectos ambientales que este desprende para poder alcanzar un adecuado desarrollo sostenible. Los criterios ambientales a tomarse en cuenta dentro de la explotación del yacimiento están ligadas a una explotación amigable con el medio ambiente.

Por otra parte los criterios ambientales dentro de la explotación del banco de materiales también tienen relación con el manejo de la escorrentía, por lo que deberán canalizarse las aguas de drenaje para minimizar de esta forma las afectaciones que al no ser canalizadas puedan causar, como: Reducción o pérdida de vegetación y afectaciones en áreas importantes.

Por ende en cortes planos como en el área de operaciones, el manejo de la escorrentía será tratada construyendo el mismo, con una pendiente del 2 % y para el camino de acceso a través de la construcción de cunetas, la cuales tendrán

como segunda función contener los vehículos en caso de emergencias, las bermas de seguridad serán diseñadas en función de la probabilidad de que ocurra un accidente geomecánico, estas serán construidas de ser necesario con una pendiente transversal máxima del 3 % y una pendiente longitudinal máxima de 2 %, es importante considerar que el ángulo del talud final estará en dependencia de la longitud de la berma recomendada.

Y a fin de no afectar áreas de gran importancia dentro del yacimiento como lo son: El suelo mismo, drenaje natural y vegetación, antes de iniciar labores de extracción se definirán topográficamente las dimensiones sobre el terreno a utilizar, señalizando únicamente aquellos lugares que está previsto a cortes.

6.2. Métodos de explotación

En cumplimiento con lo estipulado en la “Norma técnica ambiental para el aprovechamiento de los bancos de material de préstamo para la construcción”. Las siguientes operaciones aplicadas al proceso de explotación tienen como principal objetivo erradicar riesgos de contaminación ambiental, accidentes de personal y accidentes mecánicos dentro del banco de materiales, dichas operaciones contienen el conjunto de actividades que se estarán desarrollando durante la explotación del yacimiento y tendrán impacto directo sobre el medio ambiente, dichas actividades son resultado de un análisis realizado para implementar estrategias ambientales preventivas.

1. **Mantenimiento de vías de acceso**

Para efectuar esta obra se hará uso de maquinaria especializada (motoniveladora y rodillo compactador) que asegure una accesibilidad que no cause riesgos de contaminación sobre el ambiente, evitando pérdidas en el ritmo de operación y garantizando total seguridad en todos los puntos del yacimiento, especialmente para las unidades de acarreo.

2. **Construcción y mantenimiento de accesos internos**

Esta actividad se llevara a cabo haciendo uso de maquinaria especializada del tipo bulldozer, moto niveladora y rodillo compactador. Garantizando una baja

probabilidad de contaminación ambiental, circulación fácil y absolutamente segura para todos aquellos vehículos y maquinaria de operación que haga uso de ellos.

3. **Remoción de la capa vegetal**

Esta actividad contempla la realización de la limpieza dentro del área a ser intervenida, haciendo uso de herramientas mecánicas o manuales que no causen contaminación sobre el ambiente.

4. **Manejo de la capa fértil del suelo**

Esta actividad tiene por objeto, brindar protección a la capa fértil del suelo una vez extraída del lugar de aprovechamiento con maquinaria especializada de construcción del tipo bulldozer, cargador frontal y camiones de carga para mover y almacenar los volúmenes de suelo fértil de manera estratégica en un sitio limpio, apropiado y donde no pierda sus propiedades naturales dentro del banco de materiales, finalizadas las obras de explotación este volverá a su lugar original con el objetivo de restaurar el área intervenida donde fue aprovechado el material de préstamo.

5. **Arranque y acopio del mineral**

En esta actividad se extraerá el material útil para la construcción en tamaños y cantidades que puedan ser manipuladas con facilidad por el sistema de carga y transporte, para ser almacenadas en un sector del banco para su posterior uso, evitando la contaminación del mismo y medio ambiente de la zona. Dicha actividad será ejecutada con maquinaria especializada de construcción del tipo: tractor bulldozer, retroexcavadora y camiones de carga.

El área de acopio tendrá un acceso de entrada y salida, más una área de maniobras, esto con el objetivo de obtener una disponibilidad operativa máxima y rendimiento de los equipos, en función de evitar accidentes y la contaminación misma del ambiente por no contar con vías de acceso.

Dicho acceso de entrada y salida tendrá un ángulo recto y será construido con una pendiente máxima del 12 %, un ancho de 4.5 metros (en función de la

maquinaria de construcción), y una pendiente transversal de 2.5 %, con radio de curvatura no menor de 20 metros ni mayor a los 25 metros, más la franja de conformación de cunetas para canalizar las aguas de drenaje con un ancho de 1 metro.

6. **Carga a los medios de transporte**

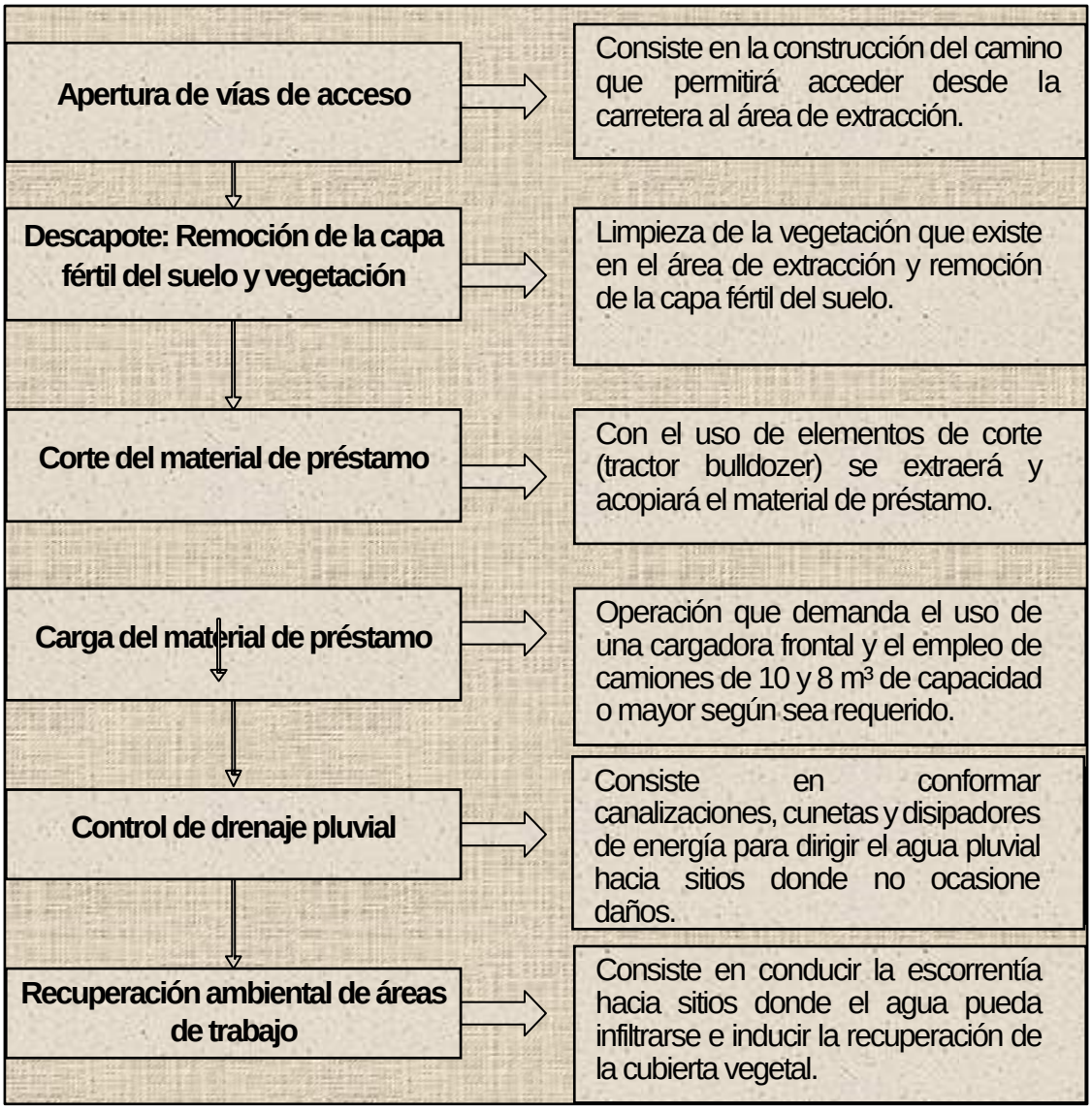
Esta actividad contempla el traslado del material de manera segura tanto para trabajadores como para el medio ambiente, ya sea al lugar de acopio o bien a la obra donde se aprovechará haciendo uso de camiones de transporte (debidamente acondicionados para evitar derramamiento de partículas de material sobre el ambiente) y maquinaria especializada para las operaciones de carga (cargador frontal).

7. **Obras y actividades de protección ambiental**

Dentro de las actividades de explotación se contemplan una serie de medidas enfocadas a evitar la generación de impactos negativos sobre el ambiente, con el objetivo de lograr el desarrollo sostenible erradicando la generación de todo posible impacto negativo que la explotación del banco de materiales como tal pueda ocasionar sobre el ambiente, entre las cuales se encuentran: Recuperación de capa fértil del suelo, estabilización de suelo, manejo de la escorrentía, señalización, control de emisiones y prohibición de almacenaje de combustibles y aceites.

Tabla 50:

Esquema organizativo del proceso productivo



6.3. Transporte del material hasta el sitio de obra

Con el fin de evitar la generación de impactos negativos sobre el ambiente, se recomienda el uso de camiones volquetes (debidamente autorizados por las autoridades pertinentes) de 10 m³ y 8 m³ de capacidad de carga de material, para mover el material (de forma segura para el ambiente y personal) del área de corte y carga, al área de acopio del mismo y realizar las mismas operaciones para transportarlo fuera del banco cuando se encuentre en estado activo, estas

operaciones serán ejecutadas sobre los caminos internos del banco de materiales, siendo la vía de entrada y salida al banco, la que se encuentra 250 metros de la entrada de la carretera que conduce a las comunidades Morcillo, La Pila, Danta y Jicarito y se prevé su uso no cause afectaciones incorregibles sobre el ambiente.

Utilizar vehículos de nueva generación garantizara: Reducción de costos, incremento de la productividad, mejoramiento de las condiciones ambientales por su bajo índice de contaminación y mayor seguridad e higiene laboral.

6.4. Organización del trabajo

Es considerada una de las etapas más relevantes dentro del proyecto, directamente interviene en el proceso productivo del material, ritmo de explotación, impacto sobre el ambiente y costo del proyecto. Una buena organización del trabajo permitirá obtener altos rendimientos, tanto de la maquinaria como del personal, así como también un buen desarrollo sostenible; trayendo consigo grandes beneficios como los obtenidos tras aplicar una gestión ambiental positiva con resultados favorables para el ambiente y sociedad a beneficiar.

Tabla 51:

Consolidado del personal de dirección que se utilizara durante el aprovechamiento

Personal	Explotación
Ingeniero responsable del aprovechamiento del banco de préstamo	1
Ingeniero superintendente	1
Jefe de mantenimiento	1
Especialista ambiental	1
Operador de máquinas (tractor, retroexcavadora, cargadora y cisterna)	4
Operadores de camiones	6

6.5. Secuencia operativa del trabajo de aprovechamiento del material de préstamo

Dentro de las operaciones de trabajo orientadas al desarrollo y extracción del material aprovechable dentro del yacimiento, intervendrán diversos factores externos e internos encaminados a permitir resultados favorables, dichas operaciones se llevaran a cabo reiteradas veces y son caracterizadas por presentar frentes de trabajo dinámicos. Por lo que, para lograr el desarrollo sostenible, se reducirán al máximo los riesgos humanos y sobre el medio ambiente a través del uso de estrategias ambientales preventivas (utilizando vehículos y herramientas mecánicas con índices de contaminación muy bajos), aprovechando así al máximo todos los recursos disponibles a emplearse dentro de todas las actividades.

1. Caminos de acceso

El aprovechamiento del yacimiento San Juan de Limay compuesto por grava limo arenosa, dará inicio a su ciclo de trabajo con la nivelación rápida del camino a utilizarse como acceso, el cual mide 50 metros de distancia, medidos desde la entrada del camino que se ubica a 250 metros de la entrada de la carretera que conduce a las comunidades Morcillo, La Pila, Danta y Jicarito, hasta el sitio de aprovechamiento.

Los caminos de acceso evitaran el uso injustificado de otras áreas dentro del banco de materiales que pongan en peligro de contaminación ambiental el lugar; facilitando así el ingreso de vehículos pesados (maquinaria y camiones), ligeros (pick up) y personal autorizado, sin que su desplazamiento cause daños sobre el ambiente y zonas donde se estarán realizando simultaneas actividades. Se contempla la construcción de accesos internos que van desde la zona de corte y carga, hasta el horizonte de transporte el cual tendrá suficiente espacio para que los vehículos de carga y transporte puedan ejecutar maniobras sin exponerse a riesgos de seguridad, ni exponer el ambiente a riesgos de contaminación, dichos caminos de accesos internos contarán con las siguientes características:

1. El acceso hacia el horizonte de carga y transporte, será por medio de un camino que permitirá el paso de camiones volquetes desde la zona de corte, hasta la salida del yacimiento, evitando así el uso de otras áreas y la contaminación de las mismas.
2. Se garantizará circulación completamente segura para la maquinaría y los vehículos que harán uso de los caminos, por lo que estos entraran vacíos y se retiraran cargados y debidamente tapados, por sitios con direcciones diferentes, para lograr de esta manera evitar la ocurrencia de accidentes y el riesgo de contaminación ambiental.
3. Dichos caminos tendrán una anchura que superará los dos metros del ancho de vía de la unidad o máquina más ancha que vaya a circular por ellos (aproximadamente 4 metros), a lo que se suma drenaje (construcción de cunetas) para mover la escorrentía sin causar daños sobre el ambiente

y los mismos vehículos, según la topografía existente en la zona, la pendiente transversal mínima será del 2 % y máxima del 3 %, se tendrá en cuenta la calidad de la superficie de rodadura existente, estabilidad y posibilidad de frenado.

4. La construcción de caminos también contempla un plan de conservación, el que consiste en dar mantenimiento periódico y sistemático a los mismos a fin de conservar en todo momento excelentes condiciones de seguridad, sin causar afectaciones negativas sobre el ambiente durante su uso y mantenimiento.

2. Descapote

Es considerado como una limpieza de la vegetación y remoción de la capa fértil del suelo para su posterior almacenamiento dentro del lugar de trabajo, esta actividad tiene como fin remover la capa fértil del suelo con espesor suficiente para retirar material que no sea aprovechable para la construcción.

En términos de control de calidad, dicha capa fértil del suelo no debe entrar en contacto con el material de préstamo aprovechable para la construcción, a fin de evitar la contaminación de ambos y asegurar la conservación de sus propiedades mecánicas, calidad como material de construcción, calidad de las obras futuras donde se estará empleando y calidad del suelo del banco de materiales una vez finalizadas las actividades de explotación.

Esta actividad de extracción tendrá inicio en el extremo sureste de la zona de trabajo, donde el material de descapote compuesto por capa fértil del suelo se almacenara estratégicamente en la zona más baja del yacimiento, para reincorporarse en el cierre de las actividades del aprovechamiento, como parte del proceso de restauración ambiental, se espera remover capa del terreno natural a una profundidad máxima de 30 centímetros.

3. Arranque y acopio del material de préstamo

El producto se obtendrá en cantidad y calidad definida con anterioridad, haciendo uso de un proceso productivo comprendido por un conjunto de actividades que

pese a factores externos e internos que interactuarán con las actividades de arranque y acopio del mismo, permitirán como resultado final, la obtención de un producto de calidad para la construcción, sin causar graves daños sobre el ambiente.

Los resultados de dicho proceso productivo estarán en función del método de explotación a seleccionarse, tanto para realizar las actividades cíclicas de arranque, transporte y acopio del material, como para seleccionar los equipos que las estarán realizando.

Por tanto, el método de explotación seleccionado, es el conocido como “Sistema Totalmente Discontinuo” o bien “Método Cíclico”, por presentar gran flexibilidad y versatilidad. Según las características físicas y mecánicas del banco de materiales San Juan de Limay, las operaciones de arranque que no requieren el uso de explosivos, se llevaran a cabo haciendo uso de equipos con rendimiento discontinuos (tractores) y de camiones volquetes para efectuar las actividades de transporte.

Dichas actividades no deben causar daños sobre el ambiente y deben contar con una excelente sincronización planificada para efectuar las operaciones de corte, arranque, transporte y acopio del material útil para la construcción, que será ejecutado por la siguiente maquinaria:

Tabla 52:

Sincronización, actividad - maquinaria dentro del banco de explotación

Maquinaria o equipo	Cantidad	Función dentro del banco
- Bulldozer	1	1. Roturación del terreno. 2. Nivelación del terreno. 3. Remolque de grandes cargas y empuje de materiales por arrastre.
- Excavadora	1	1. Excavación estructural (Zanjeo). 2. Arranque de material y carga del mismo en unidades de transporte. 3. Movimiento de tierra.
- Cargador frontal	1	1. Carga de materiales en vehículos de transporte.
- Camión volquete de 10 m^3	2	1. Traslado del material extraído del yacimiento, hacia el sitio de acopio u obra de construcción.
- Camión volquete de 8 m^3	4	1. Traslado del material extraído del yacimiento, hacia el sitio de acopio u obra de construcción.
- Cisterna	1	1. Hidratación de accesos a fin de evitar y eliminar la contaminación provocada por polvo y gases.

4. Aspectos geotécnicos

Como resultado del análisis técnico, apoyado del estudio geotécnico donde se ha incluido aspectos importantes de seguridad, dimensiones de equipos de excavación y carga, características de la zona, exigencias a ejecutarse dentro de la explotación, estudio de recuperación de terrenos afectados por la actividad minera y limitaciones establecidas por la normativa técnica vigente. Además de tomar como punto de partida y aspecto de mayor importancia, la altura máxima que el cucharon de equipo del corte pueda llegar a alcanzar manteniendo condiciones de seguridad aceptables, se estableció una altura mínima de 8 metros y máxima de 10 metros para la construcción de la explotación del banco, inclinando de esta manera taludes finales de 1:2 (H: V) respecto a la horizontal.

Esta medida trae como beneficios dentro de sí, mejorar las condiciones de seguridad ante posibles impactos ambientales, seguridad del personal, maquinaria, mayor rapidez en la ejecución de accesos dentro del banco, mejores condiciones para la restauración y tratamientos de taludes finales a fin de mantener lo más intacto posible acabadas las actividades de explotación el ambiente original del banco de materiales.

6.6. Cercado y señalización

Todo el perímetro comprendido por el área de trabajo involucrada en el proceso de explotación del yacimiento estará cercada, de tal forma que permita solo el ingreso a personal autorizado y equipo de trabajo a utilizar, medida de cercado que ayudará a evitar la salida de partículas sólidas que las actividades de explotación puedan arrojar hacia la colindancia, además del uso de área que no sea la que se estará utilizando para el aprovechamiento.

Para términos de señalización, se procederá según lo estipulado en la “Ley general de higiene y seguridad del trabajo”, se hará uso de las señalizaciones de seguridad necesarias para realizar determinados trabajos a fin de prevenir accidentes por lo que serán instalados rótulos con función de alertar a conductores y peatones, en entradas y salidas del yacimiento, anexo a vía urbana y rural en dependencia de lo que se indique.

6.7. Instalaciones sanitarias y sistemas de tratamiento residuales

Mientras se desarrollen actividades de trabajo dentro del banco de materiales, en cumplimiento con la “Ley general de higiene y seguridad del trabajo”, este contará con servicios sanitarios (portátiles) y serán adquiridos a través de una empresa especializada, quienes también estarán a cargo de su mantenimiento. No obstante será el personal quien se encargue de su limpieza.

Cabe destacar que el personal permanecerá en el yacimiento mientras dure su jornada laboral a excepción del personal de vigilancia, el sitio cuenta con servicios básicos (agua, electricidad y telecomunicaciones).

El manejo de desechos sólidos será realizado evitando en todo momento la contaminación ambiental y según lo estipulado en la “Norma técnica ambiental para el manejo, tratamiento y disposición final de los desechos sólidos no peligrosos”.

6.8. Instalación de maquinaría y obras temporales

El material extraído dentro del banco de materiales será sometido a un proceso de trituración, con el fin de reducir su tamaño original al tamaño normado para ser utilizado en la construcción de obras viales.

El proceso será llevado a cabo por una planta de trituración que será instalada estratégicamente dentro del banco de materiales, asentada sobre terracería, con buena iluminación y con un adecuado patio de maniobras para la maquinaría, además de estar señalizada y ser segura conforme lo orientado en la “Ley general de higiene y seguridad del trabajo”, dicha planta de trituración estará compuesta principalmente por una tolva de recepción de materiales a triturar, trituradora primaria, banda transportadora, trituración secundaria, clasificadores y banda de acopio. Que en conjunto garantizarán la producción eficiente del producto final con las calidades ofrecidas, no obstante al desarrollarse este proceso dentro del banco de materiales será necesario reducir al máximo y eliminar materiales y residuos contaminantes indeseados como también emisiones contaminantes antes de finalizar con dichas actividades.

Puesto que el personal a cargo de las operaciones de extracción y transporte del material, laboraran dentro del yacimiento por jornadas equivalentes a 8 horas, no se requerirá de la construcción de campamentos, edificaciones o instalaciones permanentes, por el contrario las obras temporales a construirse son: Caseta de vigilancia, bodega (para resguardo de equipo, herramientas y prendas usadas por el personal) y área de mantenimiento preventivo para maquinaria, lo cual será beneficioso para el ambiente ya que este estará expuesto a menos riesgos de contaminación por agentes contaminantes maliciosos.

Capitulo VII. Análisis de riesgos

7.1. Identificación de riesgos

El presente programa de gestión ambiental prioriza la preservación del medio ambiente a intervenir, por lo que dentro del área donde se ubica el banco de materiales San Juan de Limay se ha podido identificar amenazas de carácter natural y antropogénicas de acuerdo a las características del entorno y actividades que durante la explotación del banco de materiales se estarán desarrollando.

Estas han sido identificadas con el objetivo de seleccionar y hacer uso de aquellas herramientas de gestión ambiental ante la aparición de cualquier problema ambiental ocasionado por las actividades de explotación dentro del banco de materiales, ya sea para prevenirlo, corregirlo, conservarlo o mejorarlo; siendo su aplicación inmediata a fin de conseguir un mayor efecto positivo sobre el ambiente.

Ahora bien, se presentan los posibles riesgos que puedan generar contaminación ambiental dentro del banco de materiales, las laborares a ejecutarse durante las actividades de explotación del banco, poniendo en peligro la integridad física del personal, maquinaria y medio ambiente.

Tabla 53:

Principales riesgos naturales y antropogénicos asociados al proyecto

	Riesgo	Etapas	
		Construcción	Operación
Naturales	Derrumbes	X	X
	Huracanes	X	X
	Inundaciones	X	X
	Sismos	X	X
Antropogénicos	Contaminación, peligros de incendio o explosión	X	X
	Riesgo por accidente vehicular	X	X
	Riesgo por accidente de personal	X	X

7.2. Descripción de riesgos naturales, antropogénicos y sus medidas

A continuación se presenta el plan de respuesta ante los posibles riesgos identificados dentro del proyecto de explotación, a fin de prevenir afectaciones negativas sobre el medio ambiente, estableciendo medidas de prevención, mitigación y respuesta ante la aparición de riesgo de contaminación.

Tabla 54:

Descripción de riesgos naturales y sus medidas

Riesgo de tipo natural	
Descripción del riesgo	Medidas preventivas
Derrumbes	01. Evite el movimiento de equipos y construcciones en suelos inestables o en áreas vulnerables a deslizamiento. 02. Siembre cubiertas vegetales en laderas y construya barreras protectoras, pero trate de asesorarse sobre el tipo y conveniencia técnica de estas barreras. 03. Tenga cuidado de que las obras que usted realice no afecten los predios de sus vecinos, ya que pueden responsabilizarlo por daños. 04. Tenga un plan de evacuación, planee por lo menos dos rutas de evacuación, previendo que durante la emergencia las rutas puedan estar bloqueadas o cerradas. 05. Desarrolle un plan de comunicación de emergencias. 06. Esté seguro de que cada trabajador conoce su nombre, dirección y teléfono. 07. Aléjese del lugar peligroso. 08. Corra a las partes altas más cercanas en dirección contraria a la amenaza, que usted haya identificado antes como de bajo riesgo. 09. Si se aproximan rocas u otro tipo de derrubios, corra a un refugio cercano (viviendas).

Descripción del riesgo	Medidas preventivas
Derrumbes	10. Si no es posible el escape, acurrúquese y protéjase la cabeza. 11. Manténgase alejados del área de deslizamiento. Puede haber peligro de nuevos deslizamientos. 12. Revise si hay personas heridas o atrapadas cerca del área del deslizamiento. 13. Preste ayuda y apoyo. Ayude a quienes puedan requerir asistencia. 14. Sintonice las noticias de radio o televisión sobre la emergencia. 15. Recuerde que pueden ocurrir inundaciones después del flujo de lodo o escorrentías. 16. Tan pronto como sea posible restablezca las coberturas forestales, ya que la erosión causada por el deslizamiento puede generar problemas de inundaciones súbitas. 17. Recurra a la asesoría de un experto geotécnico para que evalúe nuevas amenazas de deslizamiento o efectúe el diseño de técnicas correctivas para reducir el riesgo.
Huracanes	01. Reestablezca los canales de comunicación. 02. Garantice al personal, el transporte y equipo necesario. 03. Tome las medidas necesarias para proteger materiales y equipos expuestos a las inclemencias del tiempo 04. Disponga la desconexión, en el momento oportuno, de los sistemas de electricidad. 05. Asigne vigilancia adecuada para mantener el orden y salvaguardar vidas y propiedades.

Descripción del riesgo	Medidas preventivas
Huracanes	06. Determine el desalojo o evacuación del banco. 07. Designe personal para dirigir el tránsito y la evacuación del banco de materiales. 08. Si el aviso de huracán o desastre natural ocurre durante el fin de semana o días feriados, es su responsabilidad notificar a los funcionarios encargados de coordinar el plan de contingencia sobre el peligro inminente del fenómeno atmosférico. 09. Provea direcciones pertinentes para la protección del personal.
Inundaciones (tipo pluvial)	• Durante la inundación: 01. Evite las zonas propensas a inundaciones repentinas. 02. No trate de cruzar a pie la corriente donde el agua le sobrepase las rodillas. 03. No intente manejar por sectores o caminos de accesos inundados, es posible que se quede aislado o atrapado. No siempre se puede estimar la profundidad del agua. 04. Tenga dentro de su bodega sacos de arena y piedra para usarlos como protección en casos de inundación. 05. Traslade hacia áreas o pisos superiores todos los objetos de mayor importancia o valor. • Después de la inundación: 01. No consuma alimentos frescos que hayan estado en contacto con aguas de la inundación. 02. Hierva el agua de beber antes de usarla. El agua de los pozos debe ser examinada o analizada antes de consumirla.

Descripción del riesgo	Medidas preventivas
Inundaciones (tipo pluvial)	03. Obtenga la atención médica necesaria en el hospital más cercano. 04. En los refugios de la Cruz Roja puede hallar alimentos, ropa y abrigo, lugar de descanso, y recibir los primeros auxilios. 04. No visite las zonas donde haya ocurrido desastre; su presencia podría dificultar rescates u otras operaciones de emergencia. 05. No toque artefactos eléctricos. En zonas inundadas estos artefactos se deben examinar y secar antes de ponerlos otra vez en servicio. 06. Informe a las autoridades pertinentes acerca de las líneas de servicio públicos que estén dañadas.
Sismos	01. Todos los medios de transporte de la empresa estarán a disposición para la evaluación en caso de algún siniestro. 02. Monitoree las estaciones de radio para conocer de la autoridad competente las posibilidades de nuevos sismos. 03. Sí el sitio queda incomunicado por fallas en la transmisión de energía se realizarán las siguientes acciones: - Paralización inmediata de las labores de aprovechamiento, así como de las labores de abastecimiento de combustible. - Resguardo de equipos en sitios seguros. - Evacuación de los sitios que presenten taludes. Evacuar hacia un sitio seguro.

Descripción del riesgo	Medidas preventivas
Sismos	- En caso que el epicentro haya estado cerca del sitio, se esperará por órdenes superiores para reiniciar actividades; verificar integridad de todo el sistema.

Tabla 55:

Descripción de riesgos antropogénicos y sus medidas

	Riesgo de tipo antropogénico
Descripción del riesgo	Medidas preventivas
Contaminación, peligros de incendios o explosión	01. Estar alerta, asegurar la seguridad personal y la de otros. 02. Evaluar el riesgo para las personas en las cercanías del derramamiento o fuga. 03. Controlar el peligro contra la vida humana. 04. Evaluar si se puede parar o controlar fácilmente el derramamiento, fuga o falla de sistema. 05. Cuando sea seguro, parar el flujo del material que se ha derramado. 06. Recabar información acerca de la situación del problema. 07. Informar a lo inmediato al coordinador en el lugar acerca del derramamiento, fuga o falla de sistema. 08. Reanudar cualquier acción segura y efectiva para contener, limpiar o parar el flujo del producto derramado.
Riesgo por accidente de tránsito vehicular	01. Hacer uso de maquinaria que posea el equipo de seguridad adecuado. 02. Realizar inspección previa de la maquinaria, asegurándose de tomar las medidas pertinentes mientras se realice el mantenimiento o reparación, haciendo uso del equipo de protección personal. 03. Mientras la maquinaria no este ejecutando operaciones dentro del yacimiento, esta deberá permanecer apagada y estacionada en una superficie pareja.

Descripción del riesgo	Medidas preventivas
Riesgo por accidente de tránsito vehicular	04. Mantener total concentración mientras opere la maquinaria sin perder noción de su ubicación y hacia dónde se dirige.
Riesgo por accidente de personal	01. En todo momento el personal deberá portar su equipo de protección personal. 02. El personal debe mantenerse fuera de los puntos ciegos existente dentro de las limitaciones del campo visual de la maquinaria. 03. El personal deberá estar atento a tal forma que no provoque un accidente de cualquier índole mientras se desplaza por el banco de materiales.

Capitulo VIII. Plan de gestión y medidas ambientales

En cumplimiento de los requerimientos necesarios para la ejecución del proyecto, se presenta el siguiente acápite que contiene el resultado del análisis minucioso de los impactos que pueda generar el proyecto sobre su entorno, así como medidas ambientales y plan de gestión ambiental que incluye plan de contingencia, monitoreo y cierre de actividades para evitar y hacer frente a los posibles daños ambientales causados por diferentes agentes durante la ejecución del mismo.

8.1. Impacto ambiental

El impacto ambiental es definido como la modificación, transformación o alteración ocasionada por acción del hombre y la misma naturaleza, no obstante los instrumentos de evaluación ambiental se centran únicamente en aquellas modificaciones causadas por acción del hombre a través de obras o proyectos.

Los impactos ambientales pueden llegar presentarse a corto, mediano o largo plazo, llegando a ser adversos o benéficos, no significativos o significativos, mitigables o no mitigables, reversibles o irreversibles.

Sin embargo podemos deducir que cualquier trabajo realizado dentro del medio ambiente, modifica permanentemente las condiciones de un área particular.

Se han identificado posibles impactos ambientales según las fases del proyecto, los cuales pueden llegar a ocurrir como consecuencia de la explotación, y a continuación se detallan:

Tabla 56:

Identificación de los impactos ambientales

Factor ambiental	Acciones	Descripción del impacto
Topografía	- Corte y/o arranque de material.	- Habrá cambios directos en la topografía del área del banco de material por la remoción del material que se va a aprovechar. - Cambios morfológicos en el área de extracción de los materiales, causando además impacto visual temporal y posible aumento de la inestabilidad de taludes.
Suelo	- Mala habilitación o cambio del drenaje superficial en el área. - Explotación del material, actividad de arranque, acumulación, otros. - Descapote del banco de material.	- Aumento del proceso de erosión y sedimentación. - Riesgos de encharcamiento en el banco de materiales. - Favorecimiento al proyecto por el beneficio que nos brinda el recurso natural. - Reducción del impacto de encharcamiento o empozamiento de agua pluvial por la habilitación del drenaje superficial y su encausamiento a la depresión más próxima. - Pérdida de la capa vegetal. Al momento del descapote debe asegurarse el almacenamiento y mantenimiento. Finalizadas las obras deberá restaurarse.

Factor ambiental	Acciones	Descripción del impacto
Aire	- Arranque del material. - Acopio del material. - Movimiento u operación de los equipos de construcción.	- Aumento de los niveles de emisión de partículas (polvo). - Incremento de los niveles sonoros por la operación de los equipos y el paso de camiones por el acceso. - Posible afectación a la salud de los trabajadores si los mismos no utilizan adecuadamente sus equipos de protección personal.
Paisaje	- Explotación del banco de materiales	- Constaste cromático y estructural del banco. - Cambios de la forma del relieve. -Denudación de superficie, principalmente de taludes y terraplenes. - Cambios de la estructura paisajística. - Aumento de ruidos y sonidos no deseables.
Flora	- Uso de equipos mecánicos	- Daños en la flora existente dentro del banco por: Enterramiento, corte de material vegetal y emisiones de polvo.
Fauna	- Explotación del banco	- Afectación de algún hábitat de la fauna existente en el área de influencia del banco.
Demografía	- Explotación del banco de materiales	- Efecto positivo en la población activa, por la generación de empleo. - Efecto en la salud por emisión de polvo, ruido y gases.

Factor ambiental	Acciones	Descripción del impacto
Demografía		- Posible accidente con los usuarios del camino y transeúntes en los accesos al banco de material y trabajadores en general.

8.1.1. Evaluación del impacto ambiental dentro del proyecto

La evaluación de impactos ambientales es conocida por ser un instrumento preventivo por excelencia y de advertencia temprana que evalúa posibles impactos ambientales negativos y positivos que puedan generarse sobre el ambiente ante el desarrollo de actividades humanas, es aplicable a dichas acciones humanas sobre el ambiente antes que sean desarrolladas y esta aplicación sirve de guía para la correcta toma de decisiones en la consecución del desarrollo sostenible.

De ser necesario presenta medidas ambientales para evitar los impactos sobre el ambiente o bien adecuarlos a niveles aceptables.

Ahora bien se presenta la avaluación de impactos ambientales considerados anteriormente, siendo los que se presentan a continuación:

Figura 29:

Evaluación de impactos ambientales del proyecto

	Acciones / Factores			Corte y/o arranque de material	Mala habilitación o cambio del drenaje superficial en el área	Explotación del material, actividad de arranque, acumulación, otros	Descapote del banco de material	Movimiento u operación de los equipos de construcción	Sumatoria			Impacto (componente)
									Promedio positivo	Promedio negativo	Promedio aritmético	
Componente	Abiótico	Físico	Topografía	-1 / 3	-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1	0	5	-7	-36
			Suelo		-2 / 1	-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1	0	4	-5	
			Aire	-1 / 1		-1 / 1		-1 / 1	0	3	-3	
			Paisaje	-1 / 3	-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1		0	4	-6	
			Demografía	-1 / 1	-1 / 1			-1 / 1	0	3	-3	
	Biótico	Biológico	Flora	-2 / 1	-1 / 1	-1 / 1	-2 / 1	-1 / 1	0	5	-7	
			Fauna	-1 / 1		-1 / 1		-1 / 1	0	3	-3	
	Social	Población	Salud	-1 / 1				-1 / 1	0	2	-2	
	Promedios positivos			0	0	0	0	0	0			
	Promedios negativos			7	5	6	4	7		29		
	Promedios aritmético			-12	-6	-6	-5	-7			-36	

La presente evaluación de impactos ambientales desarrollada sobre la matriz de Leopold, dio como resultado que las acciones a desarrollarse generarán un bajo impacto ambiental valorado como negativo (29 unidades), tanto en magnitud como en importancia debido a que estos causaran pocos daños sobre el medio ambiente existente en la zona del banco de materiales.

Donde las calificaciones obtenidas con valores -1, -2, 1 y 3. Corresponden a:

- -1 (magnitud, con intensidad baja y afectación baja).
- 1 (importancia, con duración temporal e influencia puntual).
- -2 (magnitud, con intensidad baja y afectación media).
- 3 (importancia, con duración permanente e influencia puntual).

8.2. Medidas ambientales

Ahora bien, se dan a conocer las medidas ambientales que harán frente a los impactos negativos identificados dentro de la explotación del banco de materiales.

Cabe mencionar que estas medidas son elaboradas en función de hacer frente a los impactos negativos causados al ambiente, por lo que en la mayoría de los casos estas medidas solamente eliminan una parte del daño causado y en muchos casos ni siquiera eso, además su implementación aumenta el costo del proyecto. Siendo ideal, mejor no producir impactos negativos sobre el ambiente.

Los criterios tomados en cuenta a fin de mitigar los efectos negativos son:

- Categoría de la medida**:** Protección y conservación; reguladora; institucional y de monitoreo.
- Fase de aplicación: Construcción y operación.
- Subsistema ambiental: Físico, biológico, paisajístico y socioeconómico.

Además estas se clasifican de la siguiente manera: Carácter (preventiva, mitigación, correctiva, control y compensación), alcance (puntual, local y general), tiempo de funcionamiento, responsable de la aplicación y conservación de la medida.

Tabla 57:

Medidas ambientales para el banco de materiales San Juan de Limay

Medida ambiental	Protección de la capa fértil del suelo	Control del polvo	Protección laboral
Fase de aplicación	- Antes, durante y finalizada la extracción	- Durante la explotación del banco de material	- Exigir su aplicación durante la actividad de extracción
Categoría	- De protección y conservación	- De mitigación y control	- Protección e institucional
Subsistencia ambiental	- Biológica	- Biológico, socioeconómico	- Socioeconómico
Objetivo	- Proteger la capa fértil del suelo para incorporarla al finalizar las actividades de extracción	- Reducir los posibles daños a la salud de los trabajadores y de la población en general	- Reducir riesgos a la salud de los trabajadores y prevenir accidentes
Carácter de la medida	- Compensación	- Mitigación	- Preventiva
Alcance	- Puntual	- General	- Puntual
Tiempo de funcionamiento	- Durante la explotación	- Durante la emisión de polvo	- Durante la explotación del banco de materiales

Medida ambiental	Protección de la capa fértil del suelo	Control del polvo	Protección laboral
Impacto(s) a responder	- Cambios en la topografía (erosión y sedimentación) y en la estructura paisajística (contraste cromático, estructural, impacto visual e inestabilidad de talud)	- Emisión de polvo, afectación a la salud de los trabajadores, efecto en la salud por emisión de polvo a la población en general	- Afección a la salud de los trabajadores. - Incremento de los niveles sonoros, generación de ruido y polvo
Período de las visitas	- Visitas semanales, para verificar su protección, resguardo y colocación	- Visitas diarias por parte del ingeniero superintendente e inspector encargado de la explotación	- Visitas diarias del inspector encargado de la explotación
Descripción	- Retiro, almacenamiento y colocación de la capa vegetal removida; para la recuperación de las áreas del banco de material	- Utilización de una cisterna para el riego en el camino de acceso	- Es obligatorio que la empresa constructora subministre equipo necesario como: cascos, guantes, orejeras, anteojos, máscaras y botas
Responsable de la aplicación		El contratista	

Tabla 58:

Medidas ambientales para el banco de materiales San Juan de Limay

Medida ambiental	Instalación de rótulos	Drenaje superficial dentro del banco	Protección del suelo donde se almacenara el combustible
Fase de Aplicación	- Durante la explotación	- Durante el aprovechamiento y al finalizar	- Durante la extracción
Categoría	- Reguladora	- Reguladora	- Protección
Subsistencia ambiental	- Socioeconómico	- Biológico, socioeconómico	- Biológico, socioeconómico
Objetivo	- Instalar rótulos preventivos, restrictivos e informativos para disminuir los riesgos de accidentes	- Habilitar el drenaje superficial en el área de explotación	- Impermeabilizar el suelo donde se almacenará el combustible
Impacto(s) a responder	- Posible accidente con los usuarios del camino y transeúntes en el acceso al banco de material y trabajadores en general	- Riesgo de inundación en el banco de material y afectación a la salud humana	- Contaminación del suelo por mal uso de hidrocarburo en el despacho o posible derrame de combustible
Carácter de la medida	- Preventiva	- Preventiva	- Preventiva
Alcance	- Local	- Local	- Local
Tiempo de funcionamiento	- Durante el aprovechamiento	- Durante y al finalizar la explotación	- Durante el almacenamiento del combustible

Medida ambiental	Instalación de rótulos	Drenaje superficial dentro del banco de materiales	Protección del suelo donde se almacenara el combustible
Período de visitas	- Visitas diarias por parte del inspector de la explotación	- Visitas diarias por el inspector de la explotación	- Visitas diarias por inspector de la explotación
Descripción	- Instalar los rótulos en el acceso y en el área del banco de materiales	- Según la pendiente del área y las curvas de nivel efectuar el drenaje	- Construir el embaldosado que impermeabilice el área donde se almacenará el combustible en caso que se establezca en el área
Responsable de la aplicación		El contratista	

8.3. Plan de medidas ambientales

En el presente plan de medidas ambientales se establecen los impactos que se pretenden mitigar, efecto que se desea corregir, etapa del proyecto, frecuencia en la que se ejecutara, costo de la medida y responsable de su cumplimiento, ante la alteración negativa de cualquier factor ambiental, área de influencia directa o indirecta y etapa.

Tabla 59:

Medidas de prevención y mitigación

Impactos que se desean mitigar	Efecto a corregir sobre factor ambiental	Descripción de las medidas	Etapa del proyecto	Frecuencia de ejecución
Incendios	Rondas rompe fuego en el área del proyecto	- Se dispondrá de un extintor colocado en los diferentes equipos listos para ser usados por los operadores de las máquinas. - Se contará con el apoyo de una cisterna de agua, para aplacar cualquier tipo de incendio.	Operación	Semestral o según sea requerido
Generación de residuos sólidos no peligrosos	Contaminación de suelo	- Separación de residuos de acuerdo al tipo, reciclaje según potencial	Operación	Según lo indicado por la alcaldía municipal
Generación de aguas pluviales	Inundaciones	- El área donde se localiza el proyecto no representa generación de grandes cantidades de aguas pluviales que provoquen inundaciones	Operación	Continuo

Impactos que se desean mitigar	Efectos a corregir sobre factor ambiental	Descripción de las medidas	Etapa del proyecto	Frecuencia de ejecución
Generación de aceites y lubricantes usados	Contaminación de suelo y agua	- No se almacenará combustibles en el área del proyecto, se mantendrá en el almacén de herramientas y útiles para la realización de actividades de limpieza y mitigación al presentarse una emergencia	Operación	Según necesidad
Generación de ruido	Contaminación acústica	- La actividad de extracción no genera decibeles de ruido por encima de los normados	Operación	Continuo
Deslizamiento o derrumbe de materiales	Derrumbe	- Al ocurrir este tipo de aventó, el cual puede poner en peligro la vida de los trabajadores que estén en el banco de material se procederá a evacuar al personal y detener temporalmente la actividad	Operación	Mensualmente
Accidente laboral	Accidentes	Diariamente	Operación	Diariamente

Tabla 60:

Medidas de compensación

Impacto que se desea mitigar	Efecto a mitigar sobre un factor ambiental	Descripción de la medida	Etapa del proyecto	Frecuencia de ejecución
Cambio de uso de suelo	Remoción de la capa fértil del suelo	Conformación de los taludes	Operación	Anual

Tabla 61:

Medidas de remediación

Impacto a mitigar	Efecto a corregir sobre factor ambiental	Descripción de la medida	Etapa del proyecto	Frecuencia de ejecución
Derrame de hidrocarburos	Contaminación del suelo	Remoción del suelo contaminado	Operación y cierre	Cuando se presente
Responsable		Responsable de operaciones		

8.4. Programa de gestión ambiental (PGA)

El programa de gestión ambiental, es mayormente conocido por sus siglas, como: PGA, el cual es un mecanismo utilizado dentro de muchas áreas de la ingeniería, para hacer frente a los efectos resultantes de todas aquellas actividades realizadas por el hombre, en las cuales directamente se intenta hacer uso de los recursos naturales con el fin de satisfacer necesidades humanas. Exponiendo el medio ambiente donde se encuentre, a la contaminación.

Esto implica al querer conseguir una mejor calidad de vida, la realización de una serie de actividades encaminadas a la implementación de diversas estrategias para erradicar o disminuir la contaminación ambiental, no obstante en la

actualidad a nivel mundial, resulta ser un gravísimo problema y dependerá de nosotros como ingenieros, aplicar dichas estrategias para disminuir el problema y lograr el desarrollo sostenible.

Objetivos y beneficios

Entre sus principales objetivos destaca, la contribución al equilibrio ecológico, sentando las bases del ordenamiento territorial ambiental, además de promover su recuperación y protección.

Sus beneficios van desde la reducción de riesgos de accidentes medioambientales hasta el cumplimiento de la legislación vigente, ya que todo PGA requiere del conocimiento de normativas, leyes y su estricto cumplimiento.

Ahora bien, se presentan las diferentes actividades recopiladas a llevarse a cabo en la aplicación del plan de gestión ambiental del banco de materiales San Juan de Limay.

Tabla 62:

Actividades a desarrollarse en el plan de gestión ambiental

Actividad	Objetivo	Indicador	Responsable
Levantamiento topográfico del área del banco de materiales	Preparar los dibujos topográficos del banco de materiales	Plano de la poligonal del área, en escala conveniente de trabajo	Especialistas ambientales
Cumplimiento de disposiciones legales	Atender conforme ley disposiciones ambientales legales para el aprovechamiento del banco	Obtención de permisos pertinentes	Superintendente del contratista e inspector de la extracción
Nombramiento del inspector responsable de la actividad de extracción	Dirigir el aprovechamiento del recurso natural	Carta nombramiento del inspector dirigida a la supervisión del proyecto	superintendente del contratista
Colocación de señalamiento en el acceso y vías para el acarreo del material	Garantizar la seguridad de la circulación vehicular, peatonal y laboral	Cantidad de señales colocadas en la ruta de acceso y área de explotación	Superintendente del contratista e inspector de la extracción

Actividad	Objetivo	Indicador	Responsable
Mantenimiento del acceso al banco de material	Mantener en adecuado funcionamiento operacional el acceso	Un mantenimiento mensual del acceso para su conformación. Riego para mitigar el polvo	Superintendente e inspector de la extracción
Control de la cantidad de material extraído	Garantizar que la cantidad de material extraído sea autorizado por las autoridades competentes	Un reporte diario del volumen extraído	Superintendente e inspector de la explotación
Drenaje superficial en el área del banco de materiales	Habilitar el drenaje superficial de conformidad a las pendientes del área	Un informe a la supervisión del proyecto sobre la habilitación del drenaje natural en el área de explotación	Superintendente e inspector de la explotación
Suministro a los trabajadores de los equipos de protección laboral	Cumplir con la seguridad e higiene laboral	Proveer el equipo de protección personal a cada trabajador dentro del banco de materiales	Superintendente e inspector de la explotación

Actividad	Objetivo	Indicador	Responsable
Impermeabilización del área donde se almacenará combustible	Evitar posible contaminación del suelo por derrame de combustible	Construir el embaldosado del área	Inspector de la explotación
Cierre del banco de préstamo	Reconstituir las condiciones naturales en el sitio del banco de préstamo y restringir el acceso hacia áreas inestables	Re-establecimiento de la vegetación natural del área. Restringido el acceso hacia áreas inestables	Especialistas ambientales de la empresa
Monitoreo, de Desechos Sólidos	Garantizar el correcto almacenamiento, transporte y disposición final de los materiales de desechos sólidos	Informes de monitoreo y de supervisión ambiental	Superintendente, supervisión ambiental y MARENA

8.4.1. Plan de contingencia

El plan de contingencia constituye un punto muy importante dentro de la gestión ambiental, ya que permite hacer frente a todas aquellas situaciones que pueden llegar a producirse y provocar daños sobre el ambiente y salud de los trabajadores, a través de procedimientos y acciones básicas alternativas a la operacionalidad, frente a cualquier situación ocasionada por agentes externos o

internos que puedan presentarse dentro del área de trabajo y pueda provocar daños al proyecto, personal y medio ambiente.

La probabilidad de que sucedan o no incidentes dentro de la ejecución de actividades dentro del área del proyecto se ve limitada ante amenazas de tipo natural debido a su ubicación geográfica, no obstante la situación de riesgo crece al estar expuestos ante amenazas provocadas por errores humanos, fallas mecánicas dentro de la maquinaria pesada y accidentes laborales asociados al resultado de las operaciones realizadas dentro del yacimiento, como lo son; inestabilidad de taludes, transporte del material y contaminación de los suelos.

Todo proyecto se encuentra expuesto a este tipo de eventos, por lo que se ha identificado todos aquellos tipos de accidentes o emergencias que podrían presentarse mientras esté siendo ejecutado, acompañado de elementos de control, respuesta y realización de primeros auxilios.

Por lo que el siguiente plan de contingencia atiende la necesidad por cumplir con los siguientes objetivos:

- Planificar actividades para dar respuestas rápidas a posibles emergencias.
- Crear un procedimiento formal y escrito que indique acciones que ayuden a mitigar daños frente a amenazas ocasionadas por eventos fuera de control para evitar daños sobre el ambiente.
- **Alcance del plan**

El presente plan permitirá, salvaguardar la vida humana y preservar el medio ambiente, a través de una guía que cuenta con acciones concretas a seguir ante una contingencia, con el fin de evitar, reducir o eliminar riesgos de contaminación ambiental y pérdida de vidas humanas dentro del proyecto.

- **Consideraciones generales del plan de contingencia**

El presente plan ha sido elaborado para reducir los efectos que pueda ocasionar una situación fuera de control dentro de la explotación del yacimiento, siendo de gran importancia que el personal tenga a disposición toda la información

pertinente sobre los posibles riesgos naturales, laborales y mecánicos a los que se pueda enfrentar, ya que conocerlos reducirá la probabilidad que estos lleguen a ocurrir.

- **Clasificación de una contingencia**

Las contingencias se clasifican en cuatro niveles, dependiendo de varios factores:

Nivel I.

Nivel II.

Nivel III.

Nivel IV.

- **Fases de una contingencia**

De acuerdo a las características de las labores de explotación del material, las fases de una contingencia se dividen en:

1. **Detección y notificación**

Al detectarse una contingencia durante el desarrollo de las labores de explotación, la misma deberá ser informada al jefe del proyecto de explotación y asesor ambiental.

2. **Evaluación e inicio de la acción**

Una vez producida la contingencia y evaluada por el asesor ambiental, se iniciarán las medidas de control y contención de la misma.

3. **Control**

El control de una contingencia exige que el personal del proyecto de explotación del material esté debidamente capacitado para actuar bajo una situación de emergencia.

Tabla 63:

Plan de contingencia

Peligro	Medidas preventivas	Responsables
Incendios	1. Rondas rompe fuego en los alrededores del banco de materiales. Se dispondrá de los extintores colocados en los diferentes equipos, listo para ser usados por los operadores. 2. Se contará con el apoyo de la cisterna de agua, para aplacar cualquier tipo de incendio.	Sub contratista del proyecto
Derrame de hidrocarburos	1. Se mantendrá en el almacén herramientas y utensilios para realizar las actividades de limpieza y mitigación al darse cualquier emergencia de esta índole. 2. Se contará con palas, piochas, material absorbente, barriles para colocar los desechos del derrame.	Sub contratista del proyecto
Deslizamiento o derrumbe de materiales	1. Al ocurrir este tipo de evento, el cual pueda poner en peligro la vida de los trabajadores que estén dentro del banco de materiales se procederá a evacuar al personal y detener temporalmente la actividad. 2. Al ocurrir algún deslizamiento sobre la vía de acceso se procederá a parar el tráfico de equipos temporalmente. 3. Para cerrar o desviar temporalmente el tráfico de equipos, se dispondrá de señales informativas.	Sub contratista del proyecto
Accidentes laborales	1. En caso de accidente de gravedad, se procederá a socorrer a lo inmediato al trabajador dándose la medicación básica. 2. Sí el accidente es de gravedad el paciente será trasladado al centro asistencial (clínica médica provisional). 3. Se dispondrá de un botiquín de primeros auxilios en el proyecto.	Sub contratista del proyecto

Peligro	Medidas preventivas	Responsables
Accidentes laborales	4. Por medio de los teléfonos celulares que tiene el encargado del plantel y el ingeniero residente, se efectuaran coordinaciones. 5. El traslado de cualquier paciente deberá realizarse en el vehículo destinado del proyecto para dichas emergencias.	Sub contratista del proyecto
Accidentes de transito	1. Al ocurrir cualquier accidente con los equipos de la empresa o accidente de tránsito donde se vean involucrados usuarios de la vía, se procederá a lo inmediato a socorrer a las personas accidentadas 2. Se procederá dar la medicación básica. Si el accidente es de gravedad el paciente es trasladado al centro asistencial más cercano.	Sub contratista del proyecto

El control de una contingencia exige que el personal del proyecto de explotación del material esté debidamente capacitado para actuar bajo una situación de emergencia.

8.4.2. Plan de educación y capacitación ambiental

Deberá ejecutarse un plan de educación y capacitación ambiental sobre el manejo ambiental a fin de que trabajadores estén al tanto y concienticen a la población sobre el cuido y protección del ambiente como se detalla a continuación:

Tabla 64:

Plan de educación y capacitación ambiental

Temática	Personal a capacitar	Frecuencia	Costo	Responsable
Educación vial ambiental	Todo el personal	Trimestral	Asumido por la empresa a cargo	Gerencia

8.4.3. Plan de monitoreo ambiental

Con el presente plan de monitoreo ambiental para la explotación del banco de materiales San Juan de Limay, se evaluara el comportamiento ambiental dentro del yacimiento y la ejecución de las medidas ambientales propuestas.

A continuación se presentan las principales variables, puntos de muestreo y frecuencia a monitorear.

Tabla 65:

Plan de monitoreo ambiental

Componente a monitorear	Variable (s)	Punto de muestreo	Frecuencia
Ruido	Decibeles	Actividades de explotación. Punto N.º 1: Área del banco.	Quincenal
Suelo	Capa fértil del suelo. Taludes del banco	Almacenamiento, protección y mantenimiento de la capa fértil del suelo. Taludes formados por la explotación del material	Quincenal
	Vibraciones	Áreas de extracción del material y de mantenimiento	Quincenal
Rotulación	Señalamiento	Ruta de acceso al banco y área de trabajo dentro del banco	Diaria

Componente a monitorear	Variables (s)	Punto de muestreo	Frecuencia
Equipos de seguridad ocupacional	Entrega y uso de los equipos de seguridad laboral a los trabajadores	Área de trabajo dentro del banco de materiales	Diaria
Drenaje	Drenaje en el banco	Área del banco de materiales	Verificaciones mensuales
Acceso	Riesgo	Camino de acceso	Diaria
Área de almacenamiento temporal de combustible	Impermeabilización del área	Banco de materiales	Diaria
Plan de cierre	Taludes, drenaje, zanjas de extracción	Áreas de riesgo, taludes, zonas de extracción	Mensual

8.4.4. Plan de cierre

El presente plan de cierre, se ha realizado con el fin de proteger y conservar el medio ambiente pesé a las actividades que conlleva el aprovechamiento de bancos de material selecto. Atiende los trabajos de reconformación de las áreas afectadas y las gestiones institucionales para finiquitar la explotación del banco de material, el presente programa será completado una vez se concluyan las actividades de explotación dentro del área, a través de un informe, el cual será presentado al MTI, MARENA y Alcaldía municipal de municipio de San Juan de Limay, este será breve y conciso, detallará las anotaciones y actividades desarrolladas para la conformación de las áreas afectadas.

Es de gran importancia para el medio ambiente, almacenar estratégicamente en un área próxima al sitio de explotación todo el material compuesto por la capa fértil del suelo, conservándolo y resguardarlo, para una vez finalizadas todas la labores de explotación dentro del área, incorporarlo al tajo, principalmente como material de relleno y sustrato rico en nutrientes para el establecimiento de la cobertura vegetal.

Para poder verificar y lograr evaluar el presente plan de cierre de las actividades se consideró los siguientes grupos de actividades:

1. La actividad referente a la selección y definición de las áreas que serán objeto de conformación y de los respectivos tratamientos que se adoptarán.
2. Las actividades de gestiones ambientales institucionales; para que in situ verifiquen y avalen el trabajo correspondiente al cierre de la explotación.
3. Las actividades referentes a la ejecución propiamente dicha de los trabajos y actividades para el cierre y conformación del banco de materiales.

A continuación se presenta el plan de cierre del banco de materiales, San Juan de Limay según lo estipula la legislación ambiental nicaragüense vigente.

Tabla 66:

Plan de cierre del banco de materiales

Actividad	Medidas	Parámetros	Fecha de realización	Medios
Conformación de las áreas aprovechadas	- Se colocará material proveniente del mismo banco sobre las áreas aprovechadas y cierre de oquedades. - Estabilización de taludes, dejando inclinación de conformidad al material. - Conformación de oquedades. - Conformación del drenaje superficial para evitar encharcamiento de agua pluvial.	- Una capa de material uniforme de 10 cm, sin dejar oquedades. - Los taludes estables. - Cierre de oquedades. - Drenaje superficial funcionando.	- Al momento de concluir con la extracción de los materiales requeridos.	- Un tractor de orugas. - Un cargador. - Una excavadora

Actividad	Medidas	Parámetros	Fecha de realización	Medios
Nivelación final del camino de acceso	- Para nivelar el camino de acceso, al finalizar la explotación se hará uso de la motoniveladora.	- El camino será nivelado. - Riego con agua el día de la conformación.	- Al momento de concluir con la extracción de los materiales requeridos.	- Dos camiones volquete. - Una moto niveladora. - Una cisterna.
Limpieza del sitio	- Se realizará una limpieza final del área de la plataforma. - Evacuación de la basura al basurero municipal.	- Una limpieza general.	- Al momento de concluir con la extracción de los materiales requeridos. - Finalizada la conformación definitiva.	- Un camión volquete - Tres ayudantes. - Herramientas (palas y rastrillos).
Entrega del sitio	- Firma del acta de cierre. - Inspección con MARENA, supervisión de alcaldía.	- Que se haya cumplido con todas las actividades del plan de cierre.	- Al momento de concluir con la extracción de los materiales requeridos.	- Un vehículo para realizar las gestiones.

Tabla 67:

Subprograma de siembra de arboles

Acciones	Sitio de aplicación	Indicador	Periodo de ejecución
Siembra de plántulas	Definido por la supervisión	Número de plantas sembradas, número de plantas establecidas	Invierno

Tabla 68:

Actividades de monitoreo durante la fase de cierre

Tipo de monitoreo		Aspectos a ser monitoreados
Monitoreo de control	Control de cierre general del proyecto	1 Estabilidad geotécnica. Conformación del terreno (bermas y taludes en el tajo), según aplicación. 2 Siembra de plantación forestal (densidad y especies) cuando aplique. 3 Establecimiento de pantalla forestal perimetral (densidad y especies) 4 Monitoreo de erosión. 5 Manejo de agua de escorrentías.

Conclusiones

El presente programa de gestión ambiental integral del banco de materiales San Juan de Limay ha sido elaborado tomando como base la legislación ambiental nicaragüense. Por ende se ha presentado el marco legal y administrativo medioambiental que regula la explotación de bancos de materiales y sobre el cual se ha construido el presente trabajo, compuesto por un conjunto de leyes, decretos y normas que interrelacionadas entre sí, aseguran el desarrollo sostenible.

Así mismo prevé la prevención por sobre la remedición y la corrección de impactos negativos sobre el ambiente, razón por la cual se han descrito las características generales definiendo su línea base, a fin de conocer mejor el área a intervenir dentro del proyecto para poder realizar una buena toma de decisiones, ya sea al momento de realizar el plan de aprovechamiento del banco de materiales que incluye el diseño de explotación del yacimiento o simplemente en el desarrollo cotidiano de las actividades propuestas y en el peor de los casos al momento de presentarse un problema ambiental.

Por lo cual para hacer frente a todos aquellos impactos ambientales severos, riesgos laborales y accidentes mecánicos que puedan ser ocasionados por el desarrollo de actividades del tipo minero que pongan en peligro de contaminación el ambiente se elaboró el plan de aprovechamiento del banco de materiales incluyendo el diseño de explotación del yacimiento para garantizar de este modo en todo momento la protección del medio ambiente y personal involucrado, por lo que para ello se seleccionaron únicamente actividades y procesos con índices bajos de contaminación tras su análisis frente a los factores que pueden llegar a afectar.

Dentro del presente trabajo también se realizó el plan de gestión y medidas ambientales con el fin de que estas actividades tomen en cuenta la variable ambiental para evitar de este modo la alteración de las condiciones naturales del lugar.

Dicho plan de gestión y medidas ambientales, incorpora dentro de sí, el plan de contingencia equipado con procedimientos alternativos para accionarse en caso de producirse un accidente que ponga en peligro de contaminación el ambiente y salud del personal.

De igual manera incorpora un plan de monitoreo para ser utilizado dentro de todas las fases del proyecto a fin de detectar anomalías que puedan poner en peligro la salud del personal y medio ambiente.

Y por último para mitigar o controlar todas aquellas situaciones que puedan ocasionar impactos ambientales en la zona de explotación al abandonar, cerrar o culminar con las actividades mineras desarrolladas dentro del banco, se realizó el plan de cierre, que será ejecutado a través de medidas que serán aplicadas al término de la vida útil del proyecto, sea para corregir daños ambientales, mejorar las condiciones ambientales o bien conservarlo según su estado original.

De tal manera, ya sea durante el desarrollo de las actividades de explotación o bien finalizadas, el presente programa de gestión ambiental integral, hará frente a los impactos ambientales que el proyecto pueda generar como tal; con único fin de lograr el desarrollo sostenible.

Recomendaciones

Una vez conocida la información técnica de la obra donde serán utilizadas las reservas de material selecto se recomienda realizar el cronograma de aprovechamiento de material para el presente programa de gestión integral que incluya la cantidad de tiempo y volumen de material a extraer.

Por otra parte deberá prestarse mayor atención a la etapa dentro del proyecto de corte, carga y transporte, del material, ya que dentro de esta etapa se presenta la mayor incidencia de impactos sobre el ambiente.

En todo momento deberá hacerse uso de señalizaciones de seguridad dentro y fuera del banco de materiales, además de dotar al personal del equipo de protección personal adecuado.

El presente plan de gestión ambiental integral de banco de materiales San Juan de Limay, deberá ser cumplido por todo el personal involucrado a fin de obtener resultados satisfactorios. En la fase de descapote deberá ser garantizado el almacenamiento de la capa fértil del suelo para ser re-incorporada al culminar con todas las actividades de extracción dentro del banco de materiales.

De no ser cumplido todo lo descrito en el presente plan de gestión ambiental integral se recomienda aplicar las sanciones correspondientes tanto administrativas como penales contempladas en la legislación vigente de nuestro país.

Bibliografía

Decreto 9-96 de 1996. [con fuerza de ley]. Reglamento de la Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales. 29 de agosto de 1996. D.O. N.163. https://www.lagaceta.gob.ni/la-gaceta-n-163-jueves-29-de-agosto-de-1996/.

Ley 337 de 2000. Ley Creadora del Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres. O7 de abril de 2000. D.O. N. 70. https://www.lagaceta.gob.ni/la-gaceta-n-70-viernes-07-de-abril-de-2000/.

Código penal [CP]. Ley 641 de 2008. Artículos 1, 4, 5, 6, 9, 12 y 13. 05 de mayo de 2008. (Nicaragua). https://www.lagaceta.gob.ni/la-gaceta-n-83-lunes-05-mayo-de-2008/.

Código penal [CP]. Ley 641 de 2008. Artículos 112, 113, 114 y 115. 06 de mayo de 2008. (Nicaragua). https://www.lagaceta.gob.ni/la-gaceta-n-84-martes-06-mayo-de-2008/.

Código penal [CP]. Ley 641 de 2008. Artículos 236 y 322. 07 de mayo de 2008. (Nicaragua). https://www.lagaceta.gob.ni/la-gaceta-n-85-miercoles-07-mayo-de-2008/.

Código penal [CP]. Ley 641 de 2008. Artículos 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 383, 384, 388 y 389. 08 de mayo de 2008. (Nicaragua). https://www.lagaceta.gob.ni/la-gaceta-n-86-jueves-08-mayo-de-2008/.

Código penal [CP]. Ley 641 de 2008. Artículos 353 y 554. 09 de mayo de 2008. (Nicaragua). https://www.lagaceta.gob.ni/la-gaceta-n-87-viernes-09-mayo-de-2008/.

Ley 730 de 2010. Ley Especial para el uso de Bancos de Material Selecto para el Aprovechamiento en la Infraestructura.11 de agosto de 2010. D.O. N. 152. www.lagaceta.gov.ni/la-gaceta-n-152-miercoles-11agosto-de-2010/.

Ley 217 de 2014. Ley General de Medio Ambiente y los Recursos Naturales. 30 de enero de 2014. D.O. N. 20. https://www.lagaceta.gob.ni/la-gaceta-n-20-viernes-30-enero-de-2014/.

Ley 1142 de 2020. Ley de Protección al Patrimonio Cultural de la Nación. 16 de diciembre de 2020. D.O. N. 232. https://www.lagaceta.gob.ni/la-gaceta-n-232-mi%C3%A9rcoles-16-diciembre-de-2020/.

Ley 618 de 2020. Ley General de Higiene y Seguridad del Trabajo. 29 de octubre de 2020. D.O. N. 200. https://www.lagaceta.gob.ni/la-gaceta-n-200-jueves-29-octubre-de-2020/.

Ley 40 de 2021. Ley de Municipios. 13 de octubre de 2021. D.O. N. 189. https://www.lagaceta.gob.ni/la-gaceta-n-189-mi%C3%A9rcoles-13-octubre-de-2021/.

Ley 387 de 2021. Ley Especial sobre Exploración y Explotación de Minas. 14 de julio de 2021. D.O. N. 130. https://www.lagaceta.gob.ni/la-gaceta-n-130-mi%C3%A9rcoles-14-julio-de-2021/.

Decreto ejecutivo 20 – 2017 de 2017. [con fuerza de ley]. Sistema de Evaluación Ambiental de Permisos y Autorizaciones para el Uso Sostenible de los Recursos Naturales. 29 de noviembre de 2017. D.O. N. 228. https://www.lagaceta.gob.ni/la-gaceta-n-228-mi%C3%A9rcoles-29-noviembre-de-2017/.

Ley 316 de 1958. Ley General sobre Explotación de las Riquezas Naturales. 17 de abril de 1958. D.O. N. 83. http://digesto.asamblea.gob.ni/consultas/util/pdf.php?type=rdd&download=false&rdd=0MFrKaxQH9s%3D&#page=1

Constitución Política de la República de Nicaragua [Const]. Art. 177. 18 de febrero de 2014 (Nicaragua). https://www.lagaceta.gob.ni/la-gaceta-n-32-martes-18-febrero-de-2014/.

Constitución Política de la República de Nicaragua [Const]. Art. 60. 18 de febrero de 2014 (Nicaragua). https://www.lagaceta.gob.ni/la-gaceta-n-32-martes-18-febrero-de-2014/.

Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado Sanitarios. (15 de abril de 2020). Caracterización del municipio de San Juan de Limay, Estelí. http://biblioteca.enacal.com.ni/bibliotec/Libros/enacal/Caracterizaciones/Esteli/SanJuandeLimay.html.

Fernando Álvarez, C. (25 de noviembre de 2020). Informe preliminar de daños materiales de huracanes Eta y Iota presentado al cuerpo diplomático de agencias de cooperación y ONG. Rastreador. https://www.el19digital.com/articulos/ver/titulo:110251-informe-preliminar-de-danos-materiales-de-huracanes-eta-y-iota-presentado-al-cuerpo-diplomatico-agencias-de-cooperacion-y-ong.

Instituto Nacional De Ecología. (2000). La Evaluación del Impacto Ambiental Logros y Retos para el Desarrollo Sustentable 1995-2000. Autoedición. http://centro.paot.org.mx/documentos/ine/eva_impacto_ambiental.pdf.

Norma Técnica 050 21-02 de 2003. [Ministerio de Ambiente y los Recursos Naturales]. Norma Técnica Ambiental para el Aprovechamiento de los Bancos de Material de Préstamo para la Construcción. 09 de julio de 2003. https://www.lagaceta.gob.ni/la-gaceta-n-128-miercoles-09-julio-de-2003/.

Anexos

Leyes derogadas:

A. Ley de Conservación, Protección y Desarrollo de las Riquezas Forestales del País. Decreto 1381

Derogada expresamente por artículo 66 de la “Ley de Conservación, Fomento y Desarrollo Sostenible del Sector Forestal. Ley 462”.

B. Reglamento Forestal. Decreto 45 – 93

Derogado tácitamente por la “Ley de Conservación, Fomento y Desarrollo Sostenible del Sector Forestal. Ley 462”. En esta se establecen nuevas disposiciones sobre el régimen legal para la conservación, fomento y desarrollo sostenible del sector forestal tomando como base fundamental el manejo forestal del bosque natural, el fomento de las plantaciones, la protección, conservación y la restauración de áreas forestales. Por ende el “Reglamento forestal” Es incompatible en su aplicación respecto a la Ley N°. 462 produciéndose por tanto una contradicción normativa entre ambas que fundamenta su derogación tácita.

C. Reglamento de Permiso y Evaluación de Impacto Ambiental

Derogado expresamente por numeral 1 del artículo 37 del “Sistema de Evaluación Ambiental. Decreto Ejecutivo 76 - 2006”.

D. Sistema de evaluación ambiental. Decreto 76 - 2006

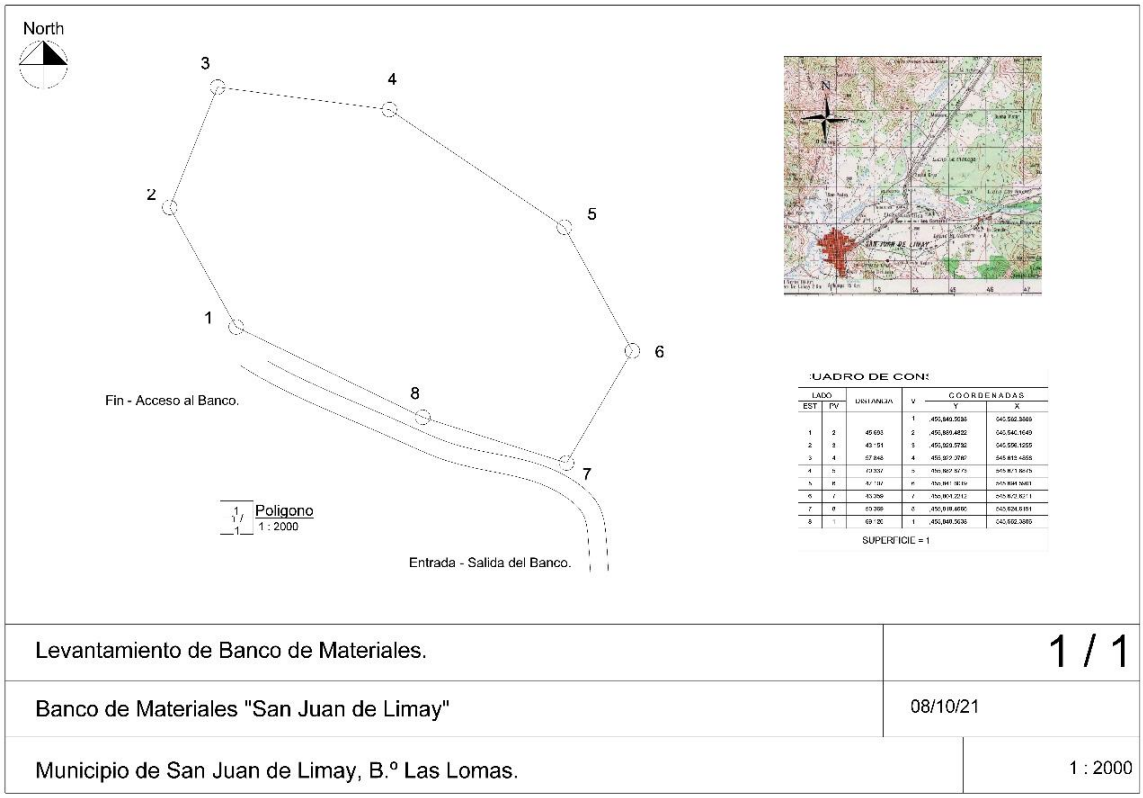
Derogado expresamente por artículo 7 del “Decreto ejecutivo 15 -2017 Actualización del Sistema de evaluación ambiental de permisos y autorizaciones para el uso sostenible de los recursos naturales”.

E. Actualización del Sistema de evaluación ambiental de permisos y autorizaciones para el uso sostenible de los recursos naturales. Decreto ejecutivo 15 -2017

Derogado expresamente por inciso 1 del artículo 102 “Decreto ejecutivo 20 -2017 Sistema de evaluación ambiental de permisos y autorizaciones para el uso sostenible de los recursos naturales”.

Figura 30:

Plano de levantamiento topográfico



Levantamiento de Banco de Materiales.	1 / 1
Banco de Materiales "San Juan de Limay"	08/10/21
Municipio de San Juan de Limay, B.º Las Lomas.	1 : 2000

Figura 31:

Entrada, salida del banco de materiales

Figura 32:

Vegetación existente en el banco de materiales

Figura 33:

Lugar de extracción

Figura 34:

Remoción de la capa vegetal o estéril

Figura 35:

Construcción de caminos internos

Figura 36:

Mantenimiento de accesos

Figura 37:

Corte, carga, acopio y transporte de material