

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA

(UNAN-MANAGUA)

RECINTO UNIVERSITARIO RUBEN DARIO

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS

Departamento de construcción

Ingeniería Civil

Biblioteca Central "Salomón de la Selva"	
UNAN-Managua	
Fecha de ingreso:	17/8/16
Comprado:	Jo + Constru
Precio: C\$ _____	US\$ _____
Registro No.	73827



Trabajo monográfico para optar al Título de Ingeniero Civil.

TEMA

"Análisis de la Calidad del Banco de Agregado Fino Sinacapa en el municipio de Altagracia para la Elaboración de Concreto"

AUTORES:

BR. WILFORD ENMANUEL HERNÁNDEZ AGUIRRE.

BR. JORGE ELISEO POTOY ROSALES.

TUTOR:

ING. OSWALDO RAMÓN BALMACEDA

ASESOR:

MSC. HORACIO ALEJANDRO ULLOA LOPEZ

ING
378.242
Her
2016

Managua, Nicaragua

Julio de 2016

DEDICATORIAS

A DIOS TODO PODEROSO:

Por darme primeramente la vida, fuerzas en mis momentos de flaqueza, bendiciones en mis momentos de escasez, por gobernar mi vida y guiar mis pasos, por haberme dado una familia hermosa y poner amigos sinceros a mí alrededor y por haberme permitido alcanzar esta meta.

A MI ABUELA:

R. del Carmen Hernández Alemán por su amor incondicional, por su apoyo, sus consejos, su disciplina y todo sacrificio que realizo para forjarme, ya que su determinación y trabajo son de inspiración en mi vida y el mayor ejemplo de sacrificio. La amo y agradezco al Señor por su vida.

A MI PADRE

Orión Hernandez por su apoyo incondicional y los consejos brindados para que me convirtiese en un hombre de bien y con metas planteadas.

A MIS HERMANAS (O)

Especialmente a María José Noguera y Wilmara Hernández por estar siempre conmigo en todo momento, y por qué la gracia del Señor siempre ha estado en su vida mostrándome su apoyo en todo.

A MIS TÍOS

Socorro, Antonio, Lucia, Isabel, que en cada momento de mi vida han estado apoyándome y que sus consejos y amor han fortalecido mi vida, igualmente agradezco a mis tíos (a) Rosario y Coronado, ya que fueron de gran apoyo y sin ellos esta meta no sería realidad que Dios los guarde en su Santidad.

A MI CUÑADO

Luis Javier por ser una gran persona, por sus consejos que me han ayudado a alcanzar madures para ser un hombre de bien, en si por el apoyo que me ha brindado en todo momento.

A MIS PRIMOS

Gracias Primos por estar ahí alegrando mi vida y llenando de felicidad cada momento y por todo su apoyo en mi carrera.

A MIS AMIGOS DE LA UNIVERSIDAD

Son muchos y sería difícil mencionarlos a todos, pero sin ustedes no habría logrado terminar mi carrera, gracias por su ayuda, todas esas noches de desvelos y todas las posadas que me brindaron, a ustedes les dedico me trabajo de graduación.

Wilford Hernández Aguirre

DEDICATORIA

Dedico este trabajo monográfico a:

A DIOS

Porque ha sido el ser supremo a quien debo y agradezco todo en mi vida y quien ha sido el principal autor para poder concluir este trabajo monográfico.

A MIS PADRES Y HERMANOS: Vicente Potoy, Candelaria Rosales, Darly Potoy, Alma Ruth Potoy y Daniel Potoy.

Por su apoyo incondicional durante estos años de estudios, por estar en sus oraciones, por darme ánimos para seguir adelante. Estas personas son las responsables de formarme con los mejores valores y hábitos.

A PERSONAS ESPECIALES

Concepción Potoy y Jaime Potoy, personas que sin compromiso alguno fueron de vital importancia para haber logrado esta meta.

Gracias....

Jorge Eliseo Potoy Rosales

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo investigativo es el resultado del esfuerzo de muchas personas e institución sin las cual no hubiese sido posible la finalización de este trabajo, por tal razón le agradecemos en especial a:

Ing. Oswaldo Balmaceda el tutor de esta investigación, por su paciencia, disposición y por todo el tiempo que dedico.

Nuestros padres por estar siempre dispuesto a brindarnos su apoyo incondicional.

Departamento de Construcción y a todo su personal docente por trasmitirnos los conocimientos durante toda la carrera para poder optar a ser ingeniero.

Departamento de Becas por habernos dado los beneficios de ser becado interno todo este tiempo, especialmente a Msc. Gerardo Mendoza y al Ing. Sergio Ramírez Lanzas.

Instituto de Geología y Geofísica IGG – CIGEO UNAN – Managua y su personal por su apoyo, en especial a: Msc. Horacio Alejandro Ulloa López por habernos asesorado técnicamente a lo largo de esta monografía y al técnico Francisco Vásquez.

Nuestros compañeros y amigos de la carrera de ingeniería civil especialmente a Reynaldo Mejía por su disponibilidad y apoyo durante todo este tiempo, gracias.

Contenido

1	ASPECTOS INTRODUCTORIOS	
1.1.	Introducción	1
1.2.	Planteamiento del problema.....	2
1.3.	Justificación	3
1.4.	Limitantes	4
1.5	Objetivos.....	5
1.5.1	Objetivo general	5
1.5.2	Objetivo específicos	5
1.6	Diseño Metodológico.....	6
1.6.1	Tipo de investigación	6
1.6.2	Tiempo de ejecución.....	6
1.6.3	Universo	6
1.6.4	Muestra	6
2	MARCO TEÓRICO	
2.1	Generalidades de la zona	7
2.2	Levantamiento topográfico	8
2.2.1	Estimación de volumen útil con Google Earth, Global Mapper y CivilCAD). 9	
2.3	Agregados para concreto.....	10
2.4	Función de los agregados.....	11
2.5	Clasificación general de los agregados	11
2.6	Fundamentos del concreto	13
2.6.1	Características, ensayos de los agregados y pruebas en el concreto.	14
2.7	Estudio de impacto ambiental en el banco de agregado fino.....	21
2.7.1	Constitución Política de Nicaragua y sus reformas.	22
2.7.2	Criterios ambientales	23
2.7.3	Parámetros de diseño de una cantera.....	23
3	DESCRIPCION DEL SITIO EN ESTUDIO	
3.1	Localización del banco de material de agregado fino (arena) Sinacapa.....	25
3.2	Descripción del banco de agregado fino.....	26
3.3	Localización del banco de agregado grueso utilizado en el diseño del concreto... 28	
3.4	Descripción del banco de agregado grueso.....	29

3.5	Diagnóstico ambiental del área del banco de agregado fino Sinacapa.	29
3.5.1	Clima	29
3.5.2	Temperatura.....	29
3.5.3	Precipitación.....	29
3.5.4	Geología	30
3.5.5	Medio Biótico.....	31
4	DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS Y PROCEDIMIENTOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS	
4.1	Muestreo del banco de material	35
4.2	Calculo del volumen útil aprovechable del banco de agregados finos.....	38
4.3	Pruebas de laboratorios	39
4.3.1	Cuarteo:	40
4.3.2	Determinación de los Pesos Unitarios Secos Suelos y Secos Compactos de los Agregados (arena). (ASTM C 29)	40
4.3.3	Contenido de humedad de los agregados. (ASTM C 566-84).....	42
4.3.4	Gravedad específica y porcentaje de absorción de la arena. ASTM C 128....	43
4.3.5	Gravedad específica y porcentaje de absorción del agregado grueso (grava). (ASTM C 127).....	44
4.3.6	Granulometría del agregado fino. (ASTM C 136)	46
4.3.7	Granulometría del agregado grueso (grava)	47
4.3.8	Determinación a la resistencia al desgaste por cargas abrasivas, métodos de la máquina de los ángeles del agregado grueso. (ASTM C 131).	48
4.3.9	Diseño de mezcla de concreto.	49
4.3.10	Método estándar para la prueba de revenimiento en el concreto de cemento portland. (ASTM C 143).	55
4.3.11	Dosificación y fabricación de mezclas de concreto.....	56
4.3.12	Preparación y curado de especímenes para los ensayos de compresión.....	57
4.3.13	Determinación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto. ...	58
4.4	Propuesta de explotación del banco Sinacapa.	59
4.4.1	Delimitación física del predio.....	59
4.4.2	Zona de protección	59
4.4.3	Reubicación de los caminos de acceso	59
4.4.4	Destape	60
4.4.5	Señalamientos.....	60

4.4.6	Extracción y diseño de explotación	61
4.4.7	Transporte del material.....	63
4.4.8	Combustibles y lubricantes.....	64
4.4.9	Mantenimiento de unidades y equipo.....	64
4.4.10	Evaluación de impactos ambientales.....	64
5	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	
5.1	Volumen útil.	66
5.1.1	Vidal útil del banco.	66
5.2	Resultados de laboratorios y análisis respectivo en base a la teoría.....	67
5.2.1	Análisis e interpretación de resultados del agregado fino.	67
5.2.2	Agrupación de sondeos con características semejantes.....	83
5.2.3	Análisis e interpretación de resultados del agregado grueso.....	86
5.3	Resultados de los ensayos a compresión del concreto.....	87
5.4	Matrices de evaluación del impacto ambiental en el banco de agregado fino.....	91
5.4.1	Matrices de avaluación del impacto ambiental sin medidas de mitigación....	91
5.4.2	Matrices de avaluación del impacto ambiental con medidas de mitigación...	97
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	103
7	ANEXOS.....	106
8	BIBLIOGRAFÍA.....	119

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Bancos de materiales del municipio de Altagracia. Fuente (Plan Ambiental Municipal, 2010)	7
Tabla 2.2. Características y ensayos de los agregados. Fuente Propia.	14
Tabla 2.3. Densidades de los suelos	15
Tabla 2.4. Límites de los agregados finos según granulometría.	16
Tabla 2.5. Clasificación de la arena por su módulo de finura	17
Tabla 2.6. Límites de sustancias deletreas en agregado.	17
Tabla 2.7. Requerimiento de graduación para agregado grueso.....	18
Tabla 2.8. Ensayos realizados en el Concreto..	20
Tabla 2.9. Leyes generales, Decretos Ejecutivos y Normativas.....	22
Tabla 3.1. Coordenadas de los sondeos realizados.....	27
Tabla 3.2. Especies forestales encontradas en el área de estudio.	31
Tabla 3.3. Especies de aves encontradas en el área del proyecto.	32
Tabla 3.4. Serpientes presentes en el área del proyecto.	33
Tabla 3.5. Especies varias en el área del proyecto.	34
Tabla 4.1. Informe de los sondeos realizados en el banco material Sinacapa.....	36
Tabla 4.2. Informe de los sondeos realizados en el banco material Sinacapa parte media del Cerro	37
Tabla 4.3. Informe de los sondeos realizados en el banco material Sinacapa Cima del Cerro.	37
Tabla 4.4. Características de los agregados para la fabricación del concreto.	49
Tabla 4.5. Revenimientos Máximos y Mínimos de acuerdo al tipo de construcción.....	49
Tabla 4.6. Cantidad de agua de diseño y cantidad de aire. Fuente (Huanca, 2006).....	50
Tabla 4.7. Relación agua-cemento.	50
Tabla 4.8. Volumen del agregado grueso varillado en seco.....	52
Tabla 5.1. Resultados de los laboratorios del sondeo 1.....	67
Tabla 5.2. Resultados de los laboratorios del sondeo 2.....	69
Tabla 5.3. Resultados de los laboratorios del sondeo 3.....	70
Tabla 5.4. Resultado de los laboratorios del sondeo 4	71
Tabla 5.5. Resultados de los laboratorios del sondeo 5.....	72
Tabla 5.6. Resultados de los laboratorios del sondeo 6.....	73
Tabla 5.7. Resumen de laboratorios del sondeo 7.	74
Tabla 5.8. Resumen de laboratorios del sondeo 8.	75
Tabla 5.9. Resumen de laboratorios del sondeo 9.	76
Tabla 5.10. Resumen de laboratorios del sondeo 10.	77
Tabla 5.11. Resumen de laboratorios del sondeo 11.	78
Tabla 5.12. Resumen de laboratorios del sondeo 12	79
Tabla 5.13. Resumen de laboratorios del sondeo 13.	80
Tabla 5.14. Resumen de laboratorios del sondeo 14.	81
Tabla 5.15. Resumen de laboratorios del sondeo 15.	82
Tabla 5.16. Resultados de los laboratorios de la arena mezclada.....	84

Tabla 5.17. Tabla resumen de los laboratorios del agregado grueso.....	86
Tabla 5.18. Resultados de ensayos a compresión del concreto.....	87
Tabla 5.19. Matriz de importancia de impactos negativos.....	91
Tabla 5.20. Matriz para la valoración de los impactos negativos. Sin medidas de mitigación.	92
Tabla 5.21. Matriz de importancia de los impactos negativos. Sin medidas de mitigación.	96
Tabla 5.22. Matriz para la valoración de los impactos negativos. Con medidas de mitigación	97
Tabla 5.23. Matriz de importancia de los impactos negativos. Con medidas de mitigación.	101

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Curva Granulométrica de los agregados finos.	16
Figura 2.2. Parámetros geométricos de configuración de diseño en excavaciones.....	23
Figura 3.1. Macro localización del sitio. Fuente propia.....	25
Figura 3.2. Sondeos realizados en el banco de arena Sinacapa.....	27
Figura 3.3. Banco de agregado grueso Erling Cuadra.....	28
Figura 3.4. Aves presentes en el área del proyecto.	33
Figura 3.5. Serpientes presentes en el área del proyecto.	34
Figura 3.6. Especies varias en el área del proyecto.	34
Figura 4.1. a) Muestreo del banco Sinacapa a cielo abierto. b). Calicata de extracción de muestra	35
Figura 4.2. Delimitación del área correspondiente del banco Sinacapa.....	38
Figura 4.3. a) Caída del material al molde. b) Enrasado del material.	41
Figura 4.4. a) Ensayo PVSC Envarillado. b) Ensayo PVSC enrasado del material.....	42
Figura 4.5. a) Peso húmedo del agregado. b) Muestra en horno a temperatura $110\pm 5^{\circ}\text{C}$	43
Figura 4.6. Ensayo de gravedad específica expulsión de aire	44
Figura 4.7. Gravedad específica de la grava, peso de la muestra sumergida	46
Figura 4.8. Análisis granulométrico, muestra en el tamizador mecánico.....	47
Figura 4.9. Granulometría del agregado grueso.	47
Figura 4.10. Máquina de los ángeles, resistencia al desgaste por cargas abrasivas.	48
Figura 4.11. a) Retirando el molde del concreto. b) Lectura del revenimiento.....	56
Figura 4.12. a) Mezclado de los agregados. b) Colocación de agua en el centro del volcán.	57
Figura 4.13. Elaboración de concreto: Golpes con mazo de hule, Envarillado y enrasado de la mezcla.	58
Figura 4.14. Equipos para obtener la resistencia del concreto	58
Figura 5.1. Área delimitada por las arenas agrupados.....	83
Figura 5.2. a) Lectura de concreto a los 7 días de edad. b) Ruptura del espécimen de concreto.	87

Figura 5.3. a) Lectura de concreto a los 14 días de edad. b) Ruptura del espécimen de concreto. 88

Figura 5.4. Concreto a compresión hidráulica, lectura de resistencia y ruptura del espécimen. 89



1 ASPECTOS INTRODUCTORIOS

1.1. Introducción

Es preciso para el país contar con un banco de datos del cual tanto las empresas dedicadas a las construcciones, así como también las instituciones que controlan esta actividad; puedan tomar datos referenciales de la calidad de materiales existentes en sus distintas regiones. La implementación de investigaciones orientadas a lograr lo anterior, es sin duda un avance en el área de la construcción en Nicaragua, tomando en cuenta que la vida útil de las obras depende fundamentalmente de la calidad de los materiales con los que se realizan estos proyectos.

En el departamento de Rivas, principalmente en el municipio de Altagracia las construcciones de concreto han tenido incremento en los últimos años y debido a la falta de conocimiento de las características en los materiales empleados, se utilizan ignorando sus propiedades por tanto los efectos que puede causar; sin embargo sabemos que el manejo de ello es de mucha importancia, ya que estas características son los indicadores que de manera cualitativa y cuantitativa determinan su futuro comportamiento al ser usados en una obra civil. Entre estos materiales de construcción se encuentran los agregados pétreos finos y gruesos.

Existen normas que determinan y cuantifican la calidad de la grava y arena, bajo ciertos efectos físicos y mecánicos. Dentro de estas normas se encuentran las Pruebas Estándar Americanas para Materiales (ASTM por sus siglas en inglés), que son pruebas que se han desarrollado desde los años 80 y que se les realizan a diferentes materiales (no precisamente de construcción) para estandarizar resultados y establecer límites de calidad.

En el actual trabajo de investigación se desarrolla el estudio de diversas características Físicas y mecánicas, a los agregados pétreos de la cantera Sinacapa y Erling Cuadra, por ser de mayor trayectoria como banco de material para constructores y por su volumen de explotación han sido seleccionados para ser evaluados a través de las normas ASTM las cuales rigen los procedimientos para ensayarlos, así como también el conocer la calidad de estos, para lograr

una idea generalizada de cuál será el Comportamiento dentro de una pasta de concreto y la calidad final que pueda presentar en una obra civil.

Por otra parte, y no menos importante este trabajo también tiene la orientación de describir los posibles impactos ambientales que se generen en el proceso de explotación del banco de agregado fino y establecer algunas medidas y alternativas de mitigación que permitan mejorar la trabajabilidad y la armonía con el medio ambiente.

El estudio de estos bancos para agregado servirá de consulta a empresas o identidades constructoras que desarrollen proyectos de obras civiles en las zonas donde distribuyen su material, resultando de mucha importancia dado que son los principales proveedores de material en Ometepe.

1.2. Planteamiento del problema

Las obras civiles construidas a base de concreto son las predominantes en nuestro medio, por lo tanto, la calidad y economía final de este; es el motivo principal para el conocimiento de su comportamiento como una pasta homogénea, así como interesa de igual manera el estudio del material llenante, como lo son la arena y grava.

Las normas ASTM estandarizan diferentes ensayos que permiten conocer el comportamiento físico y mecánico de los agregados, especificando la calidad de cada uno de ellos para su posterior utilización en una obra.

En Ometepe principalmente en el municipio de Altagracia no hay registros de estudios que se centren únicamente en los agregados, ya que cada empresa constructora que oferta un proyecto, determina los ensayos correspondiente a realizar dependiendo de la obra a construir, lo que puede indicar una predisposición a resultados a obtener, así como una guía limitadas de datos finales en los cuales no se encuentran un numero de datos suficientes, para tomar decisiones acerca de los agregados con respecto a sus características físicas y mecánicas. Todo lo anterior explica porque investigaciones centrados a estos no se desarrollan.

En las investigaciones a concretos tanto en sus propiedades y características propias; indirectamente relacionan a los agregados, pero no lo toman como un material que pueda definir la calidad. Donde la calidad final de un concreto es de suma importancia para los constructores interesados en ofertar una obra, por lo que esta tiene que cumplir con los rigores de funcionalidad, durabilidad, seguridad y economía. Allí radica la importancia de conocer el comportamiento de los agregados que formaran parte de la masa de concreto.

1.3. Justificación

La caracterización de los bancos de materiales que se utilizan en Nicaragua para la construcción es un tema casi inexistente a nuestra realidad, son escasos los bancos con dichos estudios realizados y de los que tenemos conocimientos que se han caracterizado para ver sus efectos como tales en una obra de construcción civil, la mayoría se encuentran ubicados en el departamento de Managua.

En la actualidad los bancos de agregados presentes en Ometepe son utilizados sin conocimiento alguno de sus propiedades; no obstante, la utilización de estos para concreto en obras verticales, así como base y sub-base en obras horizontales ha aumentado considerablemente.

Sin embargo, es de nuestro conocimiento que los agregados son un componente dinámico dentro de la mezcla de concreto y puesto que forman la mayor parte del volumen del material se consideran componentes críticos en el concreto por tanto tienen un efecto significativo en el comportamiento de las estructuras.

La necesidad de contar con un concreto de calidad hace indispensable conocer a detalle sus componentes, ya que tanto la resistencia como la durabilidad dependen de las propiedades físicas y mecánicas de ellos, especialmente de los agregados, pero uno de los problemas que generalmente encuentran los ingenieros y constructores al emplear concreto, es la poca verificación de las características de los agregados pétreos que utilizan, he allí la necesidad de contar cada vez más con estudios que orienten a la caracterización de bancos de agregados.

El objetivo del presente trabajo es realizar un resumen de las propiedades físicas y mecánicas de los bancos de arena y grava a estudiar, todo para hacer más fácil el trabajo de elegir que agregado es el más útil para el concreto que deseamos crear y proporcionamiento más adecuado.

1.4. Limitantes

- Las extracciones de muestras con ensayos de penetración estándar resultan demasiado costosos debido al alquiler y traslado de maquinaria al sitio estudiado, por lo tanto, las extracciones de las muestras se realizaron por medio de calicatas.

- Se elaboraron propuestas de mitigación en impactos ambientales y no el diseño de obras ingenieriles para la explotación del banco.

- Debido a la falta de equipos y sustancia no se realizó el ensayo de impurezas orgánicas del agregado fino.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Analizar la calidad del banco de agregado fino Sinacapa para la elaboración de concreto, ubicado en el departamento de Rivas, municipio Altagracia.

1.5.2 Objetivo específicos

- Recopilar información concerniente al aprovechamiento del banco.

- Estimar el volumen útil del banco por medio Google Earth, Global Mapper y CivilCAD.

- Determinar las propiedades físicas y mecánicas de los agregados mediante ensayos de laboratorios.

- Establecer una proporción para un concreto de 3600 PSI usando materiales locales.

- Evaluar la calidad de los agregados para su utilización en la elaboración de concreto partiendo de los resultados obtenidos en los laboratorios, considerando las especificaciones técnicas y normas establecidas.

- Describir los posibles impactos ambientales que se generen en el proceso de explotación del banco de agregado fino.

1.6 Diseño Metodológico

1.6.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación es experimental, porque se realiza un análisis para conocer el uso adecuado de estos materiales en las construcciones de tipo vertical mediante los ensayos de laboratorio estos comparándolos con las normas y especificaciones establecidas.

1.6.2 Tiempo de ejecución

La investigación se desarrolló en un periodo de diez meses que fueron distribuidos de esta forma: recopilación de información un mes, visitas de campos una semana, recolección de muestra una semana, estudios de laboratorios tres meses y medios, análisis de resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio tres meses y dos meses de revisión de documento.

1.6.3 Universo

El universo para determinar los materiales que cumplan satisfactoriamente para obras verticales será el estudio de suelo al banco de arena.

1.6.4 Muestra

Las muestras serán el material extraído del banco de agregados fino. Se extrajeron un total de quince muestras, cinco de la base del cerro (banco de estudio), cinco de la parte media y cinco de la cima.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Generalidades de la zona

Altagracia por estar ubicada en las laderas de los volcanes Concepción y Maderas posee grandes yacimiento de arena y piedras de origen volcánicos, los que aún no se han cuantificados, así como su perímetro que está formada por costas que en su mayoría presentan distintos tipos de arena y rocas, aptas para la construcción pero debido a que la isla de Ometepe es reserva de biosfera no es posible el aprovechamiento para su conservación, sin embargo existe la posibilidad de aprovechamiento en pequeñas cantidades para la población de escasos recursos en lo que respecta a la zona del volcán Maderas.

En la zona del volcán Concepción el recurso piedra y arena volcánica si es aprovechada en su totalidad por los pobladores gracias a la abundancia de estos recursos, también se ha utilizado en la construcción de carreteras adoquinadas, aeropuerto, hoteles, vivienda, muelles, etc. Los lugares donde podemos encontrar arena volcánica son en Sinacapa, La Chirca y los Ramos.

A continuación, se presentan los distintos bancos de materiales que se encuentran en el municipio de Altagracia, ver tabla 2.1.

Tabla 2.1. Bancos de materiales del municipio de Altagracia. Fuente (Plan Ambiental Municipal, 2010)

Lugar	Descripción del recurso mineral	Altura (msnm)	Ubicación (x,y) GPS
La esperanza (los Ramos)	Banco de extracción de tierra.	127	0649614, 1270888
La esperanza (los Ramos)	Banco de barros para ladrillos	165	0650000, 1271729
Sinacapa (los Ramos)	Banco de arenón, arena y tierra.	115	0650062,1271014
Erling Cuadra(Los Ramos)	Banco de piedras(usada como pedrín)	112	
Zona de deslave (los ramos)	Banco de piedras y arenas	184	0651589, 1272409
Urbaite	Banco de piedras(usada como pedrín)	216	0653299, 1273534
Sintiope	Banco de hormigón rojo	149	0654294, 1274798

Lugar	Descripción del recurso mineral	Altura (msnm)	Ubicación GPS (x,y)
Lugar	Descripción del recurso mineral	Altura (msnm)	Ubicación GPS (x,y)
El rincón (Altagracia)	Banco de extracción de piedras		
Pull	Banco de arcilla para elaborar cerámica		
San José del norte	Banco de hormigón rojo		650229.67, 1279433.07

2.2 Levantamiento topográfico

Un levantamiento topográfico consiste, en esencia, en la realización de las operaciones necesarias para determinar la posición de una serie de puntos del terreno respecto de un sistema de referencia previamente establecido y su posterior representación gráfica. Los levantamientos topográficos pueden ser:

- Planímetros, cuando se determina solo la situación de los puntos en el plano horizontal mediante la obtención de sus coordenadas (x, y) respecto del sistema de referencia previamente establecido. La parte de la topografía que desarrolla los métodos y procesos adecuados se denomina planimetría.
- Altimétricos, cuando se determina solo la altura de los puntos sobre el plano de comparación, mediante el cálculo de las respectivas cotas (z). la parte de la topografía que desarrolla los métodos y procesos adecuados se denomina altimetría.
- Taquimétricos, cuando se determina simultáneamente las coordenadas planas de los puntos y sus cotas respectivas. La parte de la topografía que desarrolla los métodos y procesos adecuados se denomina taquimetría.

En el presente trabajo el levantamiento que se desarrollo fue taquimétrico, ya que se necesitaba determinar la poligonal del área útil y las curvas de nivel para calcular su volumen para ubicar las coordenadas de cada sondeo se usó un receptor de GPS manual Garmin (UTM, WGS 84) con precisión de ± 5 m. El levantamiento general del banco fue facilitado por la alcaldía municipal de Altagracia.

2.2.1 Estimación de volumen útil con Google Earth, Global Mapper y CivilCAD)

Google Earth es un programa informático que muestra un globo virtual que permite visualizar múltiple cartografía, con base en la fotografía satelital.

El mapa de Google Earth está compuesto por una superposición de imágenes obtenidas por imágenes satelitales, fotografías aéreas, información geográfica proveniente de modelos de datos SIG (conjunto de herramientas que integra y relaciona diversos componentes, usuarios, hardware, software, procesos) que permiten la organización, almacenamiento, manipulación, análisis y modelización de grandes cantidades de datos procedentes del mundo real que están vinculados a una referencia espacial, facilitando la incorporación de aspectos geográficos, sociales-culturales, económicos y ambientales que conducen a la toma de decisiones de una manera más eficaz.

Por otro lado, tenemos CivilCAD un programa de diseño asistido por ordenadores más utilizados en los ámbitos científicos, técnicos, creativos y artísticos, al punto tal de transformarse en una competencia básica para el desarrollo de estas actividades a nivel profesional, con este programa ingenieros y arquitectos son capaces de desarrollar proyectos y planos acordes con las demandas y las necesidades, en este caso se obtendrán datos topográficos que nos ayuden a completar nuestros objetivos.

CivilCAD es una instancia formativa que tendrá una importancia trascendental para la ejecución de lo planteado. En este sentido, vale la pena destacar que quienes conozcan el programa a la perfección, serán capaces de crear proyectos únicos de diseño industrial, gráfico y de interiores con el programa más utilizado en el ámbito profesional.

Sistema de coordenadas UTM con Datum WGS 84 El WGS84 es un sistema de coordenadas geográficas mundial que permite localizar cualquier punto de la Tierra (sin necesitar otro de referencia) por medio de tres unidades dadas. WGS84 son las siglas en inglés de World Geodetic System 84 (que significa Sistema Geodésico Mundial 1984).

El Sistema Geodésico Mundial es un estándar para su uso en la cartografía, geodesia y navegación.

Cuenta con un estándar de coordenadas de la Tierra, un estándar de referencia de la superficie esférica (el dato o elipsoide de referencia) para los datos de altitud primas, y una superficie equipotencial gravitacional (el geoide) que define el nivel del mar nominal.

El origen de coordenadas de WGS 84 está destinado a ser ubicado en el centro de la masa de la Tierra, se cree que el error es menos de 2 cm.

Los datum más comunes en las diferentes zonas geográficas son los siguientes:

- ✓ América del Norte: NAD27, NAD83 y WGS84
- ✓ Brasil: SAD 69/IBGE
- ✓ España: ED50

El datum WGS84, que es casi idéntico al NAD83 utilizado en América del Norte, es el único sistema de referencia mundial utilizado hoy en día. Es el datum estándar por defecto para coordenadas en los dispositivos GPS comerciales. Los usuarios de GPS deber verificar el datum utilizado ya que un error puede suponer una traslación de las coordenadas de varios cientos de metros.

2.3 Agregados para concreto

Los agregados son definidos en el documento ACI –116 (Terminología del Cemento y del Concreto), como materiales granulares tales como arena, grava, roca triturada, concreto hidráulico reciclado o escoria de alto horno, que varían de unas cuantas micras hasta un tamaño especificado y se usan junto con un medio cementante hidráulico para producir ya sea concreto o mortero.

La razón principal para utilizar agregados dentro del concreto, es que éstos actúan como material de relleno, haciendo más económica la mezcla. Los agregados, en combinación con la pasta fraguada, proporcionan parte de la resistencia del concreto.

Cuando la mezcla de concreto pasa del estado plástico al estado endurecido durante el proceso de fraguado, los agregados controlan los cambios volumétricos de la pasta evitando que se generen agrietamientos por retracción plástica, los cuales pueden afectar la resistencia del concreto.

2.4 Función de los agregados

Entre las funciones principales de los agregados, se pueden señalar las siguientes:

- ✓ En la pasta, forman una unión de tal manera que se genera una superficie de adherencia que disminuye los cambios de volumen y se disminuye el volumen total que puede sufrir contracción.
- ✓ Proveen una masa de partículas aptas para resistir la acción de cargas aplicadas, abrasión, paso de humedad y acción climática.
- ✓ Son un relleno relativamente económico para el material cementante, si se toma en cuenta que los agregados son más económicos que el cemento.
- ✓ Reducen los cambios de volumen resultantes de los procesos de fraguado y endurecimiento, así como los cambios de humedad en la pasta de cemento.
- ✓ En estado plástico, el agregado fino (arena) y la pasta actúan como lubricantes de las partículas más gruesas para que el concreto pueda ser mezclado, transportado, colocado, compactado y terminado en forma adecuada.
- ✓ Aportan parte de la resistencia propia a la resistencia a la compresión del concreto.

2.5 Clasificación general de los agregados

La clasificación general de los agregados se puede realizar por:

- ✓ Su origen.
- ✓ El modo de fragmentación.
- ✓ El tamaño de sus partículas.

Por su origen

Los agregados para concreto, son una mezcla de rocas y minerales. Un mineral es una sustancia sólida natural que tiene una estructura interna ordenada. Las rocas que dependiendo de su origen se pueden clasificar como ígneas, sedimentarias o metamórficas, se componen generalmente de varios minerales, por ejemplo, el granito que contiene cuarzo, feldespato, mica y otros.

- ✓ Rocas ígneas.
- ✓ Rocas sedimentarias.
- ✓ Rocas metamórficas.

Por el modo de fragmentación

Por el método de fragmentación, los agregados se clasifican en:

- ✓ Naturales.
- ✓ Manufacturados.
- ✓ Mixtos.

Por el tamaño de las partículas

Los agregados se dividen por el tamaño de sus partículas en dos grandes categorías:

- ✓ Agregado Fino

El término agregado fino (arena), se refiere a partículas de agregado menores de 4.75 mm, pero mayores de 75 micras (malla No. 200), y resulta de la desintegración natural y de la abrasión de la roca o del procesamiento de trituración de piedra.

- ✓ Agregado Grueso

El agregado grueso (grava), se refiere a partículas de agregado mayores de 4.75 mm (malla No. 4).

Los agregados deben cumplir con ciertas reglas para darles un uso ingenieril óptimo:

- ✓ Deben consistir en partículas durables.
- ✓ Limpias.
- ✓ Duras.
- ✓ Resistentes.
- ✓ Libres de productos químicos absorbidos, arcilla u otros materiales que afecten la hidratación y adherencia a la pasta de cemento.

Las partículas de agregados que sean desmenuzables o susceptibles de resquebrajarse no se deben usar en la elaboración de concreto o que contengan cantidades apreciables de esquisto de materiales suaves y porosos, por tener baja resistencia al intemperismo y pueden causar defectos en la superficie del concreto.

Los agregados de peso normal, como arena, grava o piedra triturada deben cumplir los requisitos de la norma **ASTM C 33 - 03** (Especificaciones estándar de agregados para concreto), la cual limita las cantidades permisibles de sustancias deletéreas e indica las características a cumplir por los agregados empleados en la fabricación del concreto. No obstante, los agregados que satisfagan los requisitos de la norma **ASTM C 33 - 03**, no garantiza un concreto libre de defectos.

2.6 Fundamentos del concreto

El concreto es básicamente una mezcla de dos componentes: agregados y pasta. La pasta, compuesta de cemento y agua, une los agregados, normalmente arena y grava creando una masa similar a una roca. Esto ocurre por endurecimiento de la pasta en consecuencia de la reacción química del cemento con el agua. (Steven H, 2004).

La pasta se compone de materiales semejantes, agua y aire atrapado o aire incluido; constituye aproximadamente del 25 por ciento hasta el 40% del volumen total del concreto.

Los agregados constituyen aproximadamente del 60 % al 75 % del volumen total del concreto y (70% a 85% de la masa) e influyen fuertemente en las propiedades tanto en el estado fresco como endurecido, en las proporciones de la mezcla y en la economía del concreto, por ello su selección es muy importante.

Los agregados deben de componerse de partículas con resistencia mecánica adecuada y con resistencia a las condiciones de exposición y no deben de contener materiales que pueden causar deterioración del concreto. La granulometría continua de tamaños de partículas es deseable para el uso eficiente de la pasta; por lo tanto ante la ausencia de registro de

desempeño se deben de ensayar los agregados antes que se usen en el concreto (Steven H, 2004).

2.6.1 Características, ensayos de los agregados y pruebas en el concreto.

Las características más importantes de los agregados para concreto se presentan en las tablas 2.2.

Tabla 2.2. Características y ensayos de los agregados. Fuente Propia.

Características	Importancia	Designación
Pesos unitarios secos sueltos y secos compactos.	Cálculos del diseño de las mezcla, clasificación.	ASTM C 29
Contenido de humedad	Control de la calidad del concreto	ASTM C 566-84
gravedad específica y porcentaje de absorción agregados gruesos y finos.	Calculo del diseño de la mezcla.	ASTM C 128- ASTM C 127
Análisis granulométrico de los agregados gruesos y finos.	Trabajabilidad del concreto y economía.	ASTM C 136
Resistencia al desgaste por cargas abrasivas.	Índice de la calidad del agregado.	ASTM C 131

Pesos volumétricos: el peso volumétrico de un agregado es la masa o el peso del agregado necesario para llenar un recipiente con un volumen unitario especificado. El volumen que se refiere aquí es aquel ocupado por los agregados y por los vacíos entre las partículas de agregados.

La densidad suelta aproximado del agregado comúnmente usado en el concreto de peso normal varia de 1200 a 1750 Kg/m³. La cantidad de vacíos entre las partículas afecta la demanda de pasta en el diseño de la mezcla (Steven H, 2004)

Contenido máximo de humedad: El contenido máximo de humedad del agregado grueso es normalmente menor que aquel del agregado fino. La mayoría de los agregados finos pueden mantener un contenido máximo de

Humedad cerca de 3% al 8% mientras que el agregado grueso puede mantener del 1% al 6% (Steven H, 2004)

Gravedad específica: La gravedad específica de un agregado es la relación entre su masa y la masa de agua con el mismo volumen absoluto, se les usa en cálculos de proporcionamiento y control de mezcla tales como el volumen ocupado por el agregado en el método del volumen absoluto de diseño de mezcla. La mayoría de los agregados naturales tienen gravedades que varían de 2.4 a 2.9. Los agregados gruesos y finos tienen niveles de absorción que varían del 0.2 % al 4% y del 0.2% al 2% respectivamente. (Steven H, 2004)

La densidad de los suelos varía comúnmente entre los siguientes valores, ver tabla 2.3:

Tabla 2.3. Densidades de los suelos. Fuente: (Prácticas de laboratorios de mecánica de suelo. UNI.)

Tipo de suelo	GS
Suelos de origen volcánicos	2.20 a 2.50
Suelos orgánicos	2.50 a 2.65
Arenas y gravas	2.65 a 2.67
Arenas limosas	2.67 a 2.70
Limos inorgánicos	2.70 a 2.72
Arcillas poco plásticas	2.72 a 2.78
Arcillas medianamente plásticas y muy plásticas	2.78 a 2.84
Arcillas expansivas	2.84 a 2.88
Suelos con abundante hierro	3

Agregado fino

Granulometría: La granulometría es la distribución del tamaño de las partículas de un agregado, que se determina a través del análisis de los tamices (cedazos, cribas). El tamaño

de las partículas del agregado se determina por medio de tamices de mallas de alambre con aberturas cuadradas. Los tamices normalizados para el agregado fino tienen aberturas que varían de 150 μm a 9.5 mm, tabla 2.4.

Tabla 2.4. Límites de los agregados finos según granulometría. Fuente (ASTM VOL 004-03)

Tamiz	Porcentaje que pasa
3/8" (9.5 mm)	100 %
No. 4 (4.75mm)	95 a 100 %
No. 8 (2.36 mm)	80 a 100 %
No. 16 (1.18 mm)	50 a 85 %
No. 30 (600 μm)	25 a 60 %
No. 50 (300 μm)	10 a 30 %
No. 100 (150 μm)	2 a 10 %
No. 200	0 a 2%

Curva Granulométrica

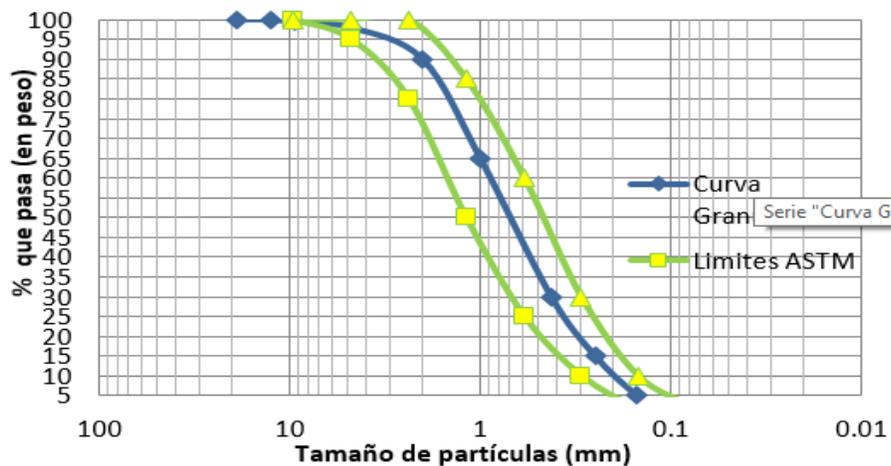


Figura 2.1. Curva Granulométrica de los agregados finos.

El módulo de finura del agregado fino, es el índice aproximado que nos describe en forma rápida y breve la proporción de finos o de gruesos que se tiene en las partículas que lo constituyen.

El módulo de finura de la arena se calcula sumando los porcentajes acumulados en las mallas siguientes: Numero 4, 8, 16, 30, 50 y 100 inclusive y dividiendo el total entre cien.

Es un indicador de la finura de un agregado: cuanto mayor sea el módulo de finura, más grueso es el agregado.

El agregado fino no deberá tener más de 45 por ciento retenido entre 2 tamices consecutivos y su módulo de finura deberá estar entre 2.3 y 3.1. En la tabla 2.5 se muestra los rangos de módulos de finura que pueden tener las arenas.

Tabla 2.5. Clasificación de la arena por su módulo de finura. Fuente. (Gaitán)

Tipo de arena	Módulo de finura
Gruesa	2.90 – 3.20
Media	2.20 – 2.90
Fina	1.50 – 2.2
Muy fina	1.5

Sustancias perjudiciales.

La cantidad de sustancias perjudiciales en el agregado fino no excederá los límites de la tabla 2.6.

Tabla 2.6. Límites de sustancias deletras en agregado. Fuente. (ASTM VOL 004-03)

Sustancia	Porcentaje máximo en peso del total de la muestra.
-Arcilla y partículas disgregadas	3.0
-Material más fino que el tamiz 200 (75µm)	
Concreto sujeto a abrasión	3.0 ^A
Cualquier otro concreto	5.0 ^A
-Carbón y lignito:	
Cuando la presencia de concreto es de importancia	0.5
Cualquier otro concreto	1.0

En el caso de arena manufacturada (A), si el material más fino que el tamiz 200 consiste en polvo de fractura, esencialmente libre de arcilla o esquisto, estos límites pueden incrementarse en 5 y 7 % respectivamente.

Impurezas orgánicas

El agregado fino deberá estar libre de impurezas orgánicas a excepción de los límites presentados en la tabla 2.7, los agregados sujetos a la prueba de impurezas orgánicas y que produzcan un color más oscuro que el habitual deberán ser rechazados, a no ser que cumplan algunas de las condiciones siguientes:

- Puede usarse un agregado fino que no haya cumplido con el ensayo, si se comprueba que la decoloración se produjo debido a la presencia de pequeñas cantidades de carbón, lignito o partículas similares.
- Puede usarse un agregado fino que no haya cumplido con el ensayo, si cuando se ensaye, posee propiedades adecuadas para la fabricación de morteros y estos presentan una resistencia a la compresión no menor del 95 % a los 7 días, calculada según la norma C-87.

Agregado grueso

El agregado grueso está formado fundamentalmente por gravas, gravas trituradas, piedra triturada, escoria de explosión, de concreto de cemento hidráulico, o bien de la combinación de las anteriores, con las características que establece la norma.

El agregado proveniente de roca triturada puede tener partículas susceptibles a elementos alcalinos, al ataque de sulfatos y materia orgánica especialmente en los poros de un concreto de reciente fabricación.

Los tamices normalizados para el agregado grueso tienen aberturas que varían de 2.78 mm a 76.2 mm, estos se mostraran en la tabla siguiente:

Tabla 2.7. Requerimiento de graduación para agregado grueso. Fuente (ASTM VOL 004-03)

Tamaño nominal	Valores más finos que las mallas de laboratorio, porcentaje que pasa.								
	2 ”	1 1/2 ”	1”	3/4 ”	1/2 ”	3/8 ”	No 4.	No 8.	No 16.

1 ½" a No 4 "	100	90 a 100	—	35 a 70	—	10 a 30	0 a 5		
1 " a No 4.		100	95 a 100		25 a 60		0 a 10	0 a 5	
¾ " a No 4.				90 a 100	—	20 a 55	0 a 10	0 a 5	
1/2 " a No 4.				100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	
3/8 " a No 4					100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5

Hay muchas razones para que se especifiquen los límites granulométrico y el tamaño máximo nominal de los agregados, pues afecta las proporciones relativas de los agregados, bien como la demanda de agua y de cemento, trabajabilidad, bombeabilidad, economía, porosidad, contracción y durabilidad del concreto. Las variaciones en la granulometría pueden afectar seriamente la uniformidad del concreto de una amasada a otra. Las arenas muy finas son normalmente anti económicas, mientras que arenas y gravas gruesas pueden producir mezclas sin trabajabilidad.

En general, los agregados que no tienen una gran deficiencia o exceso de cualquier tamaño y presentan una curva granulométrica suave, producirán los resultados más satisfactorios.

Abrasión: la resistencia a la abrasión de un agregado frecuentemente se usa como un índice general de su calidad. La resistencia a la abrasión es esencial cuando el agregado se usará en un concreto sujeto al desgaste, como en los pisos para servicios pesados o pavimentos. La baja resistencia al desgaste en un agregado puede aumentar la cantidad de finos en el concreto durante el mezclado y consecuentemente, puede haber un aumento en la demanda de agua, requiriéndose ajustes de la relación agua cemento. (Steven H, 2004)

Ensayos del concreto

En la tabla 2.8 podremos observar los ensayos de laboratorios a que se pondrán a prueba la mezcla de concreto.

Tabla 2.8. Ensayos realizados en el Concreto. Fuente Propia.

Características	Importancia	Designación
Revenimiento en el concreto.	Trabajabilidad del concreto.	ASTM C 143-00
Resistencia a la compresión de concreto.	Aceptación de los agregados para la elaboración de concreto.	ASTM C-109

Revenimiento: un componente muy importante de la trabajabilidad del concreto es la consistencia. La consistencia de una mezcla de concreto es un término general que se refiere al carácter de la mezcla con respecto a su grado de fluidez; abarca todos los grados de fluidez desde la seca hasta la más fluida de todas las mezclas posibles. Existen varios tipos de consistencia:

- Consistencia seca: aquella en la cual la cantidad de agua es pequeña y simplemente la suficiente para mantener las partículas de cemento y agregados juntas.
- Consistencia dura o rígida: posee un poco de agua más que la consistencia seca.
- Consistencia húmeda: la cantidad de agua es bastante apreciable y se trata de un concreto fluido.

Formas que adopta la mezcla en la prueba del revenimiento

- Revenimiento cercano a cero: puede ser el resultado del concreto que tiene todos los requisitos de trabajabilidad, pero con poco contenido de agua, o se trata de un concreto hecho con agregado grueso que permite que el agua drene fuera de la mezcla de concreto sin que esta produzca algún cambio de volumen.
- Revenimiento normal: se trata de un concreto con buena o excelente trabajabilidad. El revenimiento usado para concreto estructural se sitúa entre 2 y 7 pulgadas.
- Revenimiento por cizalladura o cortante: indica que el concreto carece de plasticidad y cohesión.
- Colapso en el revenimiento: indica un concreto pobre, hechos con agregados gruesos en exceso o mezclas extremadamente húmedas.

Resistencia a la compresión de concreto: La resistencia a la compresión del concreto es la medida más común al desempeño que emplean los ingenieros para diseñar edificios y otras estructuras. La resistencia a la compresión del concreto se mide fracturando probetas cilíndricas de concreto en una máquina de ensayo de compresión. La resistencia a la compresión se calcula a partir de la carga de ruptura dividida por el área de sección que resiste a la carga. (NRMCA, 2009)

Los resultados de la prueba de resistencia a la compresión se emplean fundamentalmente para determinar que la mezcla de concreto suministrada cumpla con los requerimientos de la resistencia especificada.

Los resultados de la prueba de resistencia a partir de cilindros se pueden utilizar para fines de control de calidad, aceptación del concreto o para estimar la resistencia del concreto para programar las operaciones de construcción.

2.7 Estudio de impacto ambiental en el banco de agregado fino.

La evaluación de este estudio tiene como fin identificar las amenazas, prever las posibles situaciones de riesgo e implantar el Plan de Contingencias, con el fin de adoptar estrategias para reducir los efectos sobre los participantes en los procesos, las comunidades y los recursos de la zona de influencia de la explotación del agregado fino (arena).

Estudio impacto ambiental: conjunto de actividades técnicas y científicas destinada a la identificación, predicción y control de los impactos ambientales positivos y negativos de un proyecto y sus alternativas presentado en forma de informe técnico y realizado según los criterios establecidos por los reglamentos y las guías técnicas facilitadas por MARENA (Ley General del Medio Ambiente de los Recursos Naturales., 1996).

Según el decreto 76-2006” un impacto ambiental es cualquier alteración significativa positiva o negativa de uno o más de los componentes del ambiente provocados por la acción humana y/o por acontecimientos de la naturaleza en un área de influencia definida.

2.7.1 Constitución Política de Nicaragua y sus reformas.

En materia ambiental, los instrumentos jurídicos establecidos en Nicaragua, facultan para la gestión socio-ambiental, a los diferentes actores gubernamentales y de la sociedad civil y, además, proveen el marco político, legal y administrativo dentro del cual se pueden realizar los proyectos.

La Carta Magna de la República de Nicaragua, establece un medio ambiente sano como un derecho social de los nicaragüenses, así como el deber del Estado de garantizar la preservación, conservación y rescate del medio ambiente y de los recursos naturales (Artículo 60). También establece que los recursos naturales son patrimonio nacional y que corresponde al Estado su preservación y conservación, desarrollo y explotación racional. El Estado podrá celebrar contratos de explotación de estos recursos, cuando el interés nacional así lo requiera (Artículo 102). Esto afecta las concesiones para los bancos de materiales.

Se presenta la estructura jerárquica de leyes constitucionales, leyes generales, decretos ejecutivos y normativas (Tabla 2.9).

Tabla 2.9. Leyes generales, Decretos Ejecutivos y Normativas. Fuente Propia.

Leyes generales	Ley de Organización, Competencia y Procedimiento del Poder Ejecutivo (Ley 290) y su Reforma (Ley 612).
	Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales (Ley 217).
	Ley de Municipios (Ley 40 y 261).
	Ley Especial de Delitos Ambientales (Ley 559)
	Ley de Conservación, Fomento y Desarrollo Sostenible del Sector Forestal (Ley 462).
	Ley especial sobre exploración y explotación de minas (ley 387)
Decretos	Sistema de Evaluación Ambiental (Decreto No. 76-2006).
	Reglamento de Áreas Protegidas de Nicaragua, Decreto No. 01-2007.
Normas	Norma técnica ambiental para el aprovechamiento de los bancos de materiales de préstamo para la construcción (NTON 05- 016-02).

2.7.2 Criterios ambientales

Área de Influencia Directa (AID): corresponde al área, aledaña a la zona de explotación, donde los impactos generales en las etapas de operación y cierre son directos y de mayor intensidad.

Área de Influencia Indirecta (AII): Se estableció en base a las áreas o sectores que generan influencia en el.

Entre los criterios generales considerados en la definición del área de influencia indirecta, se citan los siguientes:

- La poligonal de la cantera.
- Los caminos de acceso por donde se va a trasladar el material explotado.
- Las comunidades aledañas.
- Un perímetro de 1 km a la redonda por efectos de ruidos y tolvaneras.

2.7.3 Parámetros de diseño de una cantera.

El procedimiento para realizar la explotación queda definido por la aplicación de unos parámetros o criterios de diseño de la excavación, que permite alcanzar las producciones programadas, de la forma más económica posible y en las máximas condiciones de seguridad.

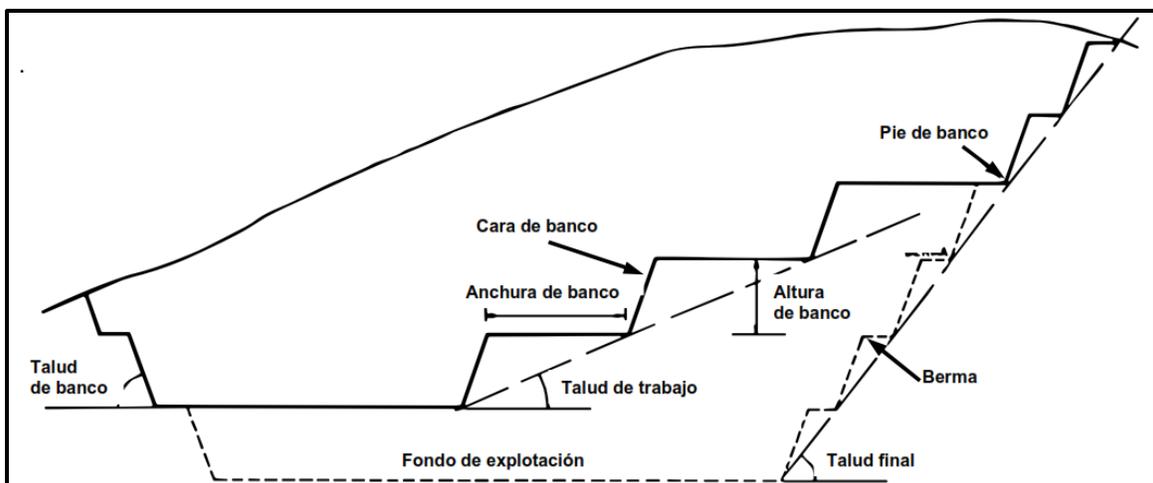


Figura 2.2. Parámetros geométricos de configuración de diseño en excavaciones Fuente (Herbert, 2007)

Los parámetros geométricos principales que configuran el diseño de las excavaciones corresponden a los siguientes términos:

- **Banco:** es el modulo o escalón comprendido entre dos niveles que constituyen la rebanada que se explota de estéril, y que es objeto de excavación desde un punto del espacio hasta una posición final preestablecida.
- **Altura de banco:** es la distancia vertical entre dos niveles o, lo que es lo mismo, desde el pie del banco hasta la parte más alta o cabeza del mismo.
- **Talud de banco:** es el ángulo delimitado entre la horizontal y la línea máxima pendiente de la cara del banco.
- **Talud de trabajo:** es el ángulo determinado por los pies de los bancos entre los cuales se encuentra alguno de los tajos o plataformas de trabajo. Es, en consecuencia, una pendiente provisional de la excavación.
- **Limites finales de la explotación:** son aquellas situaciones espaciales hasta las que se realizan las excavaciones. El límite vertical determina el fondo final de la explotación y los limites laterales los taludes finales de la misma.
- **Talud final de explotación:** es el ángulo del talud estable delimitado por la horizontal y la línea que une el pie del banco inferior y la cabeza del superior.
- **Bermas:** son aquellas plataformas horizontales existentes en los límites de la excavación sobre los taludes finales, que coadyuvan a mejorar la estabilidad de un talud y las condiciones de seguridad frente a deslizamientos.
- **Pistas:** son las estructuras viarias dentro de una explotación a través de las cuales se extraen los materiales, o se efectúan los movimientos de equipos y servicios entre diferentes puntos de la misma.
- **Angulo de reposo del material:** es el talud máximo para el que es estable sin deslizar el material suelto que lo constituye y en condiciones de drenaje total, después de vertido.

3 DESCRIPCIÓN DEL SITIO EN ESTUDIO

3.1 Localización del banco de material de agregado fino (arena) Sinacapa.

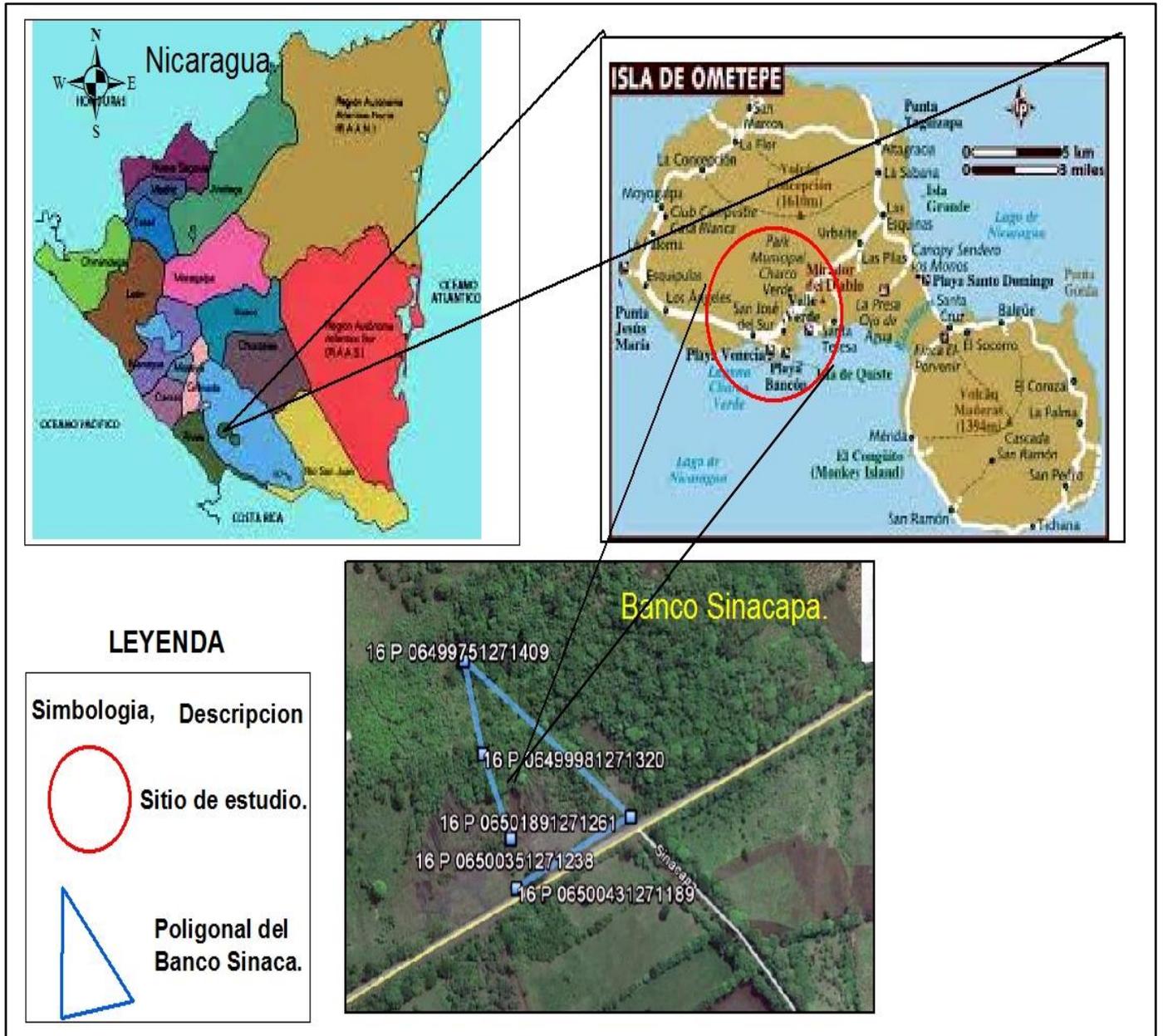


Figura 3.1. Macro localización del sitio. Fuente propia

El banco de materiales de agregados finos (arena) Sinacapa se encuentra ubicado a 3 KM del puerto de San José del Sur y a 10.2 KM de Altagracia frente a la entrada de la comarca de Santa Teresa en las COORDENADA-NAD 27, X= 650105.3121, Y=1271211.3603, actualmente propiedad de la alcaldía de Altagracia entidad que lo viene administrando desde los años 90.

Este banco de material de arena al igual que los demás que existen en la isla no cuenta con estudios rigurosos, también se desconoce el volumen aprovechable existente, el grado de explotación que tiene, así como la calidad que presenta una vez utilizado en las distintas obras, solo se conoce por observación que no es un banco en su totalidad de arena, teniendo presencia también de hormigón o escoria negra-fina y material selecto. Según la alcaldía municipal estima que se explotan 8 m³ de arena diario, en épocas que no existen construcciones importantes (adoquinados, puertos, edificios públicos, otros)

con excepción cuando se dan estos tipos de construcciones donde también se contrata laboratorios privados para hacer pruebas a la arena utilizada, dichas empresas que llevan estos proyectos cuentan con alguna información acerca de la calidad de la arena del banco sin embargo esta no se da al público por considerarla calificada.

En la actualidad este banco ha sido el principal proveedor de agregados finos en la modernización de las infraestructuras de la isla de Ometepe, explotándose grandes volúmenes de arena para llevar a cabo proyectos como la pista de aterrizaje La Paloma, adoquinados Moyogalpa-Altagracia, Hospital de Altagracia, puerto de San José del Sur u otros.

3.2 Descripción del banco de agregado fino.

Mediante la visita de campo se consideró el grado de explotación del banco aproximadamente del 40% del material de reserva, se realizaron sondeos a cielo abierto donde se tomaron sus respectivas coordenadas ver tabla 3.1.



Figura 3.2. Sondeos realizados en el banco de arena Sinacapa.

Tabla 3.1. Coordenadas de los sondeos realizados.

Sondeos	Longitud	Latitud	Altura
Punto 1	85° 37' 27.3"	11° 29' 47.9"	96 m.
Punto 2	85° 37' 26.4"	11° 29' 48.1"	92 m
Punto 3	85° 37' 25.6"	11° 29' 48.8"	97 m
Punto 4	85° 37' 24.2"	11° 29' 49.3"	103 m
Punto 5	85° 37' 26.3"	11° 29' 51.3"	120 m
Punto 6	85° 37' 27"	11° 29' 48.9"	137 m
Punto 7	85° 37' 26.6"	11° 29' 49.5"	133 m
Punto 8	85° 37' 26.6"	11° 29' 49.8"	138 m
Punto 9	85° 37' 26.6"	11° 29' 50.2"	138 m
Punto 10	85° 37' 26.7"	11° 29' 51.2"	128 m
Punto 11	85° 37' 27.1"	11° 29' 49.1"	136 m

DESCRIPCIÓN DEL SITIO EN ESTUDIO

Sondeos	Longitud	Latitud	Altura
Punto 12	85° 37' 26.9"	11° 29' 49.5"	138 m
Punto 13	85° 37' 28.2"	11° 29' 50.7"	147 m
Punto 14	85° 37' 27.8"	11° 29' 50.9"	143 m
Punto 15	85° 37' 27.1"	11° 29' 51.1"	137 m

3.3 Localización del banco de agregado grueso utilizado en el diseño del concreto.



Figura 3.3. Banco de agregado grueso Erling Cuadra

Este banco de material grueso se encuentra ubicado en la comarca los Ramos contiguo al banco de agregados fino Sinacapa. Sus coordenadas son las siguientes:

- Coordenadas del sitio donde se extrae la grava (macizo rocoso) primer punto:
 - Altura: 112 m, Longitud 85° 37' 45.9", Latitud 11° 29' 41.5"
- Coordenadas del sitio donde se extrae la grava (macizo rocoso) segundo punto:
 - Altura: 113 m, Longitud 85° 37' 45.9", Latitud 11° 29' 41.5"

- Coordenadas donde se almacena la grava:
 - Altura: 103m, Longitud 85° 37' 43.9"; Latitud 11° 29' 38.5"

3.4 Descripción del banco de agregado grueso.

Previo a la extracción de las muestras, se realizó una inspección en la cual se observó que el agregado grueso se extrae de la trituración de peñascos que pertenecen a una franja rocosa que se extiende paralela a la carretera; este macizo es de origen volcánico y se cree que se formó por una erupción violenta del volcán concepción.

3.5 Diagnóstico ambiental del área del banco de agregado fino Sinacapa.

3.5.1 Clima

Según la clasificación de koppen basado en la relación temperatura- precipitación La zona de estudio ubicada en la isla de Ometepe se encuentra localizada en el denominado Clima caliente y subhúmedo con lluvia en verano; este clima predomina en toda la región del pacífico. Se caracteriza por presentar una estación seca (noviembre-abril) y otra lluviosa (mayo-octubre). La precipitación varía desde un mínimo de 600 mm hasta un máximo de 2,000 mm. La temperatura media anual registra valores de 30° y 18° C, en la parte central de la región del pacífico (INETER, 2002).

3.5.2 Temperatura

La temperatura media del mes más cálido es de 28.9 °c y la del mes más frío es de 26.1 °C.11 (Plan Ambiental Municipal, 2010)

3.5.3 Precipitación

El período lluvioso va desde mayo a octubre, con máximos de precipitación en los meses de Junio, Septiembre y Octubre. A mediados del período lluvioso la precipitación sufre una disminución relativa en los meses de julio y agosto, conocido como “canícula”, producto de la extensión al oeste de la zona de alta presión del Atlántico Norte. Las precipitaciones promedio en la zona noroeste de Altagracia es de 1200 a 1400, en la zona intermedia entre los volcanes es de 1400 a 1600 y en la zona del Maderas es de 1600 a 1800 (Plan Ambiental Municipal, 2010)

3.5.4 Geología

La geología de la zona de estudio (banco de agregados finos, arena Sinacapa) obedece a la geología de la isla de Ometepe, principalmente a la geología superficial del volcán concepción.

Las características de las formaciones geológicas, y los principales rasgos litológicos que la isla presenta, están asociadas a procesos geológicos iniciados durante la era Paleozoica (hace unos 570 millones de años), hasta culminar con la intensa actividad volcánica de la Era Cuaternaria durante el período Pleistoceno (hace uno o dos millones de años). (Plan Ambiental Municipal, 2010)

Las unidades geológicas que encontramos en la isla de Ometepe son las siguientes:

✓ Unidades volcánicas del Cuaternario.

Esta unidad se caracteriza por la presencia de depósitos de piroclastos y lava indiferenciados, cuyo basamento lo forman materiales piroclastos del grupo las sierras. Este tipo de material se localiza cubriendo prácticamente el volcán Maderas, iniciándose en la parte oeste, a partir de la cota topográfica de los 100 msnm; así como en los alrededores del cráter del Concepción superando la cota de los 200 msnm en su extremo oeste y la cota de 300 msnm en su extremo este. (Plan Ambiental Municipal, 2010)

✓ Depósitos sedimentarios

Se presenta además en esta misma unidad, los depósitos sedimentarios del Holoceno o período reciente, el que se encuentra constituido por depósitos pluviales y fluviales. Los depósitos sedimentarios se encuentran distribuidos por toda el área del Concepción, hasta donde se inician los depósitos piroclásticos del volcán Maderas, es decir hasta la cota de los 100 msnm en su extremo sur. (Plan Ambiental Municipal, 2010).

3.5.5 Medio Biótico

✓ Flora.

Entre los bosques presentes en Ometepe, se encuentra el bosque nuboso; el más conservado del país que alberga especies representativas del centro de Nicaragua, bosque húmedo con especies representativas del Caribe, bosque de transición húmedo-seco, posiblemente la única representación inalterada de este tipo para Nicaragua y el típico bosque seco de la región pacífica que encontramos en el área de explotación del banco de arena y el que predomina en la isla.

Hay que destacar que los bosques antes descritos a excepción del bosque seco presentes en Ometepe se encuentran en pequeñas áreas y son el resultado de la condición insular y posición geográfica, siendo Ometepe un área de transición Entre la región seca del Pacífico y la región húmeda del Atlántico.

- Bosques latifolia dos abierto (bosque seco)

La vegetación representativa del bosque seco que existe en la zona del banco de explotación, son especies propias que representan este tipo de bosque; sin embargo, por el uso que se ha desarrollado en el lugar se hace indispensable la eliminación de la vegetación existente, pero se encontró dentro del área varias especies, con individuos distribuidos de la siguiente manera ver tabla 3.2.

Tabla 3.2. Especies forestales encontradas en el área de estudio. Fuente Propia.

Especies forestales encontradas en el área del proyecto	
Nombre común	Nombre científico
Guácimo de Tercero	Guazuma ulmifolia
Madero Negro	Gliricidia sepium
Jobo	Sciadodendron excelsum
Zorrillo	Zanthoxylum panamensis
Tigüilote	Cordia dentada
Jenízaro	Pithecellobium saman

Especies forestales encontradas en el área del proyecto	
Nombre común	Nombre científico
eucalipto	Eucaliptus camaldulensis
Roble	Tapebua rosea
Manzanillo	Hippomane mancinella
guapinol	Hymenaea courbaril
Ceiba	Ceiba pentandra
cedro real	Tanacetu vulgare
pochote	Bombacopsis quinata
carao	Cassia grandis
Casia rosada	Cassia nodosa

✓ Fauna.

Los estudios de la fauna del municipio en su mayoría, están referidos a la zona del volcán Maderas, humedal Istián y peña La Cabuya, por ser éstos los sectores donde hay mayor riqueza de biodiversidad. Sin embargo, existen especies propia del bosque seco en la zona donde se sitúa el banco.

Se detalla una lista de animales (tablas 3.3, 3.4,3.5) observados en la zona de estudio.

Tabla 3.3. Especies de aves encontradas en el área del proyecto. Fuente propia.

AVES			
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Carpintero Nuquigualdo	Melanerpes Hoffmannii	Güis Común	Pitangus Sulphuratus
Golondrina Común	Hirundo Rustica	Tortolita Común	Colombina Passerina
Chocoyo Catano	Aratinga Canicularis	Oropéndola Mayor	Psarocolius Montezuma
Garcilla Bueyera	Bubulcus Ibis	Pocoyo	Nyctidromus Albicolis

DESCRIPCIÓN DEL SITIO EN ESTUDIO

AVES			
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Garza Real	Ardea Alba	Pijul, Garrapatero	Crotophaga Sulcirostris
Sensontle Pardo	Turdus Grayi	Zopilote Negro	Coragyps Atratus
Urraca Copetona	Calocitta Formosa	Zanate Grande	Quiscalus Mexicanus
Gavilan chapulinero	Buteo magnirostris	Lora nuca amarilla	Amazona auropalliata

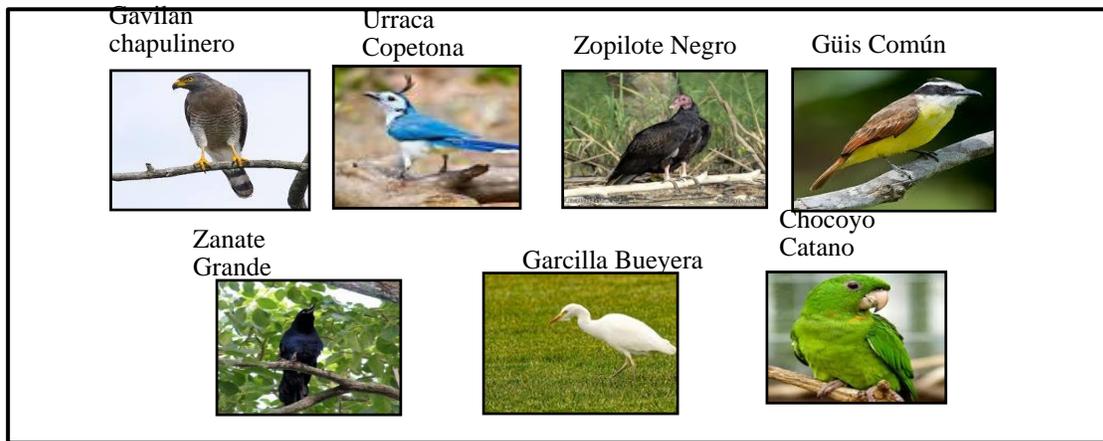


Figura 3.4. Aves presentes en el área del proyecto.

Tabla 3.4. Serpientes presentes en el área del proyecto. Fuente propia.

SERPIENTES			
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
zopilota	Clelia clelia		
Bejuquilla Café	Oxybelys Aeneus	Coral	Micrurus Nigrocinctus
Bejuquilla Mayor	Oxybelys Fulgidus	Ratoneras	Masticophis Mentovarius
Boa común	Boa constrictor		

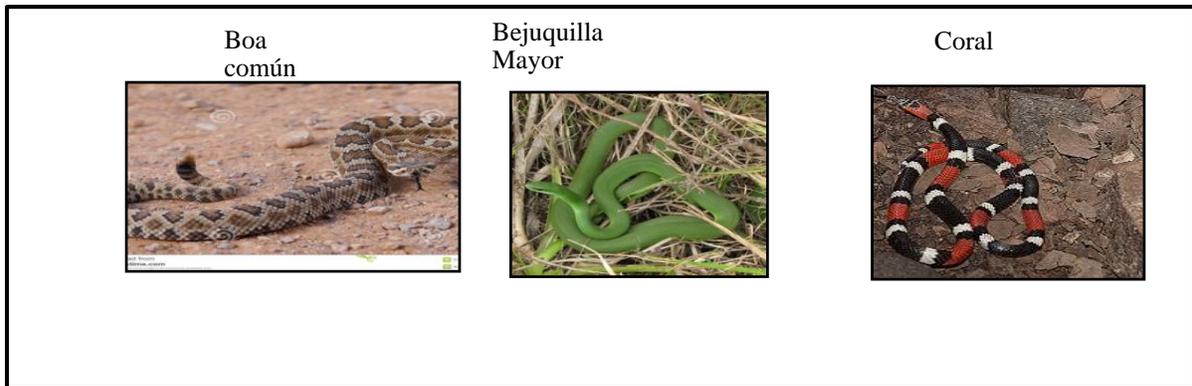


Figura 3.5. Serpientes presentes en el área del proyecto.

Tabla 3.5. Especies varias en el área del proyecto.

ESPECIES VARIAS			
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Guatusa	Dasy Procta Punctata	Lagartija Corralera	Sceloporus Variabilis
Ardilla	Scrius Variegatoides	Lagartija Pintada	Ameiva Undulata
Cusuco (Armadillo)	Dasypus Novemincinctus	Lagartija Rayada	Aspidocelis Deppii
Conejo	Sylvilagus Floridanus	Zorrillo	Spilogale Putorius
Garrobo Negro	Ctenosaura Similis	Garrobo Verde	Iguana

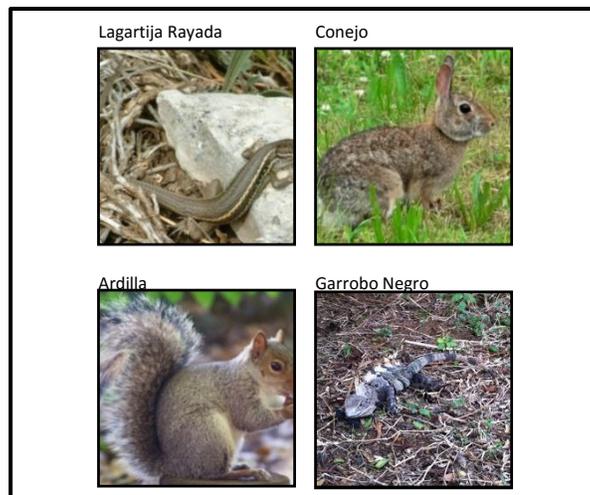


Figura 3.6. Especies varias en el área del proyecto.

4 DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS Y PROCEDIMIENTOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS

En esta sección se hace una descripción de los procedimientos realizados a los agregados para su uso en la elaboración de concreto, así como la metodología aplicada para evaluar el grado de impacto ambiental negativo que ha causado la explotación del banco Sinacapa.

Para realizar este estudio fue necesario:

- Realización de trabajo de campo.
- Realización de pruebas de laboratorio.
- Propuesta de explotación del banco.

4.1 Muestreo del banco de material

Para realizar la extracción de muestras del banco a estudiar; se hizo uso de las especificaciones de la ASTM. El banco en estudio se encuentra en proceso de explotación por lo tanto presenta cortes definidos, lo que permitió que el muestreo en la mayoría de los casos fuera realizado en dichos cortes, en la figura 4.1 podemos observar la excavación de la calicata.

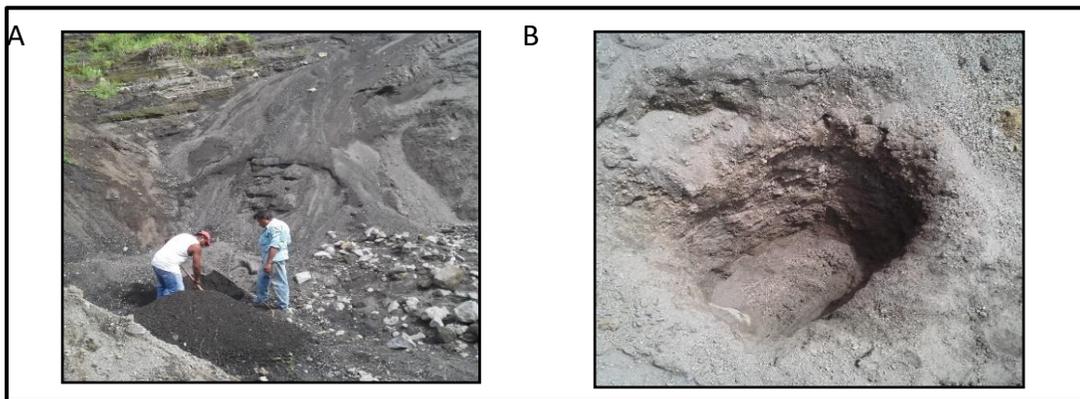


Figura 4.1. a) Muestreo del banco Sinacapa a cielo abierto. b). Calicata de extracción de muestra

La obtención de las muestras del banco fue de tipo alterada en vista que el banco se utiliza como material de Construcción, el muestreo fue integral y se aplicó la técnica de muestreo de pozo a cielo abierto.

DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS Y PROCEDIMIENTOS DE LOS ENSAYOS

Se procedió a visitar el banco de materiales Sinacapa ubicado a 10.2 Km del casco urbano del municipio de Altagracia, a la altura de la entrada que conduce hacia la comarca de Santa Teresa, el banco se encuentra aproximadamente a 50 metros de la vía principal que une los municipios de Altagracia y Moyogalpa. La visita al banco de material se efectuó en un periodo de tiempo comprendido entre las 7 am a las 11 am aproximadamente.

La inspección inicial nos indicó que se trataba de un banco explotable, cuyo material en su mayoría es arena, pero también presenta hormigón y material selecto por lo que se procedió a extraer las muestras correspondientes. El banco producto de que está siendo explotado presenta cortes bien definidos y debido a que estos muestran fielmente el contenido del banco, se decidió extraer las muestras de dichos cortes los que tenían alturas aproximadas a los 2 metros y longitudes paralelas a todo el largo del banco, con excepción a dos puntos ubicados en la base donde se hizo empleo de calicatas con dimensiones de 1 metro de ancho y largo, por 1.5 metros de profundidad, para obtener un estudio bastante representativo del banco se definieron 15 puntos, distribuidos de la siguiente manera 5 puntos en la base, 5 puntos en la parte media y 5 puntos en la cima del cerro; de manera que se abarcara la mayoría del área y así obtener un mayor número de muestras que proporcionen recíprocamente un mayor número de datos, de cada punto se extrajo una cantidad de aproximadamente 50 kg y se almacenaron en sacos nuevos y limpios debidamente rotulados.

Mediante la observación directa nos permitió conocer algunas de las características físicas del material, estas se mostrarán en las tablas 4.1. En el momento de la extracción de las muestras se tomó una porción representativa por cada punto, las que se introdujeron en una bolsa plástica negra con una tarjeta identificadora, esto con el propósito de conocer la humedad del suelo.

Tabla 4.1. Informe de los sondeos realizados en el banco material Sinacapa. Fuente propia.

Sondeo No.	Descripción	Ubicación	Muestra	Profundidad (m)
1	Arena gruesa, gran presencia de hormigón.	Frente de explotación, corte existente.	1	1.30

DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS Y PROCEDIMIENTOS DE LOS ENSAYOS

Sondeo No.	Descripción	Ubicación	Muestra	Profundidad (m)
2	Arena con poca presencia de otros material.	Frente de explotación, corte existente.	2	1.50
3	Arena con presencia de grava.	Frente de explotación, corte existente.	3	3
4	Arena fina.	Frente de explotación, corte existente.	4	1
5	Arena con bastante presencia de hormigón	Punto sin explotación.	5	1

Tabla 4.2. Informe de los sondeos realizados en el banco material Sinacapa parte media del Cerro.

Fuente propia.

Sondeo No.	Descripción	Ubicación	Muestra	Profundidad (m)
6	Arena.	Punto sin explotación.	6	1.40
7	Arena.	Frente de explotación, corte existente	7	1.50
8	Arena.	Frente de explotación, corte existente	8	1
9	Arena con bastante presencia de hormigón.	Frente de explotación, corte existente	9	1
10	Arena con bastante presencia de limos.	Frente de explotación, corte existente	10	1.5

Tabla 4.3. Informe de los sondeos realizados en el banco material Sinacapa Cima del Cerro. Fuente propia

Sondeo No.	Descripción	Ubicación	muestra	Profundidad (m)
11	Arena con presencia de material orgánico.	Punto sin explotación	11	2

DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS Y PROCEDIMIENTOS DE LOS ENSAYOS

Sondeo No.	Descripción	Ubicación	muestra	Profundidad (m)
12	Arena dividida en dos estratos bien diferenciados, arena gruesa y arena fina.	Punto sin explotación	12	2
13	Arena con presencia de hormigón.	Punto sin explotación	13	1.5
14	Arena con presencia de grava.	Punto sin explotación	14	2
15	Arena con presencia de grava.	Punto sin explotación	15	2

4.2 Cálculo del volumen útil aprovechable del banco de agregados finos.

Para realizar el levantamiento topográfico visitamos la alcaldía municipal de Altagracia donde el encargado del área de proyecto ingeniero civil Juan Pablo Paizano nos proporcionó la información topográfica concerniente al sitio de estudio, de esta manera se delimito el área.

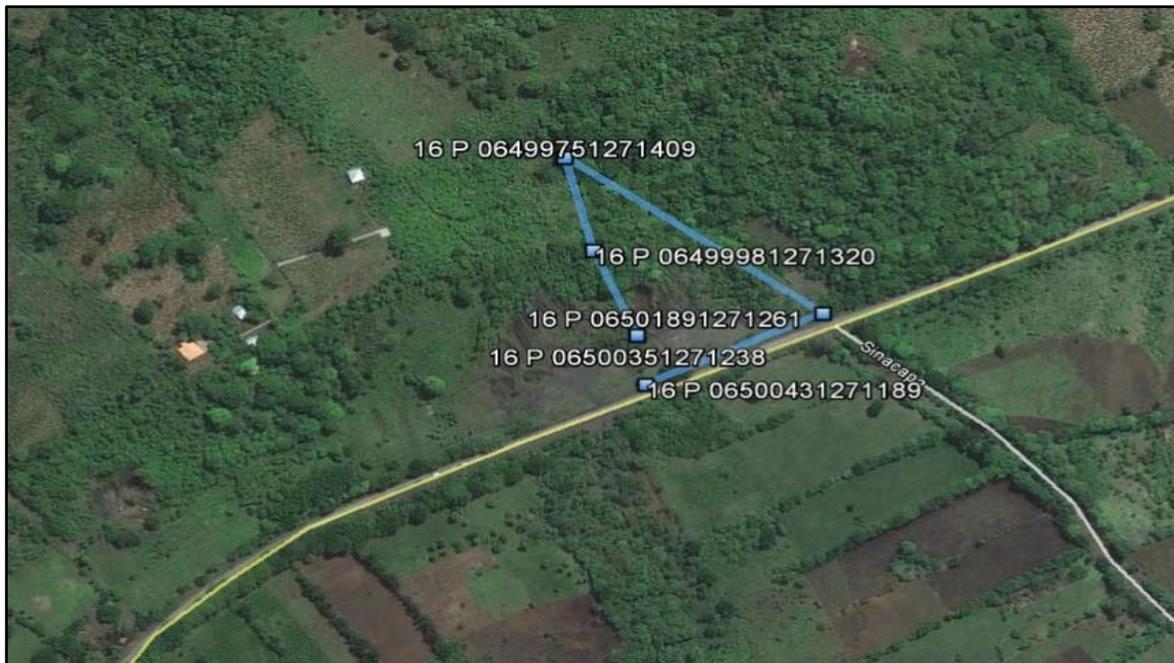


Figura 4.2. Delimitación del área correspondiente del banco Sinacapa. Fuente. Google

DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS Y PROCEDIMIENTOS DE LOS ENSAYOS

Una vez delimitada el área de estudio, con las coordenadas correspondiente al banco y ayuda de la herramienta Google Earth y el software Global Mapper se trazaron las curvas de nivel a una distancia de 2 m, una vez teniendo la base de datos correspondiente, estas se exportaron directamente a CivilCAD que proporcionó los datos necesarios para los cálculos adecuados.

Hay destacar que al generar mallas tridimensionales de triangulación con este módulo se recomienda para anteproyectos que no requieran mucha precisión, ya que los datos manejados por Google Earth son aproximados por interpolación; se justifica el uso de este módulo por los altos costos que llevan otros métodos, la falta de equipos y porque se trata de la obtención de un dato aproximado.

El factor de abundamiento que le corresponde al banco de agregado fino (arena) es 1.10, consideramos un volumen explotable de 15 ton/día que corresponde a la extracción de la pequeña minería según la ley General de Minas 387.

Para el cálculo del volumen utilizamos el método del promedio de áreas extremas (Áreas medias). Este método se fundamenta en el que el volumen entre dos secciones transversales consecutivas es la media del área de ambas multiplicada por la distancia que las separa. Este método da buenos resultados cuando las secciones son aproximadamente iguales pues el error incrementa cuando hay muchas variaciones en el tamaño.

$$v = L/2 (A1 + A2) \text{ Ecuación 4.1}$$

Donde:

L: la distancia entre las secciones en metros, la cual es perpendicular a ambas.

A1 y A2 son las áreas de las secciones transversales.

4.3 Pruebas de laboratorios

Las muestras fueron llevadas al Centro de Investigaciones Geocientíficas, Departamento de Ingeniería Geotécnica (CICEO / UNAN MANAGUA), este nos facilitó el acceso a laboratorios de geotecnia y petrografía, donde se practicaron los ensayos de agregados con base en las normas ASTM para conocer sus distintas propiedades. Para analizar las propiedades físicas se practicaron las pruebas de humedad, gravedad específica, pesos

unitarios, porcentaje de absorción, granulometría de las partículas. Además de estos ensayos también se analizaron las propiedades mecánicas del agregado grueso utilizando la prueba de desgaste por abrasión e impacto en la Máquina de Los Ángeles.

4.3.1 Cuarteo:

Antes de someter las muestras de suelos a los diferentes ensayos que se le realizaron, fue necesaria una preparación previa, conocida como cuarteo.

El objetivo del cuarteo de la muestra es el de homogenizarla para que la muestra sea representativa, de tal manera que los resultados obtenidos para cada ensayo sean representativos. Las muestras de nuestro trabajo monográfico fueron cuarteadas manualmente.

4.3.2 Determinación de los Pesos Unitarios Secos Suelos y Secos Compactos de los Agregados (arena). (ASTM C 29)

➤ Determinación del peso unitario o volumétrico seco suelto (PVSS):

1. Se seleccionó una muestra representativa por cuarteo del agregado a ensayar, (grava y arena).
2. Antes la muestra fue previamente secada.
3. Se tomó nota del peso y volumen del molde que se utilizó.
4. Se depositó el material en el recipiente (molde), efectuando esta operación con ayuda de un cucharón utilizando una altura constante sobre la parte superior del molde que no excedió 5 cm (el puño de la mano). Una vez que se llenó el recipiente se enrasó con ayuda de un enrasado.
5. Se pesó el recipiente con el material contenido y se anotó su peso.
6. Se repitió este procedimiento tres veces para obtener un peso promedio.
7. Se calculó el peso volumétrico seco suelto con la fórmula siguiente:

$$PVSS (kg/m^3) = \frac{(\text{peso del material suelto} + \text{peso del recipiente}) - (\text{peso del recipiente})}{\text{volumen del recipiente}}$$

Ecuación 4.2.

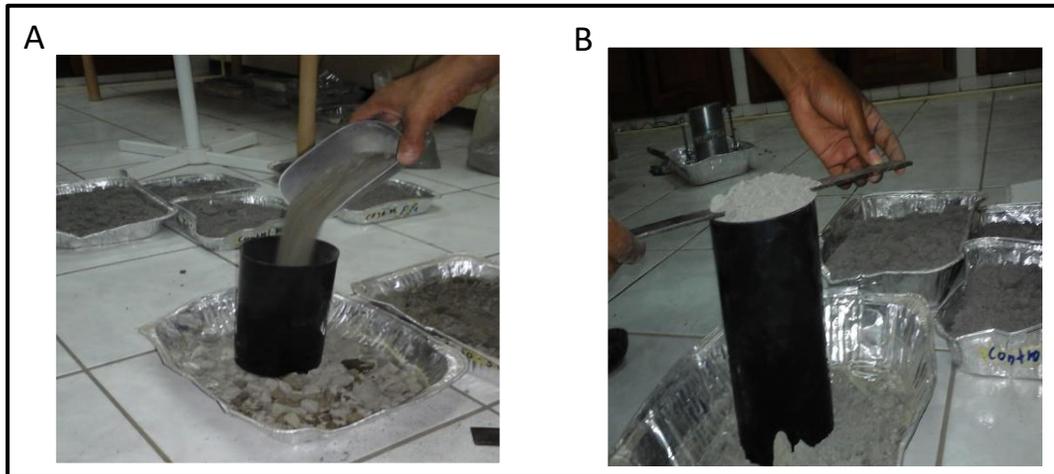


Figura 4.3. a) Caída del material al molde. b) Enrasado del material.

- Determinación del peso unitario o volumétrico seco compacto (PVSC).

Se presentan dos posibilidades dependiendo del tamaño del agregado

- ✓ b.1 Peso Volumétrico Seco Envarillado. (Aplicables a agregados con tamaño máximo de 2 Pulg).
- ✓ b.2 Peso Volumétrico Seco Compactado. (Para materiales pétreos de tamaño comprendido entre 2 y 4 Pulg).

En el presente trabajo se realizará la prueba b.1 ya que el material utilizado está en el rango de tamaño establecida por la prueba tamaño máximo de 2 Pulg.

- Peso Volumétrico Seco Envarillado.

Procedimiento:

1. Se seleccionó una mezcla representativa por cuarteo del agregado ensayado (arena y grava) la muestra estaba previamente seca.
2. Se tomó nota del peso y volumen del molde que se utilizó.
3. Se prosiguió a depositar el material en el molde en tres capas, con la ayuda del cucharón a una altura constante sobre la parte superior del molde, la cual no excedió los cinco centímetros.
4. Primero se depositó el material hasta un tercio de capacidad del recipiente, aplicándole veinticinco golpes con ayuda de la varilla punta de bala, distribuida en

DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS Y PROCEDIMIENTOS DE LOS ENSAYOS

toda el área. Luego se llenó con material hasta el segundo tercio y se vuelve a golpear 25 veces con la varilla punta de bala. A continuación, se llena completamente el recipiente y se vuelve a golpear 25 veces con la varilla.

5. Después de haberle aplicado 25 golpes a la última capa se enraso.
6. Se pesó el recipiente con el material contenido y se anotó su peso.
7. Se repitió este procedimiento tres veces para obtener un promedio.
8. Se calculó el peso volumétrico seco compactado con la formula siguiente:

$$PVSC \left(\frac{kg}{m^3} \right) = \frac{(peso \text{ del material compacto} + peso \text{ del recipiente}) - (peso \text{ del recipiente})}{volumen \text{ del recipiente}}$$

Ecuación 4.3

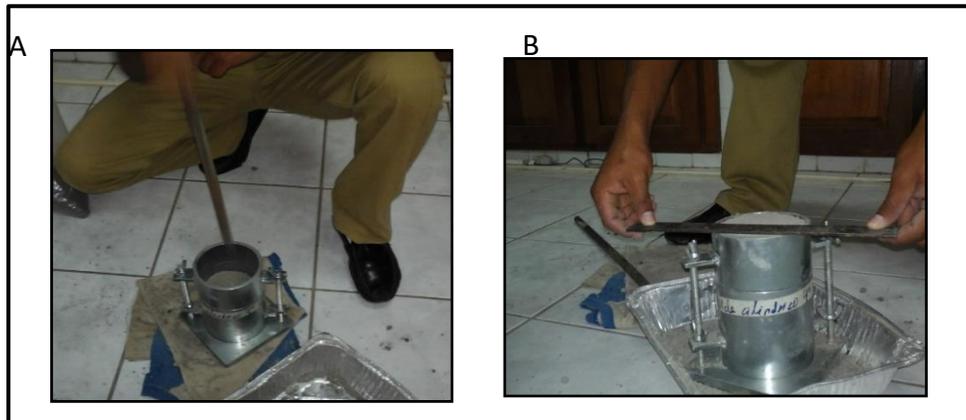


Figura 4.4. a) Ensayo PVSC Envarillado. b) Ensayo PVSC enrasado del material

4.3.3 Contenido de humedad de los agregados. (ASTM C 566-84).

Procedimiento:

1. Se tomó una muestra representativa colocada en una bolsa de plástico negro cuando se realizó el proceso de extracción de la muestra en cada uno de los bancos.
2. Se pesó la muestra húmeda.
3. Se colocó la muestra en una tara y se depositó en el horno durante 24 horas aproximadamente.
4. Se retiró la muestra del horno y se determinó su peso seco.

DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS Y PROCEDIMIENTOS DE LOS ENSAYOS

5. Se calculó el contenido de humedad en porcentaje del agregado con la formula siguiente:

$$\% \text{ de humedad} = \frac{\text{peso de la muestra humeda} - \text{peso de la muestra seca}}{\text{peso de la muestra seca}} \times 100$$

Ecuación 4.4

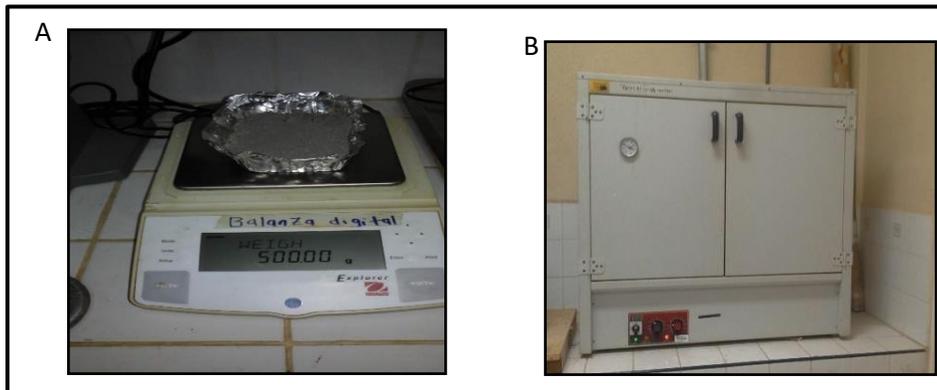


Figura 4.5. a) Peso húmedo del agregado. b) Muestra en horno a temperatura 110±5°C

4.3.4 Gravedad específica y porcentaje de absorción de la arena. ASTM C 128

Procedimiento:

1. El material a ensayar se cribó por la malla No. 8 y de lo que paso se pesó 60 gr de muestra.
2. Se pesó el frasco a utilizar y se le agrego 200 ml de agua.
3. Se pesó el frasco con el contenido de agua y se tomó la altura que alcanzaba el agua en el frasco.
4. Al frasco con el contenido de agua se le agrego los 60 gr de arena.
5. Se le tomo el peso y la altura que alcanzaba la solución.
6. Se llevó la solución a la bomba de vacíos para extraer el aire contenido en la mezcla, este proceso duro 10 minutos.
7. Se tomó la lectura del material con agua menos aire.

Se calculó la gravedad específica con la siguiente ecuación:

$$GS = \frac{\gamma_s}{\gamma_w}; \text{Ecuación 4.5}$$

DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS Y PROCEDIMIENTOS DE LOS ENSAYOS

Donde:

G_s: gravedad específica

γ_s: peso específico del material.

γ_w: peso específico del agua.

$$\text{Ya que; } \gamma_s = \frac{W_s}{V_s} \text{ Ecuación 4.6}$$

Donde:

γ_s: peso específico del material.

W_s: peso del suelo.

V_s: volumen del sólido.

El Cálculo de porcentaje de absorción de la arena se realizó con la siguiente formula:

$$\text{Absorción \%} = \left[\frac{\text{peso saturado} - \text{peso seco}}{\text{peso seco}} \right] \times 100 \quad \text{Ecuación 4.7}$$



Figura 4.6. Ensayo de gravedad específica expulsión de aire

4.3.5 Gravedad específica y porcentaje de absorción del agregado grueso (grava). (ASTM C 127)

Preparación de la muestra: De la muestra a ensayar se tomaron 3000 gr de agregado grueso, antes se cribó por el tamiz No.4 para eliminar todo material fino, posteriormente la muestra

DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS Y PROCEDIMIENTOS DE LOS ENSAYOS

se lavó, con el objetivo de remover el polvo y las impurezas de la superficie de las partículas.

Una vez lavada la muestra se sumergió en agua por un periodo de 24 horas, para que todos los poros permeables se saturen de agua.

Procedimiento:

1. Después de haber transcurrido las 24 horas de estar la muestra sumergida en agua, se retiró del recipiente y con un paño grande y absorbente, se secaron las partículas hasta eliminar la película visible de agua (lograr la condición de saturada superficialmente seca).
2. Se pesó 300 gramos de la muestra saturada superficialmente seca y se anotó su peso (B).
3. Se determinó el peso de la cesta sumergida (E).
4. Se colocó la muestra en la cesta y se determinó el peso de la cesta más la muestra sumergida (D).
5. Se retiró la muestra de la cesta y se colocó en una tara, posterior se depositó en el horno por 24 horas a una temperatura de 110° C.
6. Se saca del horno y se toma el peso de la grava seca.
7. Se calculó la gravedad específica con la formula siguiente:

$$GE = \frac{A}{B-C} \text{ Ecuación 4.8}$$

Dónde:

A = peso de la muestra seca.

B = peso de la muestra en la condición saturada superficialmente seca.

C = peso de la muestra sumergida = D-E

8. Se calculó el porcentaje de absorción de la siguiente manera:

$$\text{Absorcion \%} = \left[\frac{B-A}{A} \right] \times 100 \text{ Ecuación 4.9}$$

Dónde:

B = peso de la muestra en condición de saturada superficialmente seca.

A = peso de la muestra seca.



Figura 4.7. Gravedad específica de la grava, peso de la muestra sumergida

4.3.6 Granulometría del agregado fino. (ASTM C 136)

Procedimiento:

1. Se tomó una muestra representativa de la arena a ensayar
2. Se colocó los tamices de mayor a menor diámetro (en orden descendente) y se depositó el material seco.
3. Se colocaron los tamices en el tamizador mecánico por un periodo de 10 minutos. Este movimiento facilita que las partículas del árido queden distribuidas en los diferentes tamices de acuerdo con su tamaño.
4. Se tomó los pesos retenidos en cada tamiz.
5. Se calcularon los porcentajes retenidos parciales, porcentajes retenidos acumulados y porcentajes que pasan.

$$\text{➤ } \textit{porcentajes retenidos parciales} = \frac{\textit{peso retenido parcial por tamiz}}{\textit{peso seco total}} \times 100$$

Ecuación 4.10



Figura 4.8. Análisis granulométrico, muestra en el tamizador mecánico.

4.3.7 Granulometría del agregado grueso (grava)

Procedimiento

1. Se tomó por cuarteo una cantidad de 20000 gr de grava, la muestra estaba previamente seca.
2. Se colocaron los tamices mencionados en la tabla anterior de arriba hacia abajo y al final se colocó una charola para recoger cualquier material fino.
3. Se depositó la muestra de grava en el tamiz superior y se cribó por 10 minutos en el tamizador mecánico.
4. Se pesó el material retenido en cada tamiz y se anotó su peso.
5. Se calcularon los porcentajes retenidos parcial, retenido acumulado y porcentaje que pasa.



Figura 4.9. Granulometría del agregado grueso.

4.3.8 Determinación a la resistencia al desgaste por cargas abrasivas, métodos de la máquina de los ángeles del agregado grueso. (ASTM C 131).

Procedimiento

1. Se pesó una muestra de 3002 gr, que corresponde a la cantidad de 10 bolas de acero (cargas abrasivas).
2. Se colocó el material en la máquina de los Ángeles, y se introdujo las cargas abrasivas (esferas de hierro fundido).
3. Se puso en marcha la máquina de los ángeles hasta completar 500 revoluciones a una velocidad de 30 a 33 rpm.
4. Se sacó el material de la máquina y se tamizo por la malla No. 12.
5. Se pesó el material que retuvo el tamiz No.12.
6. Se calculó el porcentaje de desgaste por medio de la formula siguiente:

$$\text{porcentaje de desgaste} = \frac{\text{peso inicial} - \text{peso final}}{\text{peso inicial}} \text{ Ecuación 4.11}$$



Figura 4.10. Máquina de los ángeles, resistencia al desgaste por cargas abrasivas.

4.3.9 Diseño de mezcla de concreto.

Según los ensayos realizados de las muestras estudiadas se agruparon las arenas bien graduadas, con módulos de finura entre rangos aceptables y aquellas que se encuentran ligeramente por encima del rango superior. Para comprobar si estas arenas son útiles para la elaboración de concreto los sondeos con características en común fueron delimitadas en un área de modo que se distinguen del resto de los sondeos.

De la mezcla de los sondeos agrupados se obtuvieron las siguientes características tabla 4.4.

Tabla 4.4. Características de los agregados para la fabricación del concreto.

Material	PVSS (kg/m^3)	PVSC (kg/m^3)	Ge	% Abs.	%Hum.	MF
Cemento	1450	1510	3.15	–	–	–
Arena	1119.73	1577.93	2.60	2.95	9.89	3
grava	2712.822	2850.085	2.46	0.98	1.69	–

Calculo del revenimiento.

La tabla 4.5 muestras los revenimientos máximos y mínimos de acuerdo al tipo de construcción. Para el diseño se considerará un revenimiento de 4 pulgadas = 10 cms.

Tabla 4.5. Revenimientos Máximos y Mínimos de acuerdo al tipo de construcción. Fuente (Huanca, 2006)

Tipo de construcción	Revenimiento (cm)	
	Max	min
Zapatas y muros de cimentación reforzados	8	2
Zapatas simples, cajones y muros de subestructura	8	2
Vigas y muros reforzados	10	2
Columnas	10	2
Pavimentos y losas	8	2
Concreto ciclópeo y masivo	5	2

DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS Y PROCEDIMIENTOS DE LOS ENSAYOS

Calculo del tamaño máximo nominal.

Se considerará un tamaño máximo nominal de 3/8 de pulgadas.

De acuerdo a la tabla 4.6 se hará el cálculo del agua de diseño y la cantidad de aire.

Agua de diseño = 225 litros

Cantidad de aire = 3%=0.03 m^3

Tabla 4.6. Cantidad de agua de diseño y cantidad de aire. Fuente (Huanca, 2006)

Revenimiento (cm)	Agua (kg/m^3) para el concreto según el TMN (mm)							
	10	12.5	20	25	40	50	70	150
	Concreto sin aire incluido							
3 a 5	205	200	185	180	160	135	145	125
8 a 10	225	215	200	195	175	170	160	140
15 a 18	240	230	210	205	185	180	170	–
Cantidad de aire atrapado en el concreto sin incluir el aire (%)	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
	Concreto con aire incluido							
3 a 5	180	175	165	160	145	140	135	120
8 a 10	200	190	180	175	160	155	150	135
15 a 18	215	205	190	185	170	165	160	–

Relación agua –cemento

Se diseñará un concreto de 3000 PSI. Por lo tanto:

Tabla 4.7. Relación agua-cemento. Fuente (Huanca, 2006)

Resistencia a la compresión a los 28 días (kg/cm^2)	Sin aire	Con aire
420	0.41	-
350	0.48	0.40
280	0.57	0.48

DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS Y PROCEDIMIENTOS DE LOS ENSAYOS

Resistencia a la compresión a los 28 días (kg/cm^2)	Sin aire	Con aire
210	0.68	0.59
140	0.82	0.74

$F_c = f_c' \times$ factor de trabajo

Donde

F_c = esfuerzo de diseño

f_c' = esfuerzo a compresión del concreto.

Factor de trabajo normal: 1.20

Factor de trabajo crítico: 1:30

$F_c = (3000 \text{ PSI}) \times (1.20)$

$F_c = 3600 \text{ PSI}$

Para

$$3000 \text{ PSI} - A/C = 0.68$$

$$3600 \text{ PSI} - A/C = ?$$

$$4000 - A/C = 0.57 \text{ (ver tabla 4.7)}$$

Interpolando:

$$A/C = 0.614$$

Cantidad de cemento y número de sacos

$$A/C = 0.614, c = A/0.5$$

$$c = 225 \text{ kg} / 0.614$$

$$c = 366.45 \approx 366.5 \text{ kg}$$

$$\text{si } 1 \text{ bolsa} = 42.5 \text{ kg}$$

$$\# \text{ sacos} = 366 \text{ kg} / 42.5 \text{ kg}$$

$$\# \text{ sacos} = 8.62 \approx 9 \text{ sacos}$$

DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS Y PROCEDIMIENTOS DE LOS ENSAYOS

Peso del agregado grueso

$$PG = PVSC \times FG$$

Donde

PG = peso de la grava

$PVSC$ = peso volumetrico seco compacto

FG = factor de grava

Tabla 4.8. Volumen del agregado grueso varillado en seco.

TMN	Volumen del agregado grueso varillado en seco por volumen Unitario para distintos módulos de finura de la arena			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.75	0.73	0.71	0.69
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.82	0.80	0.78	0.76

Como el $MF = 2.99 \approx 3$, tenemos que para TMN 3/8 Pulg, ver tabla 4.8.

$$MF = 3 \rightarrow FG = 0.44$$

$$PG = (2850.085 \text{ kg/m}^3) \times (0.44 \text{ m}^3)$$

$$PG = 1254.04 \text{ kg}$$

Calculo del volumen absoluto.

$$VS = ws / (Gc \times \rho_w)$$

$$\text{cemento} = 466.5 \text{ kg} / (3.15 \times 1000 \text{ kg/m}^3) = 0.116$$

$$\text{agua} = 225 \text{ kg} / (1 \times 1000 \text{ kg/m}^3) = 0.225 \text{ m}^3$$

DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS Y PROCEDIMIENTOS DE LOS ENSAYOS

$$grava = 1254.04 \text{ kg} / (2.64 \times 1000 \text{ kg/m}^3) = 0.51 \text{ m}^3$$

$$aire = 0.03 \text{ m}^3$$

$$v = v_c + v_g + v_a + v_w$$

$$v = (0.116 + 0.51 + 0.03 + 0.225) \text{ m}^3 = 0.881 \text{ m}^3$$

Calculo del volumen de arena

$$v_{arena} = v_t - 0.881 \text{ m}^3$$

$$v_{arena} = 1 \text{ m}^3 - 0.881 \text{ m}^3 = 0.119 \text{ m}^3$$

Calculo del peso de la arena

$$w_{arena} = v_s \times G_e \times \rho_w$$

$$w_{arena} = (0.119 \text{ m}^3) \times 2.60 \times 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$w_{arena} = 309.4 \text{ kg}$$

Corrección por absorción y humedad

$$absorción \text{ en la arena} = w_{arena} \times \% \text{ abs.}$$

$$absorción \text{ en la arena} = 309.4 \text{ kg} \times \left(\frac{2.95}{100}\right) = 9.127 \text{ kg}$$

$$absorción \text{ en la grava} = w_{grava} \times \% \text{ abs.}$$

$$absorción \text{ en la grava} = 1254.04 \text{ kg} \times \left(\frac{0.98}{100}\right) = 12.29 \text{ kg}$$

$$Total = 21.417 \text{ kg}$$

$$Humedad \text{ en la arena} = w_{arena} \times \% \text{ humedad}$$

$$Humedad \text{ en la arena} = 309.4 \text{ kg} \times \left(\frac{9.89}{100}\right) = 30.6 \text{ kg}$$

$$Humedad \text{ en la grava} = w_{grava} \times \% \text{ humedad}$$

$$Humedad \text{ en la grava} = 1254.04 \text{ kg} \times \left(\frac{1.69}{100}\right) = 21.19 \text{ kg}$$

$$Total = 51.79 \text{ kg}$$

Calculo del agua de mezclado

$$A.M = AD + A. abs - A. Hum$$

$$A.M = 225 \text{ kg} + 21.417 \text{ kg} - 51.79 \text{ kg}$$

$$A.M = 194.62 \text{ kg}$$

Calculo de los volúmenes sueltos

$$V = w_s / PVSS$$

$$V_{\text{cemento}} = 366.5 \text{ kg} / (1450 \text{ kg/m}^3) = 0.253 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{arena}} = 309.4 \text{ kg} / (1119.73 \text{ kg/m}^3) = 0.276 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{grava}} = 1254.04 \text{ kg} / (2712.822 \text{ kg/m}^3) = 0.462 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{agua}} = 194.62 \text{ kg} / (1000 \text{ kg/m}^3) = 0.1945 \text{ m}^3$$

Calculo de la proporción

$$\text{cemento} = 0.253 \text{ m}^3 / 0.253 \text{ m}^3 = 1$$

$$\text{arena} = 0.276 \text{ m}^3 / 0.253 \text{ m}^3 = 1.1$$

$$\text{grava} = 0.462 \text{ m}^3 / 0.253 \text{ m}^3 = 1.83 \approx 2$$

Calculo de los pesos húmedos

$$\text{arena} = w_s \times (1 + \% Hum) = (309.4 \text{ kg}) \times (1 + 0.0989) = 340 \text{ kg}$$

$$\text{grava} = w_s \times (1 + \% Hum) = (1254.04 \text{ kg}) \times (1 + 0.0169) = 1275.23 \text{ kg}$$

Resultado final

para 1 m^3 de concreto

cemento: 8.62 bolsas

arena: 340 kg

grava: 1275.23

proporcion 1: 1.1: 2

Volumen de cilindro a ocupar = 0.00633 m^3

Cemento

$1 \text{ m}^3 \rightarrow 8.62 \text{ sacos}$

DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS Y PROCEDIMIENTOS DE LOS ENSAYOS

$0.00633m^3 \rightarrow x \text{ sacos}$

cemento $\rightarrow 0.055 \text{ sacos}$

Arena

$1m^3 \rightarrow 340 \text{ kg}$

$0.00633m^3 \rightarrow x \text{ kg}$

arena $\rightarrow 2.152 \text{ kg}$

Grava

$1m^3 \rightarrow 1275.23 \text{ kg}$

$0.00633m^3 \rightarrow x \text{ kg}$

grava $\rightarrow 8.07 \text{ kg}$

Agua

$1m^3 \rightarrow 225 \text{ lts.}$

$0.00633m^3 \rightarrow x \text{ lts}$

agua $\rightarrow 1.424 \text{ litros}$

Datos finales para concreto de 3600 PSI para un volumen de $0.00633 m^3$.

Agua = 1.424 litros

cemento = 0.055 sacos

arena = 2.152 kg

grava = 8.07 kg

4.3.10 Método estándar para la prueba de revenimiento en el concreto de cemento portland. (ASTM C 143).

Procedimiento

1. Se homogenizo la mezcla, el concreto se elaboró con las proporciones obtenidas producto del diseño de concreto elaborado.
2. Se humedeció el cono truncado y se colocó sobre una superficie plana, húmeda, no absorbente y rígida.

DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS Y PROCEDIMIENTOS DE LOS ENSAYOS

3. Se sujetó bien el molde; para ello se presionó con los pies las abrazaderas fijados en la base del molde.
4. Se vertió la mezcla de concreto hasta llenar $\frac{1}{3}$ del volumen del molde y se varillo esta primera capa con 25 golpes, los golpes fueron distribuidos de la siguiente forma la mitad en el perímetro del cono y el resto buscando el centro de manera espiral.
5. Se repitió el procedimiento para los $\frac{2}{3}$ y $\frac{3}{3}$ del molde, y una vez completada la última capa se enraso la superficie del cono.
6. Se retiró el molde del concreto, levantándolo cuidadosamente en dirección vertical y evitando cualquier movimiento lateral o de torsión.
7. Inmediatamente se midió el revenimiento, determinando la diferencia vertical entre la altura de la parte superior del molde y el centro del desplazamiento en la superficie del cono de concreto revenido.

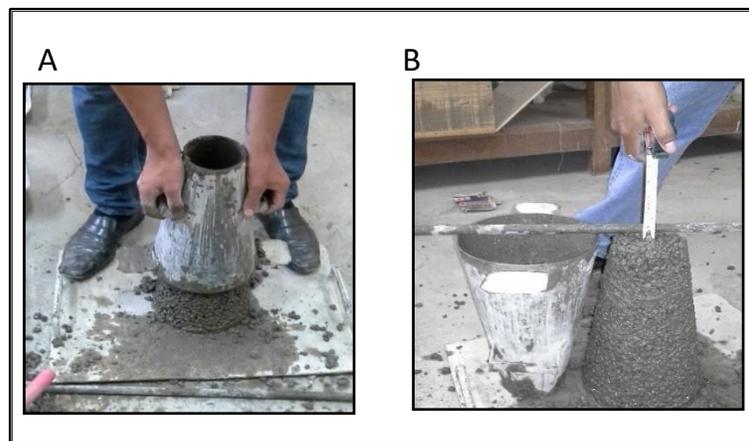


Figura 4.11. a) Retirando el molde del concreto. b) Lectura del revenimiento.

4.3.11 Dosificación y fabricación de mezclas de concreto

Procedimiento para la elaboración del concreto.

1. Una vez listo la arena, grava y cemento se procedió a pesar la cantidad de material a ocupar de cada agregado, así mismo se preparó la cantidad de agua a ocupar; todos con sus respectivos porcentajes de desperdicio.
2. Se buscó una superficie dura y lisa para evitar que los materiales se mezclaran con el suelo polvo o cualquier otro material orgánico.

DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS Y PROCEDIMIENTOS DE LOS ENSAYOS

3. Extendimos primero el agregado grueso, luego el cemento, se extendió con todo cuidado cubriendo la superficie del agregado grueso, por último, se extendió el agregado fino (arena).
4. Se mezcló con la pala todos los materiales de fuera hacia dentro repitiendo la operación unas cinco veces, dejando acomodado en forma de un pequeño volcán. Se abrió un hueco de suficiente tamaño, donde se colocó el agua de mezclado, en el centro del volcán que se ha formado con los materiales premezclados.
5. Se vertió el agua requerida y mezclo todos los materiales para obtener una, mezcla homogénea y dócil, se evitó en esta operación que el agua se moviera fuera de los agregados.
6. Con la mezcla de concreto realizada se elaboró la prueba de revenimiento, esta con el propósito de garantizar la relación agua-cemento. Durante esta prueba obtuvimos un revenimiento de 3 centímetros como resultado.

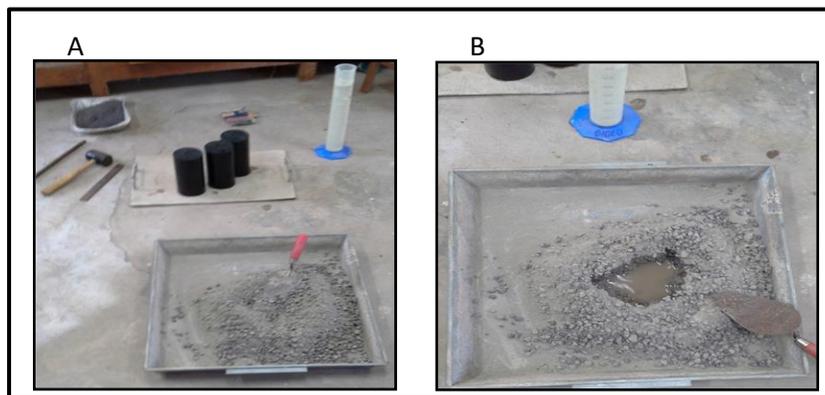


Figura 4.12. a) Mezclado de los agregados. b) Colocación de agua en el centro del volcán.

4.3.12 Preparación y curado de especímenes para los ensayos de compresión.

Procedimiento:

1. El concreto se depositó en el molde, en tres capas, aplicando 25 golpes con la varilla punta de bala en tres capas, distribuidas uniformemente en la sección, en planta del molde. Las muestras se tomaron del concreto elaborado. Después de aplicar los

DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS Y PROCEDIMIENTOS DE LOS ENSAYOS

varillas a la última capa y antes de enrasar se golpeó con la varilla punta de bala de 5 a 10 veces en dos costados opuestos del molde.



Figura 4.13. Elaboración de concreto: Golpes con mazo de hule, Envarillado y enrasado de la mezcla.

2. El concreto se dejó en los cilindros por veinticuatro horas, posterior se procedió a sacarlos del recipiente y etiquetarlos con sus respectivas fechas de elaboración y fecha para reventar, luego se introdujeron en una pileta para el proceso de curado.

4.3.13 Determinación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto.

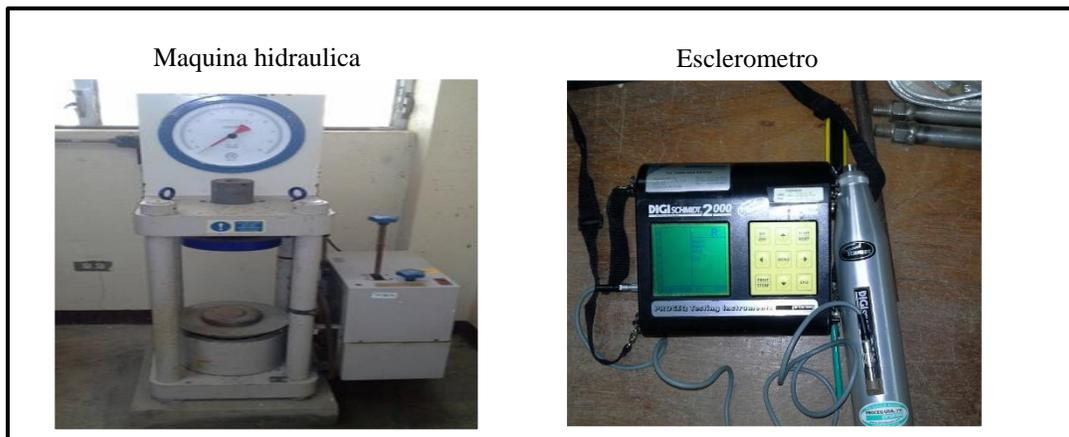


Figura 4.14. Equipos para obtener la resistencia del concreto

Procedimientos para obtener la resistencia del concreto

Para reventar los cilindros de concretos en los días ya especificados se procedió de la siguiente manera:

- ✓ Se cortaron las caras de los cilindros para nivelarlas.
- ✓ Se tomaron las áreas de las caras de cada cilindro.

DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS Y PROCEDIMIENTOS DE LOS ENSAYOS

- ✓ A continuación, se colocó el cilindro en la maquina hidráulica centrándolo con relación a la placa superior. Se pone la placa superior en contacto con el espécimen.
- ✓ Se aplica la carga de una rata de aumento constante.
- ✓ Se aumenta la carga hasta que el espécimen falle. Se debe anotar esta carga máxima aplicada, lo mismo que el tipo de fractura del cilindro.

4.4 Propuesta de explotación del banco Sinacapa.

Con el propósito de mejorar las condiciones actuales de seguridad del banco de agregado fino y contrarrestar los impactos ambientales que se derivan de la explotación de este, proponemos un método de explotación del banco Sinacapa que se apega a la Norma Técnica Ambiental para el Aprovechamiento de los bancos de préstamos para la construcción (NTON 05-016-02)

4.4.1 Delimitación física del predio

Primeramente, delimitaremos el área física del banco con una cerca perimetral, con postes de concreto de 1.50 metros de alto y alambre de púas de cinco hilos, debidamente empotrados y colocados a cada 3 metros entre sí. Lo anterior, con la finalidad de delimitar el predio y preservar las acciones de regeneración del mismo, así como para evitar accidentes tanto por la entrada no autorizada de personas como de ganado.

4.4.2 Zona de protección

Se dejará una franja de amortiguamiento de 20 metros de terreno, como mínimo, perimetral al área de explotación del banco, en la cual se conservarán intactas la vegetación original y la capa edáfica, y en su caso se reubicarán hacia ella los ejemplares de flora que se hubiesen detectado en el predio a explotar.

4.4.3 Reubicación de los caminos de acceso

Se cambiará la ruta principal de acceso al banco, con el propósito de reducir la caída de polvo a la carretera que comunica Altagracia con Moyogalpa, ya que la salida de los camiones cargados de arena, combinada con la cercanía de la calle con el banco más la mala ubicación

DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS Y PROCEDIMIENTOS DE LOS ENSAYOS

de la entrada principal del banco en la parte sur de este; provoca que el polvo emanado de los camiones se desplace sobre la calle.

Por lo tanto, se ubicará la entrada principal en la parte norte del banco aprovechando que el viento golpea en dirección noreste, lo que significa que el polvo generado por los camiones ira en dirección al banco, donde también aprovecharemos la barrera natural formada por el cerro que se encuentra en la parte norte del banco la que forma una verdadera barrera natural.

El camino exterior tendrá 7 metros de sección que permitirá el flujo vehicular en doble sentido, será de terracería mejorada a base del producto de explotación para disminuir la erosión mecánica. No se le aplicará carpeta asfáltica, para permitir la infiltración del agua pluvial y deberá contar con obras de drenaje suficientes para permitir el flujo natural de las aguas pluviales y evitar afectaciones en áreas aledañas y la interrupción de drenajes naturales.

4.4.4 Destape

Esta actividad permite retirar todo el material de sobrecarga y dejar el material útil listo para que sea arrancado por cualquiera de los medios.

Como en el banco ya existe un buen promedio de espacio destapado en el espacio restante se procederá a destapar, pero antes se conservará el suelo fértil y las especies nativas, semillas, estacas, etc., para reforestar y para la recuperación del espacio explotado.

Para ello se hará un vivero o un jardín ecológico donde se almacenen todas las especies típicas del lugar para su posterior reforestación.

Como esta actividad se hará con el debido procedimiento ayudará a que no se produzcan tolvaneras, ni se produzcan grandes sonidos que ahuyenten a la fauna existente, etc.

4.4.5 Señalamientos

El banco de materiales contara con un letrero de tamaño visible a distancia, de acuerdo con la normatividad aplicable, donde se indique claramente el nombre del banco, nombre del propietario, número de autorización expedida por el MEN (Ministerio de Energía y Minas). El letrero deberá tener como mínimo una longitud de 2 metros por 1 metro de altura.

Se colocará un sistema de señalización de áreas peligrosas y rutas de circulación correspondientes, para evitar congestionamientos y accidentes.

4.4.6 Extracción y diseño de explotación

Por la topografía que presenta el terreno la explotación que se ejecuta en estos momentos es de canteras en laderas, lo que ocasiona que el avance sea frontal y el frente de trabajo de altura creciente, ello ofreció una facilidad de apertura de la cantera y una mínima distancia de transporte inicial hasta el centro de almacenamiento.

Para nuestro nuevo plan de explotación los perfiles de corte se iniciarán a partir de los 20 m las colindancias (zona de amortiguamiento)

Diseño de la explotación

La estabilidad de los taludes en una explotación a cielo abierto no solamente es un aspecto de fundamental importancia, sino que es una de las claves de la viabilidad del proyecto, su seguridad y su rentabilidad, allí su grado de importancia de ser analizada desde las etapas iniciales del proyecto y ser comprobada y seguida con los datos obtenidos durante la explotación.

En geotecnia, el riesgo de colapso de un talud se mide en términos del llamado coeficiente de seguridad F , que es la relación entre el conjunto de las fuerzas resistentes y las desestabilizadoras que provocarían la rotura del talud. La selección de un valor de F mayor implica una disminución de riesgo, pero supone en general taludes más tendidos. El valor $F=1$ señala la frontera en la cual un talud es, o deja de ser, estable.

Según el libro Juárez Badillo para garantizar la estabilidad de un talud en la arena bastara que el ángulo del talud sea menor que el ángulo de fricción interna de la arena, que en un material suelto, seco y limpio se acercara mucho al ángulo de reposo. Por lo tanto, la condición límite de estabilidad es, simplemente:

$$c = \varnothing$$

Sin embargo, si el ángulo α es muy próximo a \varnothing , los granos de arena próximo a la frontera del talud, no sujetos a ningún confinamiento importante quedaran en una condición próxima a la

DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS Y PROCEDIMIENTOS DE LOS ENSAYOS

de deslizamiento incipiente, que no es deseable por ser el talud muy fácilmente erosionable por el viento o el agua. Por ello recomendaremos un ángulo α menor que φ .

➤ Altura de banco

La altura máxima del corte del banco (taludes), variará de acuerdo a las características Físicas y mecánicas del material que en cada caso se trate y de las dimensiones de los equipos de excavación y de carga. Para la arena en este caso será de 18 m a como establece la norma, y aunque la extracción en el sitio se hace meramente artesanal es la altura suficiente para que equipos encargados a este trabajo lo hagan cómodamente. Y aunque una altura considerable como esta tiene sus inconvenientes, se tiene las siguientes ventajas.

- Mayor rendimiento de la perforación al reducirse los tiempos muertos de cambio de posición.
- Mejora los rendimientos de los equipos de carga al reducirse los tiempos muertos por cambio de tajo, así como por desplazamientos del equipo dentro del mismo.
- Menor número de bancos y, por tanto, mayor concentración y eficiencia de la maquinaria.
- Infraestructuras de acceso más económicas por menor número de niveles de trabajo.

➤ Anchura de plataformas de trabajo

La anchura mínima de banco de trabajo es la suma de los espacios necesarios para el movimiento de la maquinaria que trabaja en ellos simultáneamente. Los tres procesos básicos que tienen lugar en el interior de una cantera son la perforación, la carga y el transporte, que pueden, o no, simultanearse en el mismo banco. La norma establece un ancho de trabajo de 8 m.

➤ Bermas

Las bermas se utilizan como plataformas de acceso en el talud de una excavación y también como áreas de protección al detener los materiales que pueden desprenderse de los frentes en los bancos superiores, hasta pistas o zonas de trabajo inferiores. En nuestro proyecto la berma será de un ancho mínimo de 8 m, con un contrapendiente del 2%.

DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS Y PROCEDIMIENTOS DE LOS ENSAYOS

Los cortes al terreno se harán siguiendo la topografía del sitio para formar terrazas y así facilitar los trabajos de restauración gradual y su integración en el entorno. La extracción de materiales deberá ser uniforme sin dejar obstáculos ni montículos en el interior del banco que pudieran interferir con las acciones de nivelación y restauración.

Desde el inicio de los trabajos se deberá llevar un libro de obra o bitácora, el cual estará foliado y debidamente encuadernado, que permanecerá en el lugar de la explotación a disposición de los inspectores de la Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado, y del municipio correspondiente. En dicha bitácora se deberán anotar, además de los generales del banco, las observaciones pertinentes en relación con el proceso de explotación, medidas de seguridad, volúmenes diarios de extracción, problemas y soluciones que se presenten, incidentes y acciones de trabajo, actividades de regeneración, mantenimiento de los equipos anticontaminantes, cambios de frente de explotación autorizados, y en general, la información técnica necesaria para escribir la memoria de explotación, agregando la fecha de cada observación, así como las observaciones de los inspectores de la Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado.

Durante la vida útil del tajo se deberá realizar la estabilización de taludes formados, considerando un ángulo de óptima estabilidad del talud, esto con la finalidad de prevenir procesos erosivos y formar una estructura estable, donde sea posible realizar actividades de recuperación.

Se deberá establecer un programa de estabilización de taludes, mediante la siembra de especies vegetales nativas de la región y de rápida propagación que pudieran ser susceptibles de sembrarse aun estando en operación el proyecto.

Queda prohibida la explotación de materiales pétreos en los predios en los que se hayan realizado actividades de restauración.

4.4.7 Transporte del material

Los materiales que serán extraídos del banco deberán ser transportados en vehículos cubiertos con lonas o costales húmedos para evitar la dispersión o producción de polvos y partículas en el trayecto que recorran.

DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS Y PROCEDIMIENTOS DE LOS ENSAYOS

De igual forma, deberán humedecer y barrer el interior de la caja de los vehículos de transporte de materiales una vez que hayan terminado su recorrido o hayan descargado los materiales respectivos, para evitar que escapen polvos, desperdicios o residuos sólidos, durante el recorrido de regreso.

4.4.8 Combustibles y lubricantes

aunque la explotación de la cantera es meramente artesanal en caso de requerir almacenamiento de combustible (diésel) en el área del banco, se realizara en depósitos con capacidad que vaya acorde al consumo mensual y adoptando las medidas de seguridad necesarias para evitar fugas, derrames, escurrimientos e incendios, que puedan afectar la calidad del suelo, aire, o agua.

4.4.9 Mantenimiento de unidades y equipo

Dentro del polígono del banco de material se destinará un sitio para realizar el mantenimiento preventivo y correctivo al equipo de trabajo, el contara con una plancha de concreto, sobre la que deberán realizarse los cambios de aceite y reparaciones de los equipos. Este sitio estará ubicado a una distancia mayor a 300 m del frente de trabajo del banco.

4.4.10 Evaluación de impactos ambientales.

La evaluación de los impactos ambientales será con el propósito de describir los posibles impactos vinculados a la explotación del banco, cuya predicción se hará valorando la importancia y magnitud de cada impacto previamente identificado. La importancia del impacto de una acción sobre un factor se refiere a la trascendencia de dicha relación, al grado de influencia que de ella se deriva en términos del cómputo de la calidad ambiental. La magnitud del impacto se refiere al grado de incidencia sobre el factor ambiental en el ámbito específico en que actúa.

Matrices de impacto ambiental:

En base a la metodología antes mencionada, se elaboran las matrices (matriz de importancia), los parámetros a evaluar son:

DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS Y PROCEDIMIENTOS DE LOS ENSAYOS

1. I: Grado de destrucción.
2. EX: Área de influencia.
3. Mo: Plazo de la manifestación.
4. Pr: Permanencia del efecto.
5. Ru: Recuperabilidad.
6. Ac: Incremento progresivo.
7. Pb: Certidumbre de la aparición.
8. Ef: Relación causa efecto.
9. Pr: Regularidad de manifestación.
10. Ps: Percepción social.

Importancia [I= - (3IN + 2EX + MO + PE + RV + AC + PB + EF + PR + PS)].

Ecuación 4.12

5 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

El objetivo de este capítulo es presentar y discutir los resultados obtenidos.

Este capítulo se divide en tres partes fundamentales:

La primera parte se enfoca en el cálculo de reserva del banco, volumen útil y vida útil del mismo. Sección 5.1

La segunda parte se enfoca en la clasificación de los agregados, así como la calidad de estos para la elaboración de mezcla de concreto. Sección 5.2.

La tercera parte hace énfasis en la descripción de los posibles impactos ambientales bajo las condiciones actuales y posteriores al diseño propuesto de explotación del banco.

5.1 Volumen útil.

Como resultado del procesamiento de la información en la herramienta CivilCAD, se obtuvo la siguiente información.

Área del banco = 18329.31 m² ≈ 1.83 Ha

Volumen en banco= 298,263 m³

Volumen suelto= 328,089.3 m³

Volumen útil del banco = 43,314 m³

Volumen suelto útil = 47645.4 m³

5.1.1 Vida útil del banco.

$$V_{util} = (47645.4 \text{ m}^3) * (1.12 \text{ ton/m}^3)$$

$$V_{util} = 53362.84 \text{ ton}$$

$$V_{util} = \frac{(53362.84 \text{ ton}) / (15 \text{ ton/día})}{(365)}$$

$$V_{util} = 10 \text{ Años}$$

Volumen (suelto-útil) =280443.9 m³

De la delimitación de los puntos agrupados se obtuvo un volumen útil del banco para la elaboración de concreto de 53362.84 ton, este siendo explotado a razón de 15 toneladas día como lo especifica la Ley de Minas para la pequeña minería tiene una vida útil de 10 años.

5.2 Resultados de laboratorios y análisis respectivo en base a la teoría.

En esta sección se hace una interpretación o análisis para los datos obtenidos en cada uno de los ensayos realizados con la utilización de las normas ASTM para cada uno de los materiales tanto agregado grueso como agregado fino de la cantera seleccionada y poder llegar a concluir si dichos materiales cumplen las características necesarias para su utilización como agregado para concreto.

Los ensayos que comprenden la determinación de las propiedades físicas que se realizaron para los agregados fueron: Gravedad específica, Pesos unitarios (peso seco suelto y seco compacto), porcentajes de absorción, humedad y granulometría. Para las propiedades mecánicas se utilizó el ensayo de abrasión en la máquina de los ángeles, al agregado grueso.

5.2.1 Análisis e interpretación de resultados del agregado fino.

Sondeo 1

Tabla 5.1. Resultados de los laboratorios del sondeo 1. Fuente Propia.

Especificación	Pruebas de laboratorios	Resultados de laboratorios	Observaciones
ASTM C 136	Granulometría de los agregados finos	Cu=9.33 Cc=1.05 MF=3.3	SW-SM, arena bien graduada con limo.
ASTM C 566-84	Contenido de Humedad	% H=7.77	
ASTM C 128	Gravedad específica y porcentaje de absorción.	Ge=2.58 % Abs=3.27	Según la tabla 2.4 de densidades corresponde a suelos orgánicos.

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Especificación	Pruebas de laboratorios	Resultados de laboratorios	Observaciones
ASTM C 29	Pesos volumétricos	PVSS=1.083 gr/cm ³ PVSC=1.65 gr/cm ³	

Las muestras obtenidas del primer punto del banco Sinacapa con coordenadas 85°37'27.3'' O y 11°29'47.9'' N, presenta 8% grava, 84% de arena y 7% de finos, según el método SUCS (ASTM 2000) es una arena bien graduada con limo SW-SM, esto se debe a que tiene un porcentaje de fino comprendido entre 5 % y 12% ver anexo 5, un $Cu \geq 6$ y $1 \leq Cc \leq 3$ rango que determinan al material bien graduado ver anexo 4. El módulo de finura debe estar entre 2.3 y 3.1, por lo tanto, no cumple esta condición, además podemos observar que la granulometría solamente se cumple en los tamices N° (50,30,16,8)

Se obtuvo un valor de gravedad específica 2.58; según la tabla N° 2.4 de densidad del suelo este material pertenece a suelos orgánicos, pero al no coincidir con las características físicas y mecánicas se dedujo que la arena podía presentar pequeñas partículas de suelos orgánicos lo que justifica el valor de gravedad encontrada. Sabemos que la mayoría de los agregados naturales tienen densidades relativas que varían de 2.4 a 2.9 (Kosmatka & C, 1992), el valor proporcionado por los laboratorios es de 2.58 lo que significa que se encuentra en el rango y puede ser utilizada en el diseño de concreto.

Otra propiedad de importancia es el valor de la absorción del agregado fino (arena), repercute a la demanda de agua de diseño de la mezcla, si el contenido de agua del concreto no es adecuado, la relación agua-cemento variara de una amasada a otra, provocando variación en las propiedades, tales como la resistencia a compresión y la trabajabilidad de este, el porcentaje de absorción varía entre el 0.2 % y 2 % para la elaboración de un buen concreto en el agregado fino, de igual forma se dice que la mayoría de agregados finos puede mantener contenidos máximos de humedad cerca del 3% al 8%, según (Kosmatka & C, 1992), conociendo nuestro resultado de absorción de 3.27 no se encuentra en el rango óptimo, esto no significa que no se pueda elaborar concreto, sino que afecta en la relación agua-cemento y en la durabilidad del concreto, además observamos que el porcentaje de humedad es de

7.7% este valor si se encuentra en el rango de contenidos máximos de humedad, de manera que puede ser mejor trabajable en las mezclas de concreto.

La densidad suelta aproximada del agregado usado comúnmente en el concreto de peso normal varia de 1200 a 1750 Kg/m³ (72 a 110 lb/pie³) (Kosmatka & C, 1992). En nuestro resultado de laboratorio tenemos un PVSS 1083 Kg/m³ este no se encuentra entre en el rango normal densidades para elaboración de concreto, lo que significa que al elaborar una mezcla de concreto la demanda de agua de mezcla y cemento normalmente aumentara.

Sondeo 2

Tabla 5.2. Resultados de los laboratorios del sondeo 2. Fuente Propia.

Especificación	Pruebas de laboratorios	Resultados de laboratorios	Observaciones
ASTM C 136	Granulometría de los agregados finos	Cu=6.70 Cc=1.26 MF=2.58	SW-SM, arena bien graduada con limo.
ASTM C 566-84	Contenido de Humedad	% H=9.88	
ASTM C 128	Gravedad específica y porcentaje de absorción.	Ge=2.68 % Abs=1.66	Según la tabla 2.4 de densidades corresponde arenas limosas.
ASTM C 29	Pesos volumétricos	PVSS=1.145 gr/cm ³ PVSC=1.728 gr/cm ³	

Las muestras obtenidas del segundo punto del banco Sinacapa con coordenadas 85°37'26.4'' O y 11°29'48.1'' N, presenta 6% grava, 83% de arena y 7% de finos, según el método SUCS (ASTM 2000) es una arena bien graduada con limo SW-SM, esto se debe a que tiene un porcentaje de fino comprendido entre 5 % y 12% anexo 6, un $Cu \geq 6$ y $1 \leq Cc \leq 3$ rango que determinan al material bien graduado ver anexo 4. El módulo de finura debe estar entre 2.3 y 3.1, para estar bien graduada, por lo tanto, cumple esta condición. Podemos observar la granulometría solamente se cumple en los tamices N° (30,16,8,4).

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Se obtuvo un valor de gravedad específica 2.68, según la tabla N° 2.4 de densidad del suelo este material corresponde a arenas limosas, lo que se puede entender que se trata de arena con presencia de limos en pequeñas cantidades, además sabemos que la mayoría de los agregados naturales tienen densidades relativas que varían de 2.4 a 2.9 para la elaboración de un buen concreto, el valor encontrado se encuentra en el rango óptimo lo que la hace adecuada para ser utilizada en el diseño de mezclas de concreto.

El porcentaje de absorción encontrado en este sondeo fue de 1.66 %, lo que indica que se encuentra en el rango de absorciones para la elaboración de concreto, el valor de la humedad corresponde al 9.88% está por encima del rango de humedades óptimas, por tanto, provocara un abudamiento de volumen de concreto durante su fabricación.

La densidad suelta encontrada en este punto es de 1145 Kg/m³ esta no se encuentra entre en el rango normal densidades para elaboración de concreto, significa que al elaborar una mezcla de concreto la demanda de agua de mezcla y cemento normalmente aumentara.

Sondeo 3

Tabla 5.3. Resultados de los laboratorios del sondeo 3. Fuente Propia.

Especificación	Pruebas de laboratorios	Resultados de laboratorios	Observaciones
ASTM C 136	Granulometría de los agregados finos	Cu=18 Cc=0.72 MF=3.32	SP-SM, arena mal graduada con limo.
ASTM C 566-84	Contenido de Humedad	% H=15.03	
ASTM C 128	Gravedad específica y porcentaje de absorción.	Ge=2.45 % Abs=4.64	Según la tabla 2.4 de densidades corresponde a suelos de origen volcánicos.
ASTM C 29	Pesos volumétricos	PVSS=1.144 gr/cm ³ PVSC=1.59 gr/cm ³	

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Las muestras obtenidas del tercer punto del banco Sinacapa con coordenadas 85°37'25.6'' O y 11°29'48.8'' N, presenta 14% grava, 74% de arena y 12% de finos, según el método SUCS (ASTM 2000) es una arena mal graduada con limo SP-SM, esto se debe a que tiene un porcentaje de fino comprendido entre 5 % y 12% anexo 7, un $Cu < 6$ y $1 > Cc > 3$ rango que determinan al material mal graduado ver anexo 4. El módulo de finura debe estar entre 2.3 y 3.1, por lo tanto, no cumple esta condición. Podemos observar la granulometría solamente se cumple en tres N° (50,30,16).

Se obtuvo un valor de gravedad específica 2.45, según la tabla N° 2.4 el material corresponde a suelos de origen volcánicos, este valor se encuentra en el rango óptimo de gravedades específicas para elaboración de concreto.

El porcentaje de absorción encontrado es de 4.64% no se encuentra en el rango óptimo, lo que significa que al elaborar concreto afectara la relación agua-cemento y la durabilidad de este, el porcentaje de humedad es de 15.03%, significa que está por encima del rango de contenidos óptimos de humedades este valor provocara un abudamiento en el volumen del concreto durante su fabricación.

La densidad suelta es de 1144 Kg/m³ no se encuentra en el rango normal para densidades, como resultado tendremos una mayor demanda de agua de mezcla y cemento.

Sondeo 4

Tabla 5.4. Resultado de los laboratorios del sondeo 4. Fuente Propia.

Especificación	Pruebas de laboratorios	Resultados de laboratorios	Observaciones
ASTM C 136	Granulometría de los agregados finos	Cu=21.6 Cc=1.28 MF=3.33	SW-SM, arena bien graduada con limo.
ASTM C 566-84	Contenido de Humedad	% H=8.66	
ASTM C 128	Gravedad específica y porcentaje de absorción.	Ge=2.04 % Abs=2.01	Según la tabla 2.4 de densidades corresponde a suelos de orígenes volcánicos.
ASTM C 29	Pesos volumétricos	PVSS=1.21 gr/cm ³ PVSC= 1.57 gr/cm ³	

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Las muestras obtenidas del cuarto punto del banco Sinacapa con coordenadas 85°37'24.2'' O y 11°29'49.3'' N, presenta 14% grava, 76% de arena y 10% de finos, según el método SUCS (ASTM 2000) es una arena bien graduada con limo SW-SM, esto se debe a que tiene un porcentaje de fino comprendido entre 5 % y 12% ver nexo 8, un $Cu \geq 6$ y $1 \leq Cc \leq 3$ rango que determinan al material bien graduado, ver anexo 4. El módulo de finura debe estar entre 2.3 y 3.1, por lo tanto, no cumple esta condición. La granulometría solamente se cumple en los tamices N° (50,30,16).

La gravedad específica es 2.04 corresponde a suelos de orígenes volcánicos, se encuentra en el rango óptimo de gravedades específicas adecuada para ser utilizada en el diseño de concreto.

Los valores de absorción y porcentajes de humedad en este punto son de 4.64% y 15.03% respectivamente, ambos datos no se encuentran dentro de los rangos óptimo de absorción y humedades para la fabricación de concreto.

La densidad suelta es de 1210 Kg/m³ este se encuentra en el rango normal de densidades para elaborar concreto.

Sondeo 5

Tabla 5.5. Resultados de los laboratorios del sondeo 5. Fuente Propia.

Especificación	Pruebas de laboratorios	Resultados de laboratorios	Observaciones
ASTM C 136	Granulometría de los agregados finos	Cu=4.50 Cc=1.39 MF=3.95	SP, arena mal graduada
ASTM C 566-84	Contenido de Humedad	% H=9.85	
ASTM C 128	Gravedad específica y porcentaje de absorción.	Ge=2.68 % Abs=1.85	Según la tabla 2.4 de densidades corresponde a arenas limosas.
ASTM C 29	Pesos volumétricos	PVSS=0.98 gr/cm ³ PVSC= 1.33 gr/cm ³	

Las muestras obtenidas del quinto punto del banco Sinacapa con coordenadas 85°37'26.3'' O y 11°29'51.3'' N, presenta 11% grava, 86% de arena y 3% de finos, según el método SUCS

(ASTM 2000) es una arena mal graduada con limo SP, esto se debe a que tiene un porcentaje de fino < 5% ver anexo 9 y un $Cu < 6$ y/o $1 > Cc > 3$ rango que determinan al material mal graduado, ver anexo 4. El módulo de finura debe estar entre 2.3 y 3.1, por lo tanto, no cumple esta condición. La granulometría no cumple en ninguno de los tamices.

Tenemos gravedad específica de 2.68 material que corresponde a arenas limosas, se encuentra en el rango óptimo de gravedades específicas adecuada para ser utilizada en el diseño de mezclas de concreto.

La absorción encontrada en este sondeo fue de 1.85 %, lo que indica que se encuentra en el rango de absorciones para la elaboración de concreto, además tenemos un valor de humedad de 9.85%, está por encima del rango de humedades provocara un abudamiento de volumen de concreto durante su fabricación.

La densidad suelta en este punto es de 980 Kg/m³ no se encuentra en el rango normal de densidades para elaborar concreto.

Sondeo 6

Tabla 5.6. Resultados de los laboratorios del sondeo 6. Fuente Propia.

Especificación	Pruebas de laboratorios	Resultados de laboratorios	Observaciones
ASTM C 136	Granulometría de los agregados finos	Cu=5.71 Cc=1.43 MF=2.23	SM arena limosa.
ASTM C 566-84	Contenido de Humedad	%H=8.32	
ASTM C 128	Gravedad específica y porcentaje de absorción.	Ge=2.68 %Abs=4.99	Según la tabla 2.4 de densidades corresponde a arenas limosas.
ASTM C 29	Pesos volumétricos	PVSS=1.12gr/cm ³ PVSC=1.66gr/cm ³	

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Las muestras obtenidas de este punto del banco Sinacapa con coordenadas 85°37'27'' O y 11°29'48.9'' N, presenta 4% grava, 78% de arena y 18% de finos, según el método SUCS (ASTM 2000) es una arena limosa SM, esto se debe a que tiene un porcentaje de fino >12%, esto determina al material mal graduado, ver anexo 4. El módulo de finura debe estar entre 2.3 y 3.1, por lo tanto, no cumple esta condición. La granulometría solamente se cumple en los tamices N° (16,8,4) ver anexo 10.

Según la tabla N° 3 de densidad del suelo este material corresponde a arenas limosas al presenta un valor de gravedad específica de 2.68, valor que se encuentra en el rango óptimo de gravedades específicas adecuado para ser utilizada en el diseño de mezclas de concreto.

Los valores de absorción y porcentajes de humedad en este punto son de 4.99% y 8.32% respectivamente, ambos datos no se encuentran dentro de los rangos óptimo de absorción y humedades para la fabricación de un buen concreto.

La densidad suelta del punto es de 1120 Kg/m³ no se encuentra en el rango normal de densidades para la elaboración de concreto.

Sondeo7

Tabla 5.7. Resumen de laboratorios del sondeo 7. Fuente Propia.

Especificación	Pruebas de laboratorios	Resultados de laboratorios	Observaciones
ASTM C 136	Granulometría de los agregados finos	Cu=3.40 Cc=1.27 MF=4.02	SW, arena bien graduada.
ASTM C 566-84	Contenido de Humedad	%H=9.62	
ASTM C 128	Gravedad específica y porcentaje de absorción.	Ge=2.48 %Abs=0.29	Según la tabla 2.4 de densidades corresponde a suelos de orígenes volcánicos
ASTM C 29	Pesos volumétricos	PVSS=0.934gr/cm ³ PVSC= 1.27gr/cm ³	

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Las muestras obtenidas del correspondiente punto del banco Sinacapa con coordenadas 85°37'26.6" O y 11°29'49.3" N, presenta 10% grava, 88% de arena y 2% de finos, según el método SUCS (ASTM 2000) es una arena bien graduada SW, esto se debe a que tiene un porcentaje de fino <5 %, y un $Cu \geq 6$ y $1 \leq Cc \leq 3$ rango que determinan al material bien graduado ver anexo 4. El módulo de finura debe estar entre 2.3 y 3.1, por lo tanto, no cumple esta condición. En el anexo 11 podemos observar la granulometría cumple en todos los tamices.

Gravedad específica 2.48, material que pertenece a suelos de origen volcánicos, con valor de gravedad específica aceptable para elaborar concreto.

El porcentaje de absorción encontrado fue de 0.29 % y el de humedad 9.62%; lo que identifica al primero en el rango y el segundo por encima del valor óptimo que deberían presentar para la elaboración de concretos.

Con respecto a la densidad suelta es de 934 Kg/m³, no se encuentra en el rango normal para elaborar concreto porque supone una mayor demanda de agua de mezcla y cemento.

Sondeo 8

Tabla 5.8. Resumen de laboratorios del sondeo 8. Fuente Propia.

Especificación	Pruebas de laboratorios	Resultados de laboratorios	Observaciones
ASTM C 136	Granulometría de los agregados finos	$Cu=8.50$ $Cc=1.06$ $MF=2.8$	SW-SM, arena bien graduada con limo
ASTM C 566-84	Contenido de Humedad	$\%H=14.68$	
ASTM C 128	Gravedad específica y porcentaje de absorción.	$Ge=2.67$ $\%Abs=4.29$	Según la tabla 2.4 de densidades corresponde a arenas limosas.
ASTM C 29	Pesos volumétricos	$PVSS=1.167\text{gr/cm}^3$ $PVSC=1.65\text{ gr/cm}^3$	

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Las muestras obtenidas del correspondiente punto del banco Sinacapa con coordenadas 85°37'26.6'' O y 11°29'49.8'' N, presenta 7% grava, 83% de arena y 10% de finos, según el método SUCS (ASTM 2000) es una arena bien graduada con limo SW-SM, esto se debe a que tiene un porcentaje de fino comprendido entre 5 % y 12%, un $Cu \geq 6$ y $1 \leq Cc \leq 3$ rango que determinan al material bien graduado ver anexo 4. El módulo de finura debe estar entre 2.3 y 3.1, cumple esta condición. En el anexo 12 podemos observar la granulometría cumple en los tamices N° (50,30,16,8).

Gravedad específica, absorción y porcentajes de humedad en este punto es de 2.67, 4.29% y 14.68% respectivamente; pertenece a arenas limosas, solo la gravedad específica se encuentra en rango para la elaboración de concreto.

La densidad suelta del sondeo es de 1167 Kg/m³; se encuentra en el rango normal de densidades para elaboración de concreto.

Sondeo 9

Tabla 5.9. Resumen de laboratorios del sondeo 9. Fuente Propia.

Especificación	Pruebas de laboratorios	Resultados de laboratorios	Observaciones
ASTM C 136	Granulometría de los agregados finos	$Cu=9.38$ $Cc=1.04$ $MF=3.36$	SW-SM, arena bien graduada con limo
ASTM C 566-84	Contenido de Humedad	$\%H=9.42$	
ASTM C 128	Gravedad específica y porcentaje de absorción.	$Ge=2.68$ $\%Abs=4.67$	Según la tabla 2.4 de densidades corresponde a arenas limosas.
ASTM C 29	Pesos volumétricos	$PVSS=0.99$ gr/cm ³ $PVSC=1.40$ gr/cm ³	

Las muestras obtenidas del noveno punto del banco Sinacapa con coordenadas 85°37'26.6'' O y 11°29'50.2'' N, presenta 8% grava, 85% de arena y 7% de finos, según el método SUCS (ASTM 2000) es una arena bien graduada con limo SW-SM, esto se debe a que tiene un

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

porcentaje de fino comprendido entre 5 % y 12%, un $Cu \geq 6$ y $1 \leq Cc \leq 3$ rango que determinan al material bien graduado ver anexo 4. El módulo de finura debe estar entre 2.3 y 3.1, por lo tanto, no cumple esta condición. En el anexo 13 podemos observar la granulometría solamente se cumple en los tamices N° (50,30).

Se obtuvo un valor de gravedad específica 2.68 según la tabla N° 3 de densidad del suelo este material corresponde a arenas limosas, este valor se encuentra en el rango óptimo de gravedades específicas lo que la hace adecuada para ser utilizada en el diseño de mezclas de un concreto.

Los valores de absorción y porcentajes de humedad son de 4.67% y 9.42% respectivamente, ambos datos no se encuentran dentro de los rangos óptimo de absorción y humedades.

La densidad suelta del sondeo es de 990 Kg/m³ no se encuentra en el rango normal densidades para elaboración de concreto, lo que significa que al elaborar una mezcla de concreto la demanda de agua de mezcla y cemento normalmente aumentara.

Sondeo 10

Tabla 5.10. Resumen de laboratorios del sondeo 10. Fuente Propia.

Especificación	Pruebas de laboratorios	Resultados de laboratorios	Observaciones
ASTM C 136	Granulometría de los agregados finos	$Cu=7.69$ $Cc=0.84$ $MF=2.93$	SP-SM, arena mal graduada con limo.
ASTM C 566-84	Contenido de Humedad	% H=7.16	
ASTM C 128	Gravedad específica y porcentaje de absorción.	$Ge=2.68$ % Abs=3.13	Según la tabla 2.4 de densidades corresponde a arenas limosas.
ASTM C 29	Pesos volumétricos	$PVSS=1.189$ gr/cm ³ $PVSC=1.74$ gr/cm ³	

Las muestras obtenidas del décimo punto del banco Sinacapa con coordenadas 85°37'26.7'' O y 11°29'51.2'' N, presenta 5% grava, 87% de arena y 8% de finos, según el método SUCS (ASTM 2000) es una arena mal graduada con limo SP-SM, esto se debe a que tiene un porcentaje de fino comprendido entre 5 % y 12%, un $Cu < 6$ y $1 > Cc > 3$ rango que determinan

al material mal graduado, ver anexo 4. El módulo de finura debe estar entre 2.3 y 3.1, cumple esta condición. En el anexo 14 podemos observar la granulometría solamente se cumple en los tamices N° (50,30,16,8,4).

Gravedad específica de 2.68, material que corresponde a arenas limosas, este valor se encuentra en el rango óptimo de gravedades, la hace adecuada para ser utilizada en el diseño de mezclas de concreto.

El porcentaje de absorción encontrado es de 3.13 % no se encuentra en el rango óptimo para la elaboración de concreto, el porcentaje de humedad es de 7.16% está en el rango de contenidos máximos de humedad.

La densidad suelta de este punto es de 1189 Kg/m³ este no se encuentra en el rango normal densidades para elaboración de concreto.

Sondeo 11

Tabla 5.11. Resumen de laboratorios del sondeo 11. Fuente Propia.

Especificación	Pruebas de laboratorios	Resultados de laboratorios	Observaciones
ASTM C 136	Granulometría de los agregados finos	Cu=21.43Cc=0.92 MF=3	SM arena limosa.
ASTM C 566-84	Contenido de Humedad	%H=11.66	
ASTM C 128	Gravedad específica y porcentaje de absorción.	Ge=2.68 %Abs=2.95	Según la tabla 2.4 de densidades corresponde a arenas limosas.
ASTM C 29	Pesos volumétricos	PVSS=0.95gr/cm ³ PVSC=1.33gr/cm ³	

Las muestras obtenidas de este punto del banco Sinacapa con coordenadas 85°37'27.1'' O y 11°29'49.1'' N, presenta 10% grava, 66% de arena y 24% de finos, según el método SUCS (ASTM 2000) es una arena limosa SM, esto se debe a que tiene un porcentaje de fino >12%,

esto determinan al material mal graduado, ver anexo 4. El módulo de finura debe estar entre 2.3 y 3.1, por lo tanto, cumple esta condición. En el anexo 15 podemos observar la granulometría solamente se cumple en los tamices N° (50,30,16).

Se obtuvo un valor de gravedad específica 2.68 según la tabla N° 3 de densidad del suelo este material corresponde a arenas limosas, valor que se encuentra en el rango óptimo de gravedades específicas lo que hace adecuada a la arena para ser utilizada en el diseño de mezclas de un concreto.

Los valores de absorción y porcentajes de humedad en este punto son de 2.95% y 11.66% respectivamente, ambos datos no se encuentran dentro de los rangos óptimo de absorción y humedades para la fabricación de concreto.

La densidad suelta es de 950 Kg/m³ no se encuentra en el rango normal de densidades para elaboración de concreto por resultar muy bajo, lo significara mayor demanda de agua y cemento.

Sondeo 12

Tabla 5.12. Resumen de laboratorios del sondeo 12. Fuente Propia.

Especificación	Pruebas de laboratorios	Resultados de laboratorios	Observaciones
ASTM C 136	Granulometría de los agregados finos	Cu=8.80 Cc=1.02 MF=2.74	SW-SM, arena bien graduada con limo
ASTM C 566-84	Contenido de Humedad	%H=7.09	
ASTM C 128	Gravedad específica y porcentaje de absorción.	Ge=2.60 %Abs=1.61	Según la tabla 2.4 de densidades corresponde a suelos orgánicos .
ASTM C 29	Pesos volumétricos	PVSS=1.191gr/cm ³ PVSC= 1.68gr/cm ³	

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Las muestras obtenidas de este punto del banco Sinacapa con coordenadas 85°37'26.9'' O y 11°29'49.5'' N, presenta 5% grava, 84% de arena y 11% de finos, según el método SUCS (ASTM 2000) es una arena bien graduada con limo SW-SM, esto se debe a que tiene un porcentaje de fino comprendido entre 5 % y 12%, un $Cu \geq 6$ y $1 \leq Cc \leq 3$ rango que determinan al material bien graduado, ver anexo 4. El módulo de finura debe estar entre 2.3 y 3.1, cumple esta condición. En el anexo 16 podemos observar la granulometría cumple en los tamices N° (50,30,16,8,4).

Gravedad específica 2.60, pertenece a suelos de origen orgánicos, no coincide con las características físicas; lo que supone que contiene pequeñas partículas de suelos orgánicos. este valor se encuentra en el rango óptimo de gravedades específicas lo que la hace adecuada para ser utilizada en el diseño de mezclas de un concreto.

Conociendo los resultados de absorción y humedad de 1.61% y 7.09 % respectivamente están en los rangos de valores apropiados para la fabricación de un buen concreto. La densidad suelta de este punto es de 1191 Kg/m³ este no se encuentra entre en el rango normal de densidades, lo que supone una mayor demanda de agua y cemento al fabricar un concreto.

Sondeo 13

Tabla 5.13. Resumen de laboratorios del sondeo 13. Fuente Propia.

Especificación	Pruebas de laboratorios	Resultados de laboratorios	Observaciones
ASTM C 136	Granulometría de los agregados finos	$Cu=13.64$ $Cc=0.62$ $MF=3.21$	SP-SM, arena mal graduada con limo
ASTM C 566-84	Contenido de Humedad	$\%H=6.66$	
ASTM C 128	Gravedad específica y porcentaje de absorción.	$Ge=2.39$ $\%Abs=4.39$	Según la tabla 2.4 de densidades corresponde a suelos de origen volcánico.
ASTM C 29	Pesos volumétricos	$PVSS=1.27$ gr/cm ³ $PVSC=1.72$ gr/cm ³	

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Las muestras obtenidas de este punto del banco Sinacapa con coordenadas 85°37'28.2'' O y 11°29'50.7'' N, presenta 14% grava, 75% de arena y 11% de finos, según el método SUCS (ASTM 2000) es una arena mal graduada con limo SP-SM, esto se debe a que tiene un porcentaje de fino comprendido entre 5 % y 12%, un $Cu < 6$ y $1 < Cc > 3$ rango que determinan al material mal graduado, ver anexo 4. El módulo de finura debe estar entre 2.3 y 3.1, por lo tanto, no cumple esta condición. En el anexo 17 podemos observar la granulometría solamente se cumple en dos tamices N° (30,16).

Gravedad específica 2.39 corresponde a suelos de orígenes volcánicos, este valor se encuentra en el rango óptimo de gravedades específicas. El porcentaje de absorción encontrado es de 4.39 % y el porcentaje de humedad de 6.66 % el primero no se encuentra en el rango óptimo y el segundo está en el rango de contenidos máximos de humedad para obtener un buen concreto.

La densidad suelta que corresponde a este punto es de 1270 Kg/m³ este se encuentra entre en el rango normal densidades para elaboración de concreto.

Sondeo 14

Tabla 5.14. Resumen de laboratorios del sondeo 14. Fuente Propia.

Especificación	Pruebas de laboratorios	Resultados de laboratorios	Observaciones
ASTM C 136	Granulometría de los agregados finos	$Cu=7.50$ $Cc=0.83$ $MF=3.5$	SP-SM, arena mal graduada con limo
ASTM C 566-84	Contenido de Humedad	$\%H=7.77$	
ASTM C 128	Gravedad específica y porcentaje de absorción.	$Ge=2.60$ $\%Abs=6.59$	Según la tabla 2.4 de densidades corresponde a suelos orgánicos.
ASTM C 29	Pesos volumétricos	$PVSS=1.265$ gr/cm ³ $PVSC=1.69$ gr/cm ³	

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Las muestras obtenidas de este punto del banco Sinacapa con coordenadas 85°37'27.8'' O y 11°29'50.9'' N, presenta 12% grava, 83% de arena y 6% de finos, según el método SUCS (ASTM 2000) es una arena mal graduada con limo SP-SM, esto se debe a que tiene un porcentaje de fino comprendido entre 5 % y 12%, un $Cu < 6$ y $1 < Cc > 3$ rango que determinan al material mal graduado, ver anexo 4. El módulo de finura debe estar entre 2.3 y 3.1, por lo tanto, no cumple esta condición. En el anexo 18 podemos observar la granulometría cumple en los tamices N° (100,50,30,16).

Se obtuvo un valor de gravedad específica 2.60 este material pertenece a suelos orgánicos, se dedujo que esta podía presentar pequeñas partículas de suelos orgánicos lo que justifica su valor de gravedad, este valor se encuentra en el rango óptimo de gravedades específicas.

En este punto del banco el porcentaje de absorción encontrado es de 6.59 % no se encuentra en el rango óptimo para la elaboración de concreto, el porcentaje de humedad es de 7.77% este valor está en el rango de contenidos máximos de humedad. La densidad suelta de este sondeo es de 1265 Kg/m³ este se encuentra entre en el rango normal de densidades.

Sondeo 15

Tabla 5.15. Resumen de laboratorios del sondeo 15. Fuente Propia.

Especificación	Pruebas de laboratorios	Resultados de laboratorios	Observaciones
ASTM C 136	Granulometría de los agregados finos	Cu=11 Cc=0.93 MF=2.9	SP-SM, arena mal graduada con limo.
ASTM C 566-84	Contenido de Humedad	% H=14.82	
ASTM C 128	Gravedad específica y porcentaje de absorción.	Ge=2.68 % Abs=0.52	Según la tabla 2.4 de densidades corresponde a arenas limosas.
ASTM C 29	Pesos volumétricos	PVSS=1.158gr/cm ³ PVSC=1.655gr/cm ³	

Las muestras obtenidas del segundo punto del banco Sinacapa con coordenadas 85°37'27.1'' O y 11°29'51.1'' N, presenta 8% grava, 81% de arena y 11% de finos, según el método SUCS (ASTM 2000) es una arena mal graduada con limo SP-SM, esto se debe a que tiene un

porcentaje de fino comprendido entre 5 % y 12%, un $Cu < 6$ y $1 > Cc > 3$ rango que determinan al material mal graduado, ver anexo 4. El módulo de finura debe estar entre 2.3 y 3.1, cumple esta condición. En el anexo 19 podemos observar la granulometría solamente se cumple en los tamices N° (30,16,8).

Se obtuvo un valor de gravedad específica 2.68, corresponde a arenas limosas, este valor se encuentra en el rango óptimo de gravedades específicas lo que la hace adecuada para ser utilizada en el diseño de mezclas concreto.

El porcentaje de absorción encontrado en este sondeo fue de 0.52 %, está en el rango de absorciones, el valor de la humedad corresponde al 14.82% el cual está por encima del rango de humedades óptimas para elaborar concretos.

La densidad suelta encontrada en este punto es de 1158 Kg/m³ este no se encuentra entre en el rango normal de densidades para elaboración de concreto.

5.2.2 Agrupación de sondeos con características semejantes.

En la figura 5.1 se observa el banco de agregado fino con un área delimitada por puntos en los cuales se realizaron sondeos, estos escogidos en nuestro trabajo para el diseño de mezcla de concreto.



Figura 5.1. Área delimitada por las arenas agrupados.

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Se analizaron los sondeos de manera individual de acuerdo a sus propias características para ver su comportamiento en la elaboración de concreto; pero a manera general se puede observar que las características de Modulo de finura y porcentajes de finos son semejantes en la mayoría de puntos; oscilando (6-11) el porcentaje de finos y (2.3-3.5) el MF, a excepción de los sondeos 6, 7 y 11; las arenas descritas como bien graduada corresponden a los sondeos (S1, S2, S4, S7, S8, S9 y S12), en base a la buena granulometría de estas arenas fue que decidimos agruparlas ver tabla 5.16 para diseñar un concreto y comprobar su resistencia a la compresión, de igual manera comprobaremos si los módulos de finuras y porcentajes de finos que no se encuentran en el rango afectan directamente en la resistencia del concreto..

Con respecto a la gravedad específica, pesos unitarios, absorción y humedad estas son características de cada material que sirven para elaborar la mezcla de concreto, y aunque fueron evaluadas con ciertos rangos en cada sondeo no significa que son regidos por la ASTM, son valores recomendados como óptimos según el Diseño y Control de Mezcla de Concreto (Portland Cement Association), que facilitan la elaboración de concreto y que algunos valores de estas características pueden ser corregidos durante el diseño de la mezcla de concreto.

En la tabla 5.16 se mostrarán las características de la arena mezclada producto del cuarteo de los sondeos agrupados.

Tabla 5.16. Resultados de los laboratorios de la arena mezclada. Fuente Propia.

Especificación	Pruebas de laboratorios	Resultados de laboratorios	Observaciones
ASTM C 136	Granulometría de los agregados finos	Cu=6.25 Cc=1.27 MF=3.1	SW-SM, arena bien graduada con limo.
ASTM C 566-84	Contenido de Humedad	% H=9.89	
ASTM C 128	Gravedad específica y porcentaje de absorción.	Ge=2.60 % Abs=2.95	Según la tabla 2.4 de densidades corresponde a suelos orgánicos.

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Especificación	Pruebas de laboratorios	Resultados de laboratorios	Observaciones
ASTM C 29	Pesos volumétricos	PVSS=1.12 gr/cm ³ PVSC=1.58 gr/cm ³	

Las muestras obtenidas de la agrupación de arenas, presenta 4% grava, 90% de arena y 8% de finos, según el método SUCS (ASTM 2000) es una arena bien graduada con limo SW-SM, esto se debe a que tiene un porcentaje de fino comprendido entre 5 % y 12%, un $Cu \geq 6$ y $1 \leq Cc \leq 3$ rango que determinan al material bien graduado, ver anexo 4. El módulo de finura debe estar entre 2.3 y 3.1, cumple esta condición. En anexo 20 podemos observar la granulometría cumple en los tamices N° 3/8,16,50 y muy cerca del límite inferior de los tamices 4 y 8.

Gravedad específica 2.60, pertenece a suelos de origen orgánicos, no coincide con las características físicas; lo que supone que contiene pequeñas partículas de suelos orgánicos. Este valor se encuentra en el rango óptimo de gravedades específicas lo que la hace adecuada para ser utilizada en el diseño de mezclas de un concreto.

El porcentaje de absorción encontrado en este sondeo fue de 2.95 %, no se encuentra en el rango óptimo, esto no significa que no se pueda elaborar concreto, sino que afecta en la relación agua-cemento y en la durabilidad del concreto, el valor de la humedad corresponde al 9.89% está por encima del rango de humedades óptimas, por tanto, provocara un abudamiento de volumen de concreto durante su fabricación.

La densidad suelta de este punto es de 1119.73 Kg/m³ este no se encuentra entre en el rango normal densidades para elaboración de concreto, lo que significa que al elaborar una mezcla de concreto la demanda de agua de mezcla y cemento normalmente aumentara.

5.2.3 Análisis e interpretación de resultados del agregado grueso.

Tabla 5.17. Tabla resumen de los laboratorios del agregado grueso. Fuente Propia.

Especificación	Pruebas de laboratorios	Resultados de laboratorios	Observaciones
ASTM C 136	Granulometría de los agregados finos	Cu=2.62 Cc=0.94	GP, grava mal graduada.
ASTM C 566-84	Contenido de Humedad	%H=1.69	
ASTM C 127	Gravedad específica y porcentaje de absorción.	Ge=2.46 % Abs=0.98	
ASTM C 29	Pesos volumétricos	PVSS=1712.822gr/cm ³ PVSC=2850.085gr/cm ³	
ASTM C 131	Resistencia al desgastes.	% Desgastes=37.5	Cumple con el porcentaje según el NIC 2000 que exige como máximo el 40% .

Las muestras se extrajeron del banco con coordenadas 85°37'45.9'' O y 11°29'41.5''N, presenta 97% grava y 3% de arena según el método SUCS (ASTM 2000) es una grava mal graduada, esto se debe a que tiene un porcentaje de fino <5%, Cu<4 y/o 1>Cc>3 esto determinan al material mal graduado, ver anexo 4. Según los límites que establece la norma ASTM C 33, se puede observar en el anexo 21 que la granulometría esta fuera de los limites solo en un tamiz (1´), el resto de propiedades físicas que aparecen en la tabla 5.17 son propia de cada material y son considerada a realizar la mezcla de concreto.

En este caso puede observarse que se trata de un material de gravedad específica baja, con pesos volumétricos altos y un porcentaje de absorción bajo, lo que indica que es un material bastante denso y poco poroso con una resistencia a la degradación mecánica aceptable como se puede comprobar en el porcentaje de desgastes por abrasión, el cual indica que tiene un 37.5 por ciento, cuando la norma admite un 50 por ciento.

5.3 Resultados de los ensayos a compresión del concreto.

Se fabricaron cilindros de concreto con las muestras de arena agrupadas para verificar su desempeño en el diseño del concreto para una resistencia 3600 psi (252 kg/cm^2). Elaborados los cilindros se procedió a curarlos y ensayarlos a los 7,14y 28 días como lo especifica la norma C 39.

En la tabla 5.18 se muestran los resultados de los ensayos a compresión del concreto

Tabla 5.18. Resultados de ensayos a compresión del concreto. Fuente Propia.

Cilindro	Edad	Área (cm^2)	Carga (KN)	Carga(Kg)	f_c (kg/cm^2)
A	7	81.71	124	12640.16	155
B	14	81.71	137	13965.34	171
C	28	81.71	228	23241.59	284

Interpretación de resultados a los 7 días de edad.

Puede verse que la resistencia alcanzada a los 7 días fue de 155 kg/cm^2 , el cual cumple con el 60 % (151 kg/cm^2) del valor esperado de 252 kg/cm^2 . Como se sabe en base a la teoría y a la práctica este valor de 155 kg/cm^2 ira aumentando eventualmente hasta alcanzar el valor esperado cuando el concreto tenga una mayor edad.

Ruptura del cilindro a los 7 días de edad.

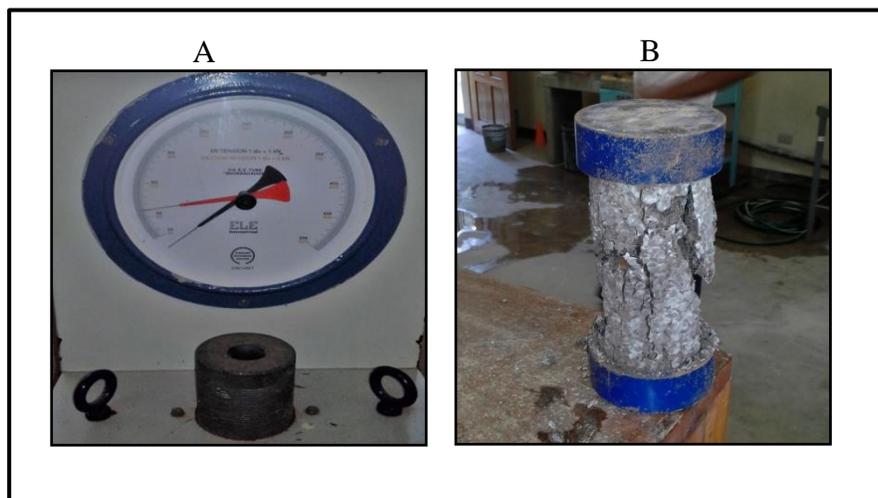


Figura 5.2. a) Lectura de concreto a los 7 días de edad. b) Ruptura del espécimen de concreto.

La fuerza aplicada de 124 KN sobre el cilindro provocó una ruptura céntrica vertical desde la parte superior hasta la inferior de este, lo que significa que la fuerza actuante se distribuyó de forma uniforme en el espécimen de concreto haciendo que este alcanzará su valor máximo de compresión logrando así un resultado confiable.

Interpretación de resultados a los 14 días de edad.

Como se puede ver en la tabla 5.18 la resistencia alcanzada a los 14 días fue de 171 kg/cm^2 , lo cual equivale al 68 % del valor de 252 kg/cm^2 de la resistencia del concreto diseñado.

Ruptura del cilindro a los 14 días de edad.

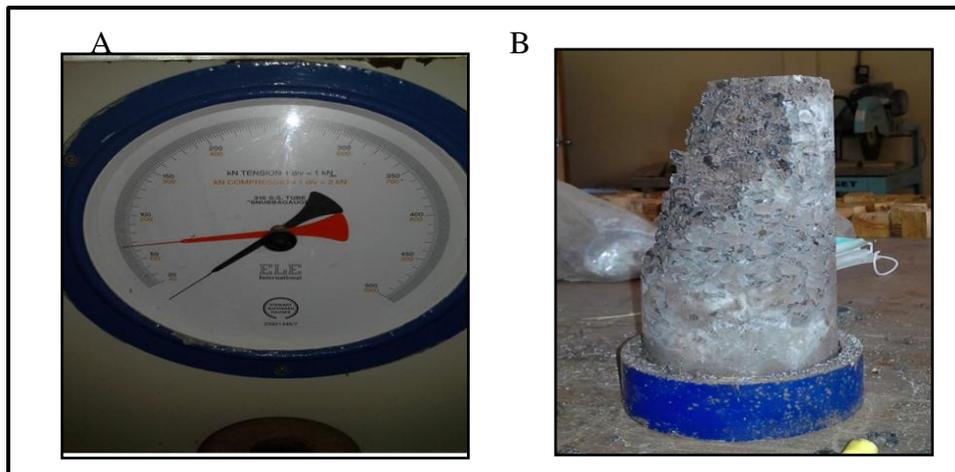


Figura 5.3. a) Lectura de concreto a los 14 días de edad. b) Ruptura del espécimen de concreto.

La fuerza aplicada de 137 KN sobre el cilindro provocó una ruptura transversal desde la parte superior hasta la parte media de este figura 5.2, lo que significa que la fuerza actuante no se distribuyó de forma uniforme en el espécimen de concreto haciendo que este no alcanzará su valor máximo de compresión, cuando los resultados de las pruebas de resistencia indican que el concreto suministrado no cumple con los requerimientos de la especificación es importante reconocer que la falla puede radicar en las pruebas, y no en el concreto lo que justifica que no se haya alcanzado el valor esperado, ya que en el proceso de la ruptura del concreto se cometió un error al variar la velocidad de compresión.

Interpretación de resultados a los 28 días de edad.

El concreto se diseña para producir una resistencia promedio superior a la resistencia especificada de manera tal que se pueda minimizar el riesgo de no cumplir la especificación de resistencia.

Como se puede observar en la tabla de Resultados de ensayos a compresión del concreto la resistencia alcanzada del tercer cilindro de concreto a los 28 días fue de 284 kg/cm^2 superando de esta manera el valor estimado diseño de 252 kg/cm^2 , cumpliendo de esta manera satisfactoriamente los resultados esperados.

Ruptura del cilindro a los 28 días de edad.



Figura 5.4. Concreto a compresión hidráulica, lectura de resistencia y ruptura del espécimen.

La fuerza aplicada de 228 KN sobre el cilindro provocó una ruptura céntrica vertical desde la parte superior hasta la inferior de este, lo que significa que la fuerza actuante se distribuyó de forma uniforme en el espécimen de concreto haciendo que este alcanzará su valor máximo de compresión logrando así un resultado confiable.

Interpretación general

Se observó que la resistencia máxima alcanzada a los 28 días fue de 284 kg/cm^2 , este valor sobre pasa en un 13 % al valor esperado de 252 kg/cm^2 valor considerado al fabricar la mezcla. Esto se debe principalmente a la buena graduación de las arenas agrupadas, a lo que sumamos la buena calidad de la grava usada; lo que provoca que el concreto tenga menos vacíos entre agregados, resultando una mayor densidad y por lo tanto mayor resistencia, aunque los valores de módulos de finura y porcentaje de finos no se encuentran en los rangos de la ASTM se evidencia que estos valores no afectan al concreto, lo que significa que los valores obtenidos son tolerables.

5.4 Matrices de evaluación del impacto ambiental en el banco de agregado fino.

El proyecto se evaluó sin medidas de mitigación y después con medidas de mitigación. Esto con la finalidad de observar cómo se comportaban los impactos críticos una vez aplicada las medidas de mitigación. Los resultados se expresan en la matriz mostrada a continuación:

5.4.1 Matrices de evaluación del impacto ambiental sin medidas de mitigación.

Tabla 5.19. Matriz de importancia de impactos negativos

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EN EL BANCO DE AGREGADO SINACAPA									
MATRIZ CAUSA-EFECTO DE IMPACTOS NEGATIVOS								M001	
FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO		ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO							
		Delimitación física del predio	Caminos de accesos	Destape	Señalamientos	Extracción	Transporte del material	Combustibles lubricantes	Mantenimiento de unidades
FACTOR	COD	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
CLIMA	M1			X		X			
CALIDAD DEL AIRE	M2		X	X		X	X		
RUIDOS Y VIBRACIONES	M3		X	X		X	X		X
GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA	M4	X	X	X		X			
SUELO	M5		X	X		X	X	X	
VEGETACION	M6	X	X	X					
FAUNA	M7	X				X			
PAISAJE	M8		X						
RELACIONES ECOLÓGICAS	M9			X		X			
TRANSPORTE Y VIALIDAD	M10		X		X				
SALUD Y SEGURIDAD	M11					X	X		X
CALIDAD DE VIDA Y BIENESTAR	M12		X						X

Tabla 5.20. Matriz para la valoración de los impactos negativos. Sin medidas de mitigación.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EN EL BANCO DE AGREGADO SINACAPA																																												
MATRIZ PARA LA VALORACION DE IMPACTOS NEGATIVOS																									M002																			
IMPACTOS	VALORES DE LOS ATRIBUTOS DE IMPACTOS																																											
	(-)	(+)	1	2	4	8	12	1	2	4	8	12	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	8	12									
	impacto perjudicial	impacto beneficioso	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total	Puntual	Parcial	Extenso	Total	Crítica	Largo plazo	Medio plazo	Inmediato	Fugaz	Temporal	Permanente	Recuperable a c. Plazo	Recuperable a m. plazo	Irrecuperable	Simple (sin sinergia)	Sinérgico	Acumulativo	improbable	Dudoso	Cierto	Indirecto	Directo	Irregular y discontinuo	Periódico	Continuo	Mínima	Media	Alta	Máxima	Total							
	Naturaleza	Intensidad (grado de destrucción)	Extensión (Area de influencia)					Momento (plazo de manifestación)	Persistencia (permanencia del efecto)	Reversibilidad (recuperabilidad)	Acumulación (incremento progresivo)	Probabilidad (certidumbre aparición)	Efecto (relación causa efecto)	Periodicidad (regularidad manifestación)	Percepción social (grado de percepción del impacto por la población)	Importancia $I = -(3IN + 2EX + MO + PE + RV + AC + PB + EF + PR + PS)$		Valor Máximo de Importancia																										
Signo	I	Ex					Mo	Pr	Rv	Ac	Pb	Ef	Pr	PS	S	S																												
C1M4	(-)	4					2					2			2						1			4			4		1		2							-34	100					
C1M6	(-)	4					2					4			2						1			4			4		1		2								-36	100				
C1M7	(-)	2					4					2			2						1			4			4		1		2									-32	100			
C2M2	(-)	8					2					2			2						2			4			4		2		4									-50	100			
C2M3	(-)	4					4					1			1						2			4			4		2		2										-37	100		
C2M4	(-)	8					4					2			4						2			4			4		2		2										-56	100		
C2M5	(-)	8					4					2			4						4			4			4		2		2										-58	100		
C2M6	(-)	4					2					2			4						2			4			4		2		4											-42	100	
C2M8	(-)	4					4					2			4						4			4			4		1		4											-47	100	
C2M10	(-)	8					4					1			2						2			4			4		1		2												-49	100

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EN EL BANCO DE AGREGADO SINACAPA																																					
MATRIZ PARA LA VALORACION DE IMPACTOS NEGATIVOS																										M002											
IMPACTOS	VALORES DE LOS ATRIBUTOS DE IMPACTOS																																				
	(-)	(+)	1	2	4	8	12	1	2	4	8	12	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	8	12			
	impacto perjudicial	impacto beneficioso	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total	Puntual	Parcial	Extenso	Total	Crítica	Largo plazo	Medio plazo	Inmediato	Fugaz	Temporal	Permanente	Recuperable a c. Plazo	Recuperable a m. plazo	Irrecuperable	Simple (sin sinergia)	Sinérgico	Acumulativo	improbable	Dudoso	Cierto	Indirecto	Directo	Irregular y discontinuo	Periódico	Continuo	Mínima	Media	Alta	Máxima	Total
	Naturaleza	Intensidad (grado de destrucción)	Extensión (Área de influencia)					Momento (plazo de manifestación)	Persistencia (permanencia efecto)	Reversibilidad (recuperabilidad)	Acumulación (incremento progresivo)	Probabilidad (certidumbre aparición)	Efecto (relación causa efecto)	Periodicidad (regularidad de manifestación)	Percepción social (grado de percepción del impacto por la población)	Importancia $I = -(3IN + 2EX + MO + PE + RV + AC + PB + EF + PR + PS)$													Valor Máximo de Importancia								
Signo	I	Ex					Mo	Pr	Rv	Ac	Pb	Ef	Pr	PS	S	S																					
C2M12	(-)	2					2					1			2			1			1			4			4	1								-26	100
C3M1	(-)	8					4					2			2			2			2			4			4	2								-54	100
C3M2	(-)	4					2					4			2			2			2			4			4	2								-40	100
C3M3	(-)	2					2					4			2			1			2			4			4	2								-31	100
C3M4	(-)	12					8					4			4			4			2			4			4	2								-78	100
C3M5	(-)	8					8					4			4			4			2			4			4	2								-68	100
C3M6	(-)	4					8					4			4			2			2			4			4	1								-53	100
C3M9	(-)	4					4					4			4			2			2			4			4	1								-43	100
C4M10	(-)	8					2					2			2			2			1			4			4	1								-45	100
C5M1	(-)	8					4					2			4			2			4			4			4	2								-62	100

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EN EL BANCO DE AGREGADO SINACAPA																																						
MATRIZ PARA LA VALORACION DE IMPACTOS NEGATIVOS																	M002																					
IMPACTOS	VALORES DE LOS ATRIBUTOS DE IMPACTOS																																					
	(-)	(+)	1	2	4	8	12	1	2	4	8	12	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	8	12
	impacto perjudicial	impacto beneficioso	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total	Puntual	Parcial	Extenso	Total	Critica	Largo plazo	Medio plazo	Inmediato	Fugaz	Temporal	Permanente	Recuperable a c. Plazo	Recuperable a m. plazo	Irrecuperable	Simple (sin sinergia)	Sinérgico	Acumulativo	improbable	Dudoso	Cierto	Indirecto	Directo	Irregular y discontinuo	Periódico	Continuo	Mínima	Media	Alta	Máxima	Total	
	Naturaleza	Intensidad (grado de destrucción)	Extensión (Area de influencia)					Momento (plazo de manifestación)	Persistencia (permanencia del efecto)	Reversibilidad (recuperabilidad)	Acumulación (incremento progresivo)	Probabilidad (certidumbre aparición) de	Efecto (relación causa efecto)	Periodicidad (regularidad manifestación) de	Percepción social (grado de percepción del impacto por la población)	Importancia [I= - (3IN + 2EX + MO + PE + RV + AC + PB + EF + PR + PS)]															Valor Máximo de Importancia							
Signo	I	Ex					Mo	Pr	Rv	Ac	Pb	Ef	Pr	PS	S		S																					
C5M2	(-)	4					4					2			4			2			4		4		4		4		2			8					-50	100
C5M3	(-)	4					4					2			2			1			2		4		4		4		2			4					-41	100
C5M4	(-)	8					8					4			4			4			4		4		4		4		2			4					-70	100
C5M5	(-)	12					8					4			4			4			4		4		4		4		2			4					-82	100
C5M7	(-)	4					4					2			4			2			4		4		4		4		1			8					-49	100
C5M9	(-)	4					4					2			4			2			2		4		4		4		1			2					-41	100
C5M11	(-)	4					2					2			4			2			1		4		4		4		2			4					-39	100
C6M2	(-)	4					4					2			2			2			4		4		4		4		2			2					-42	100

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EN EL BANCO DE AGREGADO SINACAPA																																						
MATRIZ PARA LA VALORACION DE IMPACTOS NEGATIVOS																										M002												
IMPACTOS	VALORES DE LOS ATRIBUTOS DE IMPACTOS																																					
	(-)	(+)	1	2	4	8	12	1	2	4	8	12	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	8	12									
	impacto perjudicial	impacto beneficioso	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total	Puntual	Parcial	Extenso	Total	Crítica	Largo plazo	Medio plazo	Inmediato	Fugaz	Temporal	Permanente	Recuperable a c. Plazo	Recuperable a m. plazo	Irrecuperable	Simple (sin sinergia)	Sinérgico	Acumulativo	improbable	Dudoso	Cierto	Indirecto	Directo	Irregular y discontinuo	Periódico	Continuo	Mínima	Media	Alta	Máxima	Total	
	Naturaleza	Intensidad (grado de destrucción)	Extensión (Area de influencia)					Momento (plazo de manifestación)	Persistencia (permanencia del efecto)	Reversibilidad (recuperabilidad)	Acumulación (incremento progresivo)	Probabilidad (certidumbre aparición)	Efecto (relación causa efecto)	Periodicidad (regularidad manifestación)	Percepción social (grado de percepción del impacto por la población)	Importancia $[I = - (3IN + 2EX + MO + PE + RV + AC + PB + EF + PR + PS)]$		Valor Máximo de Importancia																				
Signo	I	Ex					Mo	Pr	Rv	Ac	Pb	Ef	Pr	PS	S	S																						
C6M3	(-)	2					2						2			1			1			2			4			4		2		2					-28	100
C6M5	(-)	2					8						2			2			2			4			4			4		2		4					-46	100
C6M11	(-)	4					4						2			2			1			4			4			4		2		2					-41	100
C7M5	(-)	2					2						2			4			2			4			4			4		2		2					-34	100
C8M3	(-)	4					2						2			2			1			2			4			4		2		2					-35	100
C8M11	(-)	4					2						2			2			1			1			4			4		2		1					-33	100
C8M12	(-)	1					2						1			2			1			1			4			4		2		2					-24	100

Tabla 5.21. Matriz de importancia de los impactos negativos. Sin medidas de mitigación.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EN EL BANCO DE AGREGADO SINACAPA												
MATRIZ CAUSA-EFECTO DE IMPACTOS NEGATIVOS											M003	
FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO		ACCIONES IMPACTANTES DEL PROYECTO										
		M000										
		Delimitación física del predio	de Caminos accesos	Destape	Señalamientos	Extracción	Transporte del material	Combustibles y lubricantes	Mantenimiento de unidades	Valor de la Alteración	Máximo valor de la alteración	Grado de Alteración
FACTOR	COD	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8			
CLIMA	M1			-54		-62				-116	200	-58
CALIDAD DEL AIRE	M2		-50	-40		-50	-42			-182	400	-46
RUIDOS Y VIBRACIONES	M3		-37	-31		-41	-28		-35	-172	500	-34
GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA	M4	-34	-56	-78		-70				-238	400	-60
SUELO	M5		-58	-68		-82	-46	-34		-288	500	-58
VEGETACION	M6	-36	-42	-53						-131	300	-44
FAUNA	M7	-32				-49				-81	200	-41
PAISAJE	M8		-47							-47	100	-47
RELACIONES ECOLÓGICAS	M9			-43		-41				-84	200	-42
TRANSPORTE Y VIALIDAD	M10		-49		-45					-94	200	-47
SALUD Y SEGURIDAD	M11					-39	-41		-33	-113	300	-38
CALIDAD DE VIDA Y BIENESTAR	M12		-26						-24	-50	200	-25
Valor Medio de Importancia		-46										
Dispersión Típica		14										
Rango de Discriminación		-60										
Valor de la Alteración		-102	-365	-367	-45	-434	-157	-34	-92	-1596		
Máximo Valor de Alteración		300	800	700	100	800	400	100	300		3500	
Grado de Alteración		-34	-46	-52	-45	-54	-39	-34	-31			-46

5.4.2 Matrices de evaluación del impacto ambiental con medidas de mitigación.

Tabla 5.22. Matriz para la valoración de los impactos negativos. Con medidas de mitigación

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EN EL BANCO DE AGREGADO SINACAPA																																									
MATRIZ PARA LA VALORACION DE IMPACTOS NEGATIVOS																										M002															
IMPACTOS	VALORES DE LOS ATRIBUTOS DE IMPACTOS																																								
	(-)	(+)	1	2	4	8	12	1	2	4	8	12	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	4	1	2	4	1	2	4	8	12										
	impacto perjudicial	impacto beneficioso	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total	Puntual	Parcial	Extenso	Total	Crítica	Largo plazo	Medio plazo	Inmediato	Fugaz	Temporal	Permanente	Recuperable a c. Plazo	Recuperable a m. plazo	Irrecuperable	Simple (sin sinergia)	Sinérgico	Acumulativo	improbable	Dudoso	Cierto	Indirecto	Directo	Irregular y discontinuo	Periódico	Continuo	Mínima	Media	Alta	Máxima	Total				
	Naturaleza	Intensidad (grado de destrucción)	Extensión (Area de influencia)					Momento (plazo de manifestación)	Persistencia (permanencia del efecto)	Reversibilidad (recuperabilidad)	Acumulación (incremento progresivo)	Probabilidad (certidumbre aparición)	Efecto (relación causa efecto)	Periodicidad (regularidad manifestación)	Percepción social (grado de percepción del impacto por la población)	Importancia $I = - (3IN + 2EX + MO + PE + RV + AC + PB + EF + PR + PS)$		Valor Máximo de Importancia																							
Signo	I	Ex					Mo	Pr	Rv	Ac	Pb	Ef	Pr	PS	S	S																									
C1M4	(-)	1					2		2		2		2		2		2		2		1		4		4		1		2								-25	100			
C1M6	(-)	1					2		2		4		2		1		4		4		1		4		4		1		2									-27	100		
C1M7	(-)	2					2		2		2		2		1		4		4		1		4		4		1		2									-28	100		
C2M2	(-)	2					2		2		2		2		2		4		4		2		4		4		2		4										-32	100	
C2M3	(-)	2					2		1		1		1		2		4		4		2		4		4		2		2										-27	100	
C2M4	(-)	2					2		1		2		2		2		4		4		2		4		4		2		2										-29	100	
C2M5	(-)	2					2		1		4		4		4		4		4		2		4		4		2		2										-35	100	
C2M6	(-)	2					2		2		4		4		4		4		4		2		4		4		2		4										-36	100	
C2M8	(-)	2					2		2		4		2		4		4		4		4		4		4		1		4										-35	100	
C2M10	(-)	2					1		2		2		1		2		4		4		1		4		4		1		2											-26	100

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EN EL BANCO DE AGREGADO SINACAPA																									M002														
MATRIZ PARA LA VALORACION DE IMPACTOS NEGATIVOS																																							
IMPACTOS	VALORES DE LOS ATRIBUTOS DE IMPACTOS																	Importancia [I= - (3IN + 2EX + MO + PE + RV + AC + PB + EF + PR + PS)]	Valor Máximo de Importancia																				
	(-)	(+)	1	2	4	8	12	1	2	4	8	12	1	2	4	1	2			4	1	2	4	1	2	4	8	12											
	Impacto perjudicial	Impacto beneficioso	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total	Puntual	Parcial	Extenso	Total	Crítica	Largo plazo	Medio plazo	Inmediato	Fugaz	Temporal			Permanente	Recuperable a c. Plazo	Recuperable a m. plazo	Irrecuperable	Simple (sin sinergia)	Sinérgico	Acumulativo	improbable	Dudoso	Cierto	Indirecto	Directo	Irregular y discontinuo	Periódico	Continuo	Mínima	Media	Alta	Máxima	Total
	Naturaleza	Intensidad (grado de destrucción)						Extensión (Área de influencia)					Momento (plazo de manifestación)		Persistencia (permanencia del efecto)		Reversibilidad (recuperabilidad)			Acumulación (incremento progresivo)		Probabilidad (certidumbre aparición)		Efecto (relación causa efecto)		Periodicidad (regularidad de manifestación)		Percepción social (grado de percepción del impacto por la población)											
Signo	I	Ex						Mo					Pr		Rv		Ac		Pb		Ef		Pr		PS					S	S								
C2M12	(-)	1	1						1					2		1		1		4		4		1		2					-21	100							
C3M1	(-)	4	2						2					2		2		2		4		4		2		4					-38	100							
C3M2	(-)	2	1						2					4		2		2		4		4		2		4					-32	100							
C3M3	(-)	2	2						4					2		1		2		4		4		2		2					-31	100							
C3M4	(-)	4	2						4					4		2		2		4		4		2		2					-40	100							
C3M5	(-)	4	2						4					4		2		2		4		4		2		4					-42	100							
C3M6	(-)	2	3						4					4		2		2		4		4		1		4					-37	100							
C3M9	(-)	2	2						4					4		2		2		4		4		1		2					-33	100							
C4M10	(-)	1	1						2					4		1		1		4		4		1		1					-23	100							
C5M1	(-)	4	2						4					4		2		4		4		4		2		8					-48	100							

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EN EL BANCO DE AGREGADO SINACAPA																																							
MATRIZ PARA LA VALORACION DE IMPACTOS NEGATIVOS													M002																										
IMPACTOS	VALORES DE LOS ATRIBUTOS DE IMPACTOS													Importancia [$I = - (3IN + 2EX + MO + PE + RV + AC + PB + EF + PR + PS)$]	Valor Máximo de Importancia																								
	Impacto perjudicial	Impacto beneficioso	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total	Puntual	Parcial	Extenso	Total	Crítica	Largo plazo			Medio plazo	Inmediato	Fugaz	Temporal	Permanente	Recuperable a c. Plazo	Recuperable a m. plazo	Irrecuperable	Simple (sin sinergia)	Sinérgico	Acumulativo	Improbable	Dudoso	Cierto	Indirecto	Directo	Irregular y discontinuo	Periódico	Continuo	Mínima	Media	Alta	Máxima	Total
	Naturaleza	Intensidad (grado de destrucción)	Extensión (Area de influencia)					Momento (plazo de manifestación)	Persistencia (permanencia efecto)	del	Reversibilidad (recuperabilidad)	Acumulación (incremento progresivo)	Probabilidad (certidumbre aparición)			de	Efecto (relación causa efecto)	Periodicidad (regularidad manifestación)	de	Percepción social (grado de percepción del impacto por la población)																			
	Signo	I	Ex	Mo	Pr	Rv	Ac	Pb	Ef	Pr	PS	S	S																										
C5M2	(-)	4	2	4	4	2	4	4	2	4	4	4	4	2	8	-48	100																						
C5M3	(-)	4	2	4	2	1	2	4	4	4	4	2	4	2	4	-39	100																						
C5M4	(-)	8	4	2	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	-60	100																							
C5M5	(-)	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	-48	100																							
C5M7	(-)	4	4	2	4	2	4	4	2	4	4	1	8	4	-49	100																							
C5M9	(-)	2	2	2	4	2	2	4	4	4	1	2	2	4	-31	100																							
C5M11	(-)	4	4	2	4	2	1	4	4	4	2	4	4	4	-43	100																							
C6M2	(-)	2	4	2	2	1	4	4	4	4	2	2	4	4	-35	100																							

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EN EL BANCO DE AGREGADO SINACAPA																																										
MATRIZ PARA LA VALORACION DE IMPACTOS NEGATIVOS																											M002															
IMPACTOS	VALORES DE LOS ATRIBUTOS DE IMPACTOS																																									
	(-)	(+)	1	2	4	8	12	1	2	4	8	12	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	4	8	12	Importancia [I= - (3IN + 2EX + MO + PE + RV + AC + PB + EF + PR + PS)]	Valor Máximo de Importancia								
	Impacto perjudicial	Impacto beneficioso	Baja	Media	Alta	Muy alta	Total	Puntual	Parcial	Extenso	Total	Crítica	Largo plazo	Medio plazo	Inmediato	Fugaz	Temporal	Permanente	Recuperable a c. Plazo	Recuperable a m. plazo	Irrecuperable	Simple (sin sinergia)	Sinérgico	Acumulativo	Improbable	Dudoso	Cierto	Indirecto	Directo	Irregular y discontinuo	Periódico	Continuo			Mínima	Media	Alta	Máxima	Total			
	Naturaleza	Intensidad (grado de destrucción)						Extensión (Area de influencia)					Momento (plazo de manifestación)			Persistencia (permanencia del efecto)			Reversibilidad (recuperabilidad)			Acumulación (incremento progresivo)			Probabilidad (certidumbre aparición)			Efecto (relación causa efecto)		Periodicidad (regularidad de manifestación)				Percepción social (grado de percepción del impacto por la población)								
Signo	I	Ex						Mo			Pr			Rv			Ac			Pb			Ef		Pr				PS				S	S								
C6M3	(-)	2					4					4				1			1			2			4			4	2		2					-34	100					
C6M5	(-)	2					8					2				2			2			4			4			4	2		4						-46	100				
C6M11	(-)	1					4					2				2			1			4			4			4	2		2							-32	100			
C7M5	(-)	1					2					2				4			2			4			4			4	2		2							-31	100			
C8M3	(-)	1					2					2				2			1			2			4			4	2		2								-26	100		
C8M11	(-)	1					2					2				2			1			1			4			4	2		1									-24	100	
C8M12	(-)	1					2					1				2			1			1			4			4	2		2										-24	100

Tabla 5.23. Matriz de importancia de los impactos negativos. Con medidas de mitigación.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EN EL BANCO DE AGREGADO SINACAPA												
MATRIZ CAUSA-EFECTO DE IMPACTOS NEGATIVOS											M003	
FACTORES DEL MEDIO AFECTADOS POR EL PROYECTO												
FACTOR	COD	Delimitación física del predio	de Caminos accesos	Destape	Señalamientos	Extracción	Transporte del material	Combustibles y lubricantes	Mantenimiento de unidades	Valor de la Alteración	Máximo valor de la alteración	Grado de Alteración
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8			
CLIMA	M1			-38		-48				-86	200	-43
CALIDAD DEL AIRE	M2		-32	-32		-48	-35			-147	400	-37
RUIDOS Y VIBRACIONES	M3		-27	-31		-39	-34		-26	-157	500	-31
GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA	M4	-25	-29	-40		-60				-154	400	-39
SUELO	M5		-35	-42		-48	-46	-31		-202	500	-40
VEGETACION	M6	-27	-36	-37						-100	300	-33
FAUNA	M7	-28				-49				-77	200	-39
PAISAJE	M8		-35							-35	100	-35
RELACIONES ECOLÓGICAS	M9			-33		-31				-64	200	-32
TRANSPORTE Y VIALIDAD	M10		-26		-23					-49	200	-25
SALUD Y SEGURIDAD	M11					-43	-32		-24	-99	300	-33
CALIDAD DE VIDA Y BIENESTAR	M12		-21						-24	-45	200	-23
Valor Medio de Importancia		-35										
Dispersión Típica		9										
Rango de Discriminación		-44										
Valor de la Alteración		-80	-241	-253	-23	-366	-147	-31	-74	-1215		
Máximo Valor de Alteración		300	800	700	100	800	400	100	300		3500	
Grado de Alteración		-27	-30	-36	-23	-46	-37	-31	-25			-35

En el caso de los negativos	
Valor por encima del rango	IMPACTOS CRITICOS
Valor dentro del rango	IMPACTOS MODERADOS
Valor por debajo del rango	IMPACTOS IRRELEVANTES

De las matrices de impacto ambiental se tienen como resultados que los efectos negativos a los factores ambientales en general son moderados, siendo los factores más afectados el suelo, geología y geomorfología del lugar ver tabla 5.21, producto de las actividades del destape y extracción del material, estos impactos se reducirán (ver tabla 5.23) mediante la propuesta de explotación de la cantera que se presentó.

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- ✓ El volumen en banco de la cantera es de 298263 m³ y el volumen suelto corresponde a 328089.3 m³.
- ✓ El volumen útil que fue el resultado de la agrupación de los sondeos con granulometrías descritas como bien graduadas es de 47645.4 m³ aproximadamente y una vida útil de 10 años.
- ✓ De los agregados estudiados ninguna muestra cumplió con todas las especificaciones que establece la ASTM para agregados.

- ✓ Todos los materiales ensayados del agregado fino no presentan plasticidad, de los cual se concluye que la presencia de arcilla dentro del contenido de fino es nula.

- ✓ Según la ACI 318S-05 aquellos materiales que no cumplen con todas las normas que establece la ASTM pueden permitirse mediante una aprobación especial, cuando se presente evidencia aceptable y tengan una larga historia de comportamiento satisfactorio, lo que permite la arena Sinacapa ser utilizada para la elaboración de concreto en los puntos agrupados, como resultado de haber cumplido satisfactoriamente con la resistencia diseñada, además por ser testigo que los últimos años ha sido utilizada para la elaboración de concreto en proyectos de importancia obteniendo desempeños satisfactorios.

- ✓ Con respecto a la arena de los sondeos no agrupados, se recomienda usar siempre y cuando se mejore la granulometría de los mismos, en vista que las demás características evaluados presentan valores similares a las arenas agrupadas.

- ✓ Los efectos negativos que se generan durante la explotación de la cantera Sinacapa en general son moderados, siendo los factores ambientales más afectados: El Suelo, la Geología y la Geomorfología del lugar, producto de las actividades de Destape y Extracción del material.

- ✓ El cambio de uso del suelo por la apertura de la cantera implicara impactos directos de fuerte intensidad y de largo plazo al eliminar la vegetación existente en el área de extracción del mineral.
- ✓ El impacto sobre la fauna será de manera indirecta principalmente al eliminar la vegetación y el suelo y con ellos parte del habitat que sirve como refugio, alimentación y reproducción de muchas especies.
- ✓ Los impactos se reducirán en gran medida mediante la propuesta de explotación del banco, la cual se apega en su mayoría en la norma técnica ambiental para el aprovechamiento de los bancos de material de préstamo para la construcción NTON 05-016-02.

RECOMENDACIONES

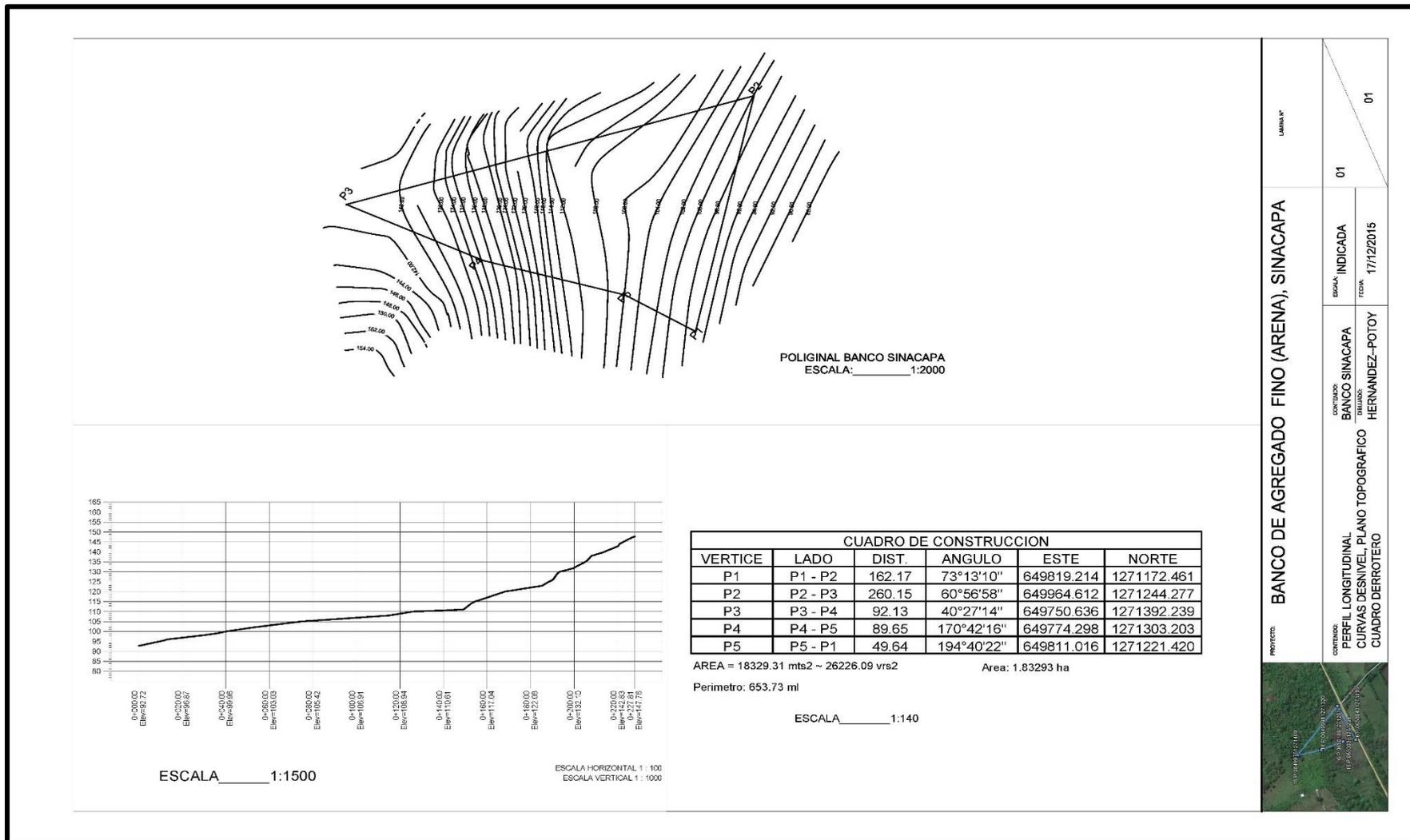
- ✓ De la agrupación realizada los valores de granulometría fueron los descritos como bien graduadas, los otros valores estaban un poco encima del rango superior para el MF y porcentaje de finos; sin embargo durante la prueba de compresión el concreto cumplió satisfactoriamente con el diseño, lo que evidencia que estos valores fuera de rango no fueron tan perjudiciales para el concreto, en base a esto recomendamos los puntos no agrupados para la elaboración de concreto a los que se tendría que mejorar la característica granulométrica ya que los valores de MF y porcentaje de finos son bastante semejante a los agrupados.
- ✓ Es necesario que se continúen realizando investigaciones geotécnicas dirigida bajo la misma línea de investigación, para lo cual se debe contar: con laboratorios, equipamientos y personal altamente eficiente que garanticen alcanzar resultados cada vez más confiables.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ✓ Es preciso que las instituciones gubernamentales como el MTI, ALCALDIA MUNICIPAL, MEM, etc., se interesen en realizar inspecciones de control de calidad de los materiales que se explotan con la finalidad de ser usados en la construcción de obras civiles.

7 ANEXOS

ANEXO 1. Poligonal del Bnaco de Agregado Fino.



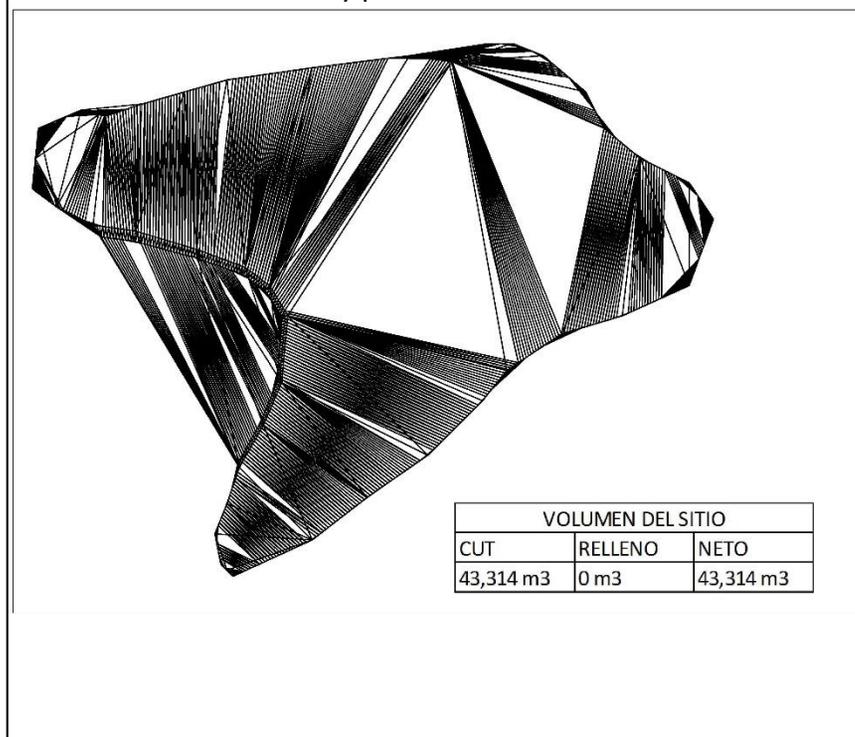
REFERENTE: BANCO DE AGREGADO FINO (ARENA), SINACAPA	Lamina N°	
		01
CONTEXTO: PERFIL LONGITUDINAL CURVAS DESNIVEL, PLANO TOPOGRAFICO CUADRO DERROTERO	BANCOS: BANCO SINACAPA	INDICADA 01
	TECNICO: HERNANDEZ-POTOY	FECHA: 17/12/2015

ANEXO 2. Area delimitada por los sondeos agrupados.

a) Area delimitada del banco de agregado fino.



b) Malla del area delimitada y procesada en CivilCad



ANEXO 3. TOMA DE MUESTRAS

Banco de agregado fino sincapa



Camino de acceso al banco



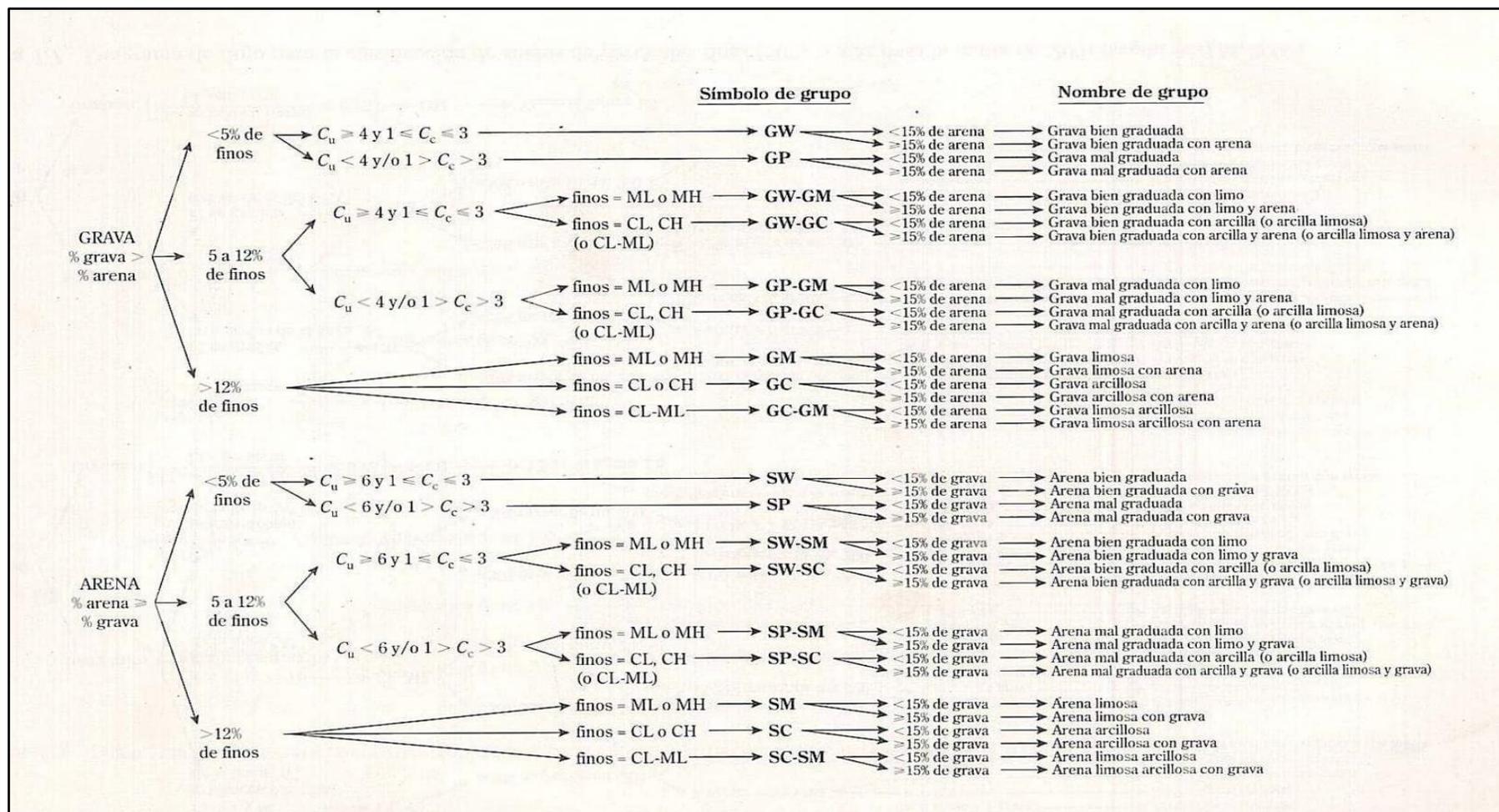
Sondeos a cielo abierto



Calicata de los sondeos realizados



ANEXO 4. DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS. FUENTE (ASTM VOL 004-03)2000

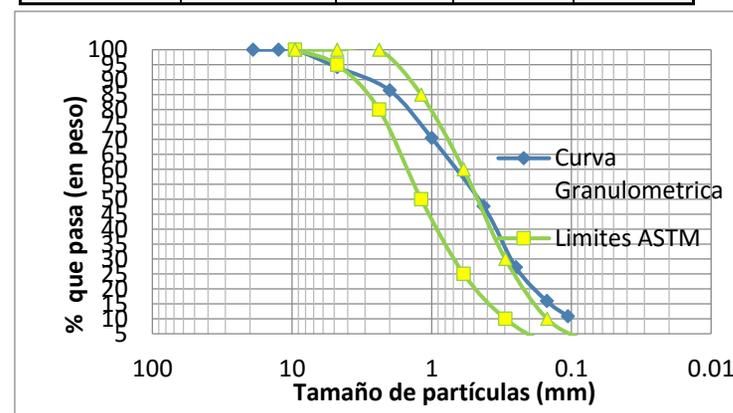
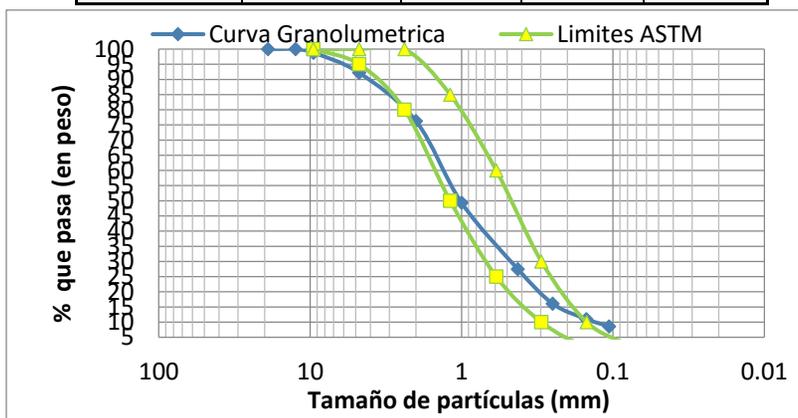


ANEXO 5. GRANULOMETRIA DEL SONDEO 1.

GRANULOMETRÍA ASTM C 136				
Tamiz	PR	%RP	%RA	%QP
1 1/2"				
1"				
3/4"	0.00	0	0	100
1/2"	0.00	0	0	100
3/8"	5.98	1	1	99
N° 4	32.91	7	8	92
N° 8	79.70	16	24	76
N° 16	134.75	27	51	49
N° 30	109.32	22	73	27
N° 50	56.98	11	84	16
N° 100	25.32	5	89	11
N° 200	12.08	2	91	9
Plato	35.96	7	10	
Suma	493.00	99		
GRAVA	ARENA			FINOS
	Gruesa	Media	Fina	
8	16	49	19	7

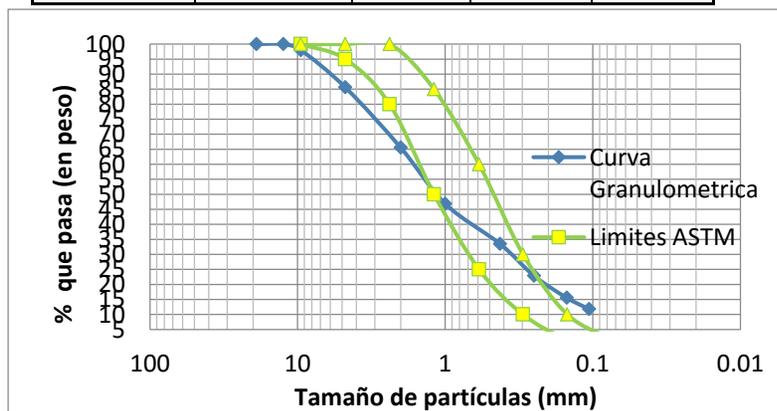
ANEXO 6. GRANULOMETRIA DEL SONDEO 2.

GRANULOMETRÍA ASTM C 136				
Tamiz	PR	%RP	%RA	%QP
1 1/2"				
1"				
3/4"	0.00	0	0	100
1/2"	0.00	0	0	100
3/8"	0.00	0	0	100
N° 4	29.03	6	6	94
N° 8	38.86	8	14	86
N° 16	79.74	16	30	70
N° 30	114.07	23	52	48
N° 50	101.97	20	73	27
N° 100	56.63	11	84	16
N° 200	25.51	5	89	11
Plato	54.04	11	16	
Suma	499.85	100		
GRAVA	ARENA			FINOS
	Gruesa	Media	Fina	
6	8	39	37	11



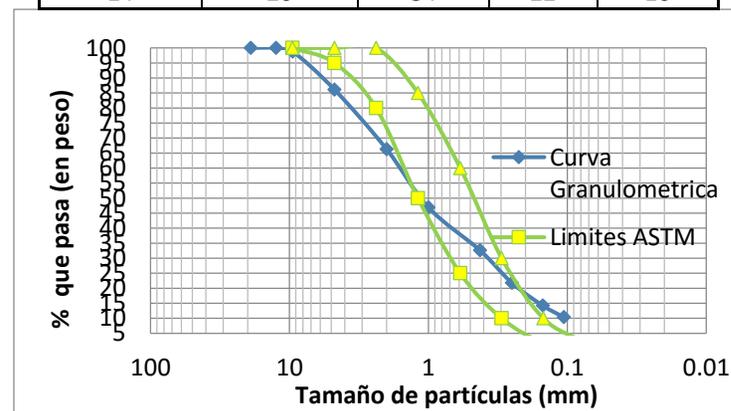
ANEXO 7. GRANULOMETRÍA DEL SONDEO 3.

GRANULOMETRÍA ASTM C 136				
Tamiz	PR	%RP	%RA	%QP
1 1/2"				
1"				
3/4"	0.00	0	0	100
1/2"	0.00	0	0	100
3/8"	9.92	2	2	98
N° 4	61.92	12	14	86
N° 8	100.41	20	34	66
N° 16	93.36	19	53	47
N° 30	66.83	13	66	34
N° 50	53.10	11	77	23
N° 100	36.67	7	84	16
N° 200	18.74	4	88	12
Plato	59.01	12	16	
Suma	499.96	100		
GRAVA	ARENA 74			FINOS
	Gruesa	Media	Fina	
14	20	32	22	12



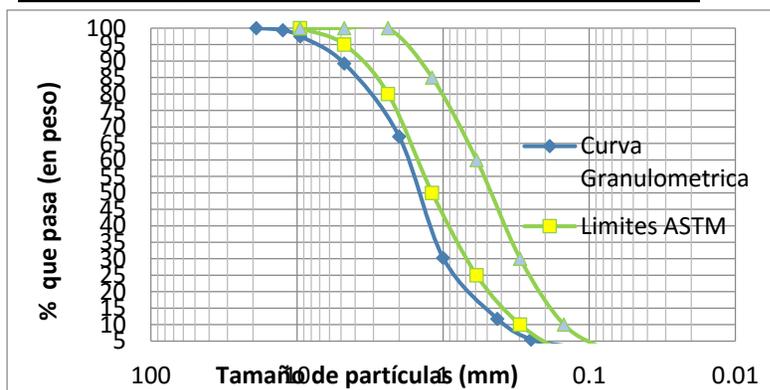
ANEXO 8. GRANULOMETRÍA DEL SONDEO 4.

GRANULOMETRÍA ASTM C 136				
Tamiz	PR	%RP	%RA	%QP
1 1/2"				
1"				
3/4"	0.00	0	0	100
1/2"	0.00	0	0	100
3/8"	5.90	1	1	99
N° 4	63.35	13	14	86
N° 8	99.33	20	34	66
N° 16	96.82	19	53	47
N° 30	71.40	14	67	33
N° 50	54.37	11	78	22
N° 100	37.60	8	86	14
N° 200	19.32	4	90	10
Plato	51.89	10	14	
Suma	499.98	100		
GRAVA	ARENA 76			FINOS
	Gruesa	Media	Fina	
14	20	34	22	10



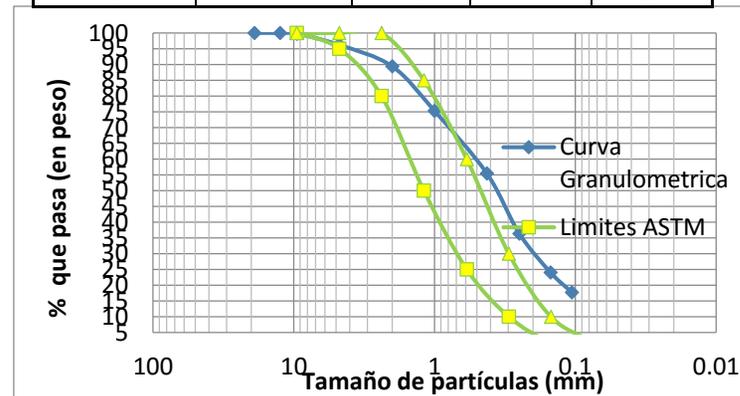
ANEXO 9. GRANULOMETRÍA DEL SONDEO 5.

GRANULOMETRÍA ASTM C 136				
Tamiz	PR	%RP	%RA	%QP
1 1/2"				
1"				
3/4"	0.00	0	0	100
1/2"	3.09	1	1	99
3/8"	9.32	2	2	98
N° 4	41.16	8	11	89
N° 8	111.06	22	33	67
N° 16	184.07	37	70	30
N° 30	92.59	19	88	12
N° 50	31.26	6	95	5
N° 100	9.21	2	96	4
N° 200	3.87	1	97	3
Plato	14.37	3	100	
Suma	500.00	100		
GRAVA	ARENA			FINOS
	Gruesa	Media	Fina	
11	22	55	9	3



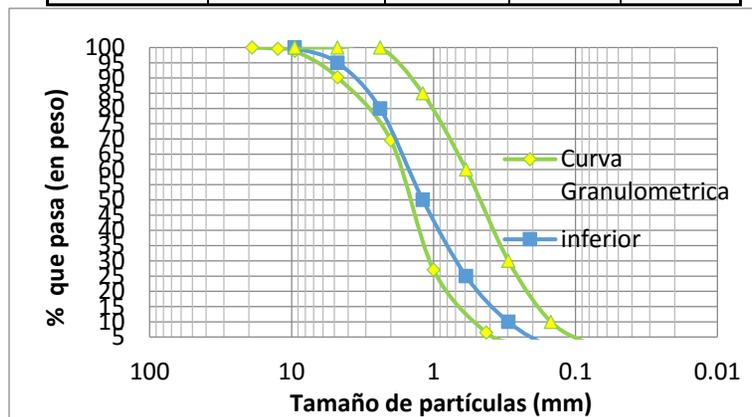
ANEXO 10. GRANULOMETRÍA DEL SONDEO 6.

GRANULOMETRÍA ASTM C 136				
Tamiz	PR	%RP	%RA	%QP
1 1/2"				
1"				
3/4"	0.00	0	0	100
1/2"	0.00	0	0	100
3/8"	1.26	0	0	100
N° 4	17.59	4	4	96
N° 8	33.99	7	11	89
N° 16	70.82	14	25	75
N° 30	99.14	20	45	55
N° 50	95.45	19	64	36
N° 100	61.52	12	76	24
N° 200	31.56	6	82	18
Plato	88.67	18	24	
Suma	500.00	100		
GRAVA	ARENA			FINOS
	Gruesa	Media	Fina	
4	7	34	38	18



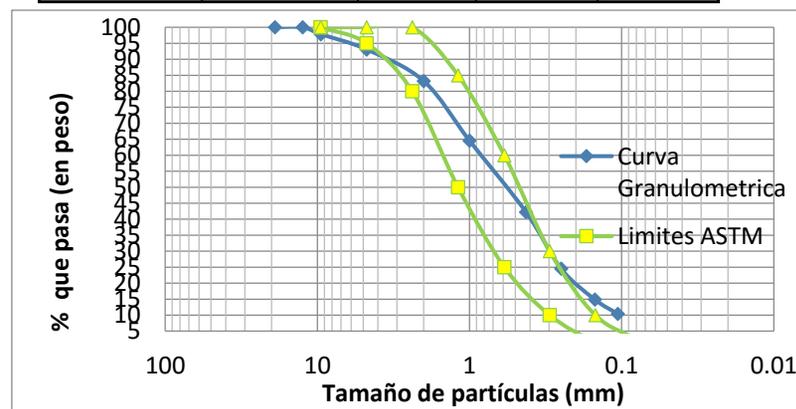
ANEXO 11. GRANULOMETRIA DEL SONDEO 7.

GRANULOMETRÍA ASTM C 136				
Tamiz	PR	%RP	%RA	%QP
1 1/2"				
1"				
3/4"	0.00	0	0	100
1/2"	2.18	0	0	100
3/8"	3.29	1	1	99
N° 4	43.47	9	10	90
N° 8	103.21	21	30	70
N° 16	212.61	43	73	27
N° 30	102.89	21	94	6
N° 50	16.72	3	97	3
N° 100	2.54	1	97	3
N° 200	1.74	0	98	2
Plato	11.35	2	3	
Suma	500.00	100		
GRAVA	ARENA 88			FINOS
	Gruesa	Media	Fina	
10	21	63	4	2



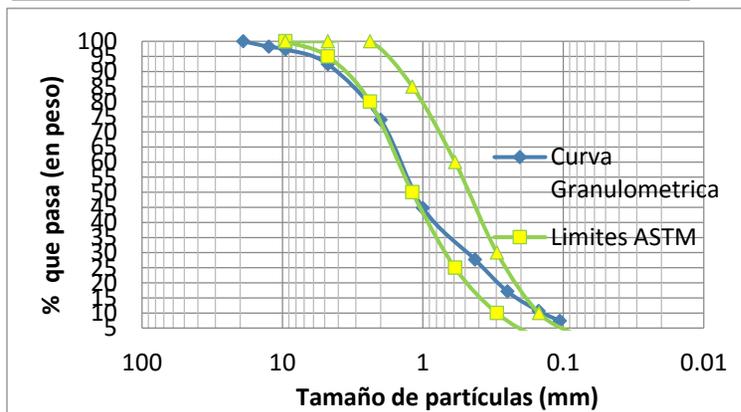
ANEXO 12. GRANULOMETRIA DEL SONDEO 8.

GRANULOMETRÍA ASTM C 136				
Tamiz	PR	%RP	%RA	%QP
1 1/2"				
1"				
3/4"	0.00	0	0	100
1/2"	0.00	0	0	100
3/8"	10.81	2	2	98
N° 4	23.90	5	7	93
N° 8	49.39	10	17	83
N° 16	93.18	19	35	65
N° 30	111.75	22	58	42
N° 50	88.31	18	75	25
N° 100	48.21	10	85	15
N° 200	22.51	5	90	10
Plato	51.95	10	15	
Suma	500.01	100		
GRAVA	ARENA 83			FINOS
	Gruesa	Media	Fina	
7	10	41	32	10



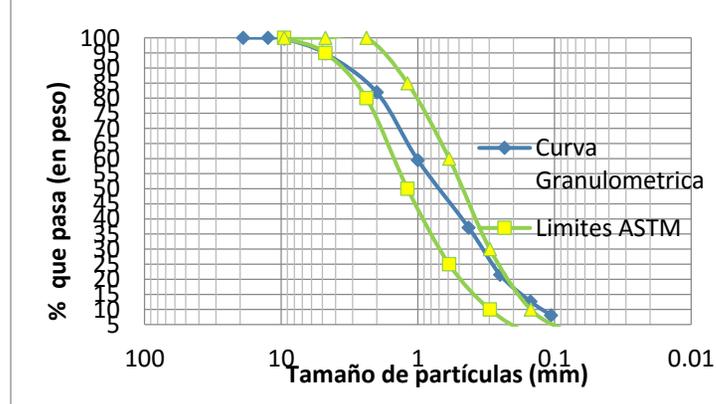
ANEXO 13. GRANULOMETRIA DEL SONDEO 9.

GRANULOMETRÍA ASTM C 136				
Tamiz	PR	%RP	%RA	%QP
1 1/2"				
1"				
3/4"	0.00	0	0	100
1/2"	8.90	2	2	98
3/8"	4.54	1	3	97
N° 4	24.39	5	8	92
N° 8	91.98	18	26	74
N° 16	146.12	29	55	45
N° 30	85.63	17	72	28
N° 50	52.79	11	83	17
N° 100	32.29	6	89	11
N° 200	16.34	3	93	7
Plato	37.02	7	100	
Suma	500.00	100		
GRAVA	ARENA			FINOS
	Gruesa	Media	Fina	
8	18	46	20	7



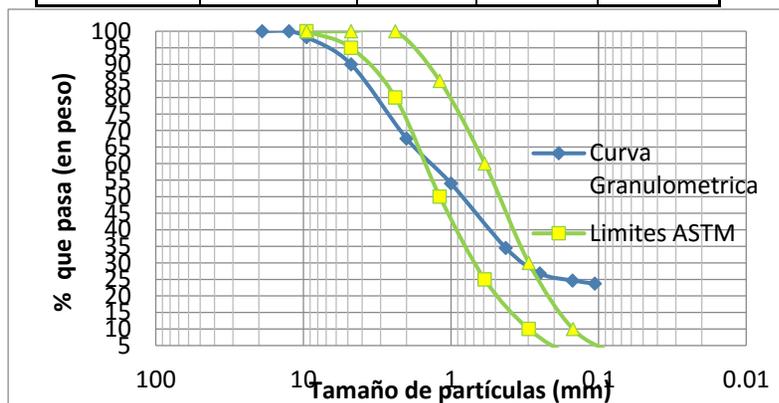
ANEXO 14. GRANULOMETRIA DEL SONDEO 10.

GRANULOMETRÍA ASTM C 136				
Tamiz	PR	%RP	%RA	%QP
1 1/2"				
1"				
3/4"	0.00	0	0	100
1/2"	0.00	0	0	100
3/8"	1.56	0	0	100
N° 4	24.34	5	5	95
N° 8	64.43	13	18	82
N° 16	112.47	22	41	59
N° 30	111.85	22	63	37
N° 50	78.29	16	78	22
N° 100	44.33	9	87	13
N° 200	22.88	5	92	8
Plato	40.45	8	13	
Suma	500.60	100		
GRAVA	ARENA			FINOS
	Gruesa	Media	Fina	
5	13	45	29	8



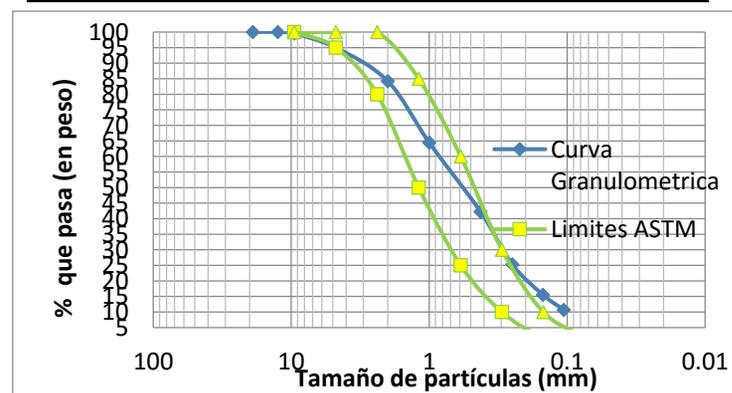
ANEXO 15. GRANULOMETRÍA DEL SONDEO 11.

GRANULOMETRÍA ASTM C 136				
Tamiz	PR	%RP	%RA	%QP
1 1/2"				
1"				
3/4"	0.00	0	0	100
1/2"	0.00	0	0	100
3/8"	8.92	2	2	98
N° 4	41.06	8	10	90
N° 8	112.15	22	32	68
N° 16	67.94	14	46	54
N° 30	97.51	20	66	34
N° 50	38.41	8	73	27
N° 100	10.74	2	75	25
N° 200	4.61	1	76	24
Plato	118.66	24	100	
Suma	500.00	100		
GRAVA	ARENA 66			FINOS
	Gruesa	Media	Fina	
10	22	33	11	24



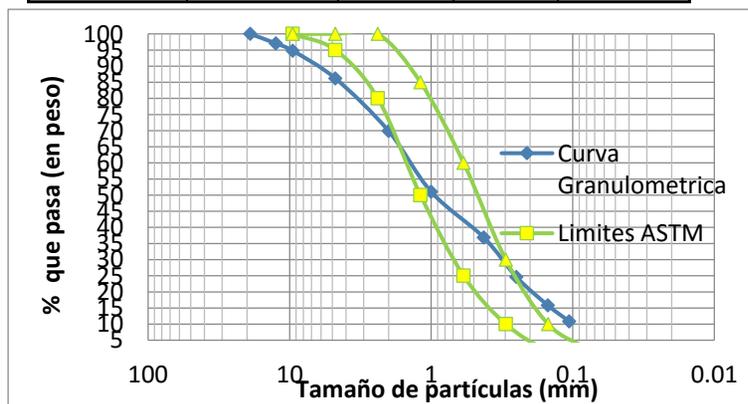
ANEXO 16. GRANULOMETRÍA DEL SONDEO 12.

GRANULOMETRÍA ASTM C 136				
Tamiz	PR	%RP	%RA	%QP
1 1/2"				
1"				
3/4"	0.00	0	0	100
1/2"	0.00	0	0	100
3/8"	2.39	0	0	100
N° 4	22.78	5	5	95
N° 8	53.55	11	16	84
N° 16	98.86	20	36	64
N° 30	111.11	22	58	42
N° 50	84.82	17	75	25
N° 100	48.80	10	84	16
N° 200	24.24	5	89	11
Plato	53.34	11	16	
Suma	499.89	100		
GRAVA	ARENA 84			FINOS
	Gruesa	Media	Fina	
5	11	42	32	11



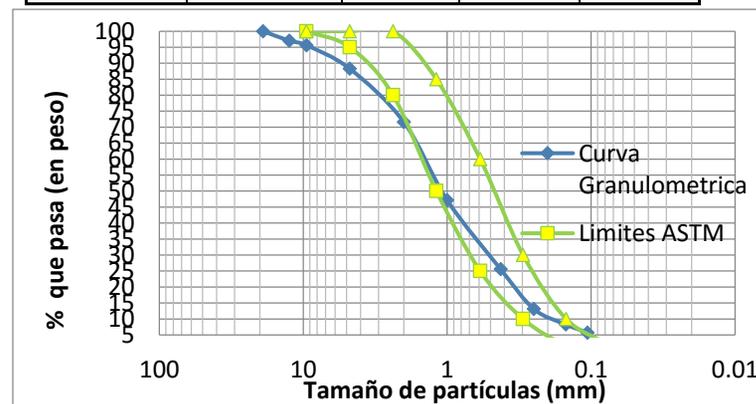
ANEXO 17. GRANULOMETRIA DEL SONDEO 13.

GRANULOMETRÍA ASTM C 136				
Tamiz	PR	%RP	%RA	%QP
1 1/2"				
1"				
3/4"	0.00	0	0	100
1/2"	14.64	3	3	97
3/8"	11.51	2	5	95
N° 4	42.85	9	14	86
N° 8	81.55	16	30	70
N° 16	94.28	19	49	51
N° 30	70.78	14	63	37
N° 50	61.32	12	75	25
N° 100	43.86	9	84	16
N° 200	24.97	5	89	11
Plato	54.24	11	16	
Suma	500.00	100		
GRAVA	ARENA 75			FINOS
	Gruesa	Media	Fina	
14	16	33	26	11



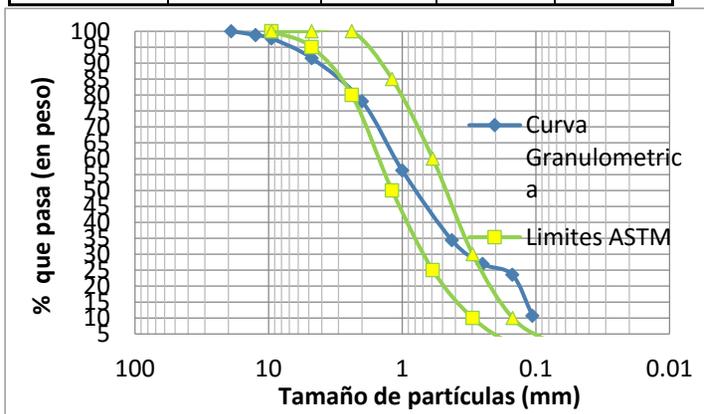
ANEXO 18. GRANULOMETRIA DEL SONDEO 14.

GRANULOMETRÍA ASTM C 136				
Tamiz	PR	%RP	%RA	%QP
1 1/2"				
1"				
3/4"	0.00	0	0	100
1/2"	14.80	3	3	97
3/8"	7.15	1	4	96
N° 4	36.70	7	12	88
N° 8	83.36	17	28	72
N° 16	122.26	24	53	47
N° 30	107.95	22	74	26
N° 50	62.21	12	87	13
N° 100	24.17	5	92	8
N° 200	12.81	3	94	6
Plato	28.59	6	8	
Suma	500.00	100		
GRAVA	ARENA 83			FINOS
	Gruesa	Media	Fina	
12	16.672	46	20	6



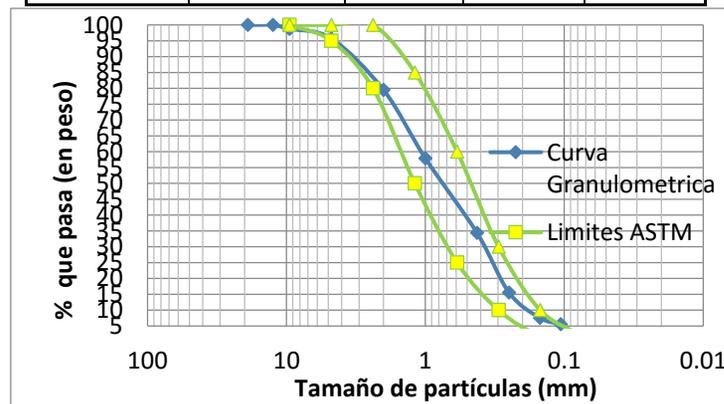
ANEXO 19. GRANULOMETRIA DEL SONDEO 15.

GRANULOMETRÍA ASTM C 136				
Tamiz	PR	%RP	%RA	%QP
1 1/2"				
1"				
3/4"	0.00	0	0	100
1/2"	6.03	1	1	99
3/8"	5.37	1	2	98
N° 4	30.94	6	8	92
N° 8	67.60	14	22	78
N° 16	108.51	22	44	56
N° 30	109.53	22	66	34
N° 50	37.15	7	73	27
N° 100	17.14	3	76	24
N° 200	64.24	13	89	11
Plato	53.49	11	24	
Suma	500.00	100		
GRAVA	ARENA			FINOS
	Gruesa	Media	Fina	
8	14	44	24	11



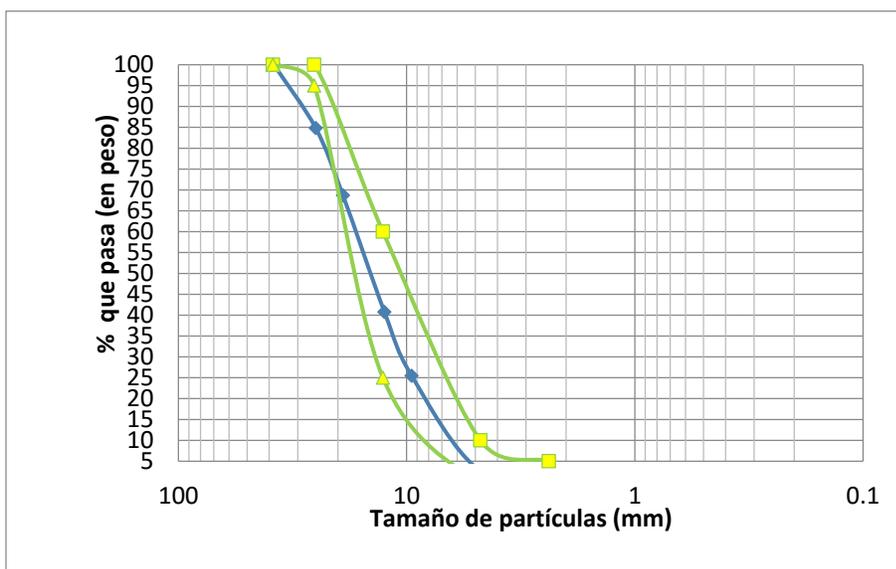
ANEXO 20. GRANULOMETRIA DE LOS SONDEOS AGRUPADOS.

GRANULOMETRÍA C 136				
Tamiz	PR	%RP	%RA	%QP
1 1/2"				
1"				
3/4"	0.00	0	0	100
1/2"	0.00	0	0	100
3/8"	6.23	1	1	99
N° 4	15.00	3	4	96
N° 8	81.21	16	20	80
N° 16	107.93	22	42	58
N° 30	117.56	24	66	34
N° 50	84.27	19	84	16
N° 100	38.00	8	92	8
N° 200	7.27	2	94	6
Plato	40.24	8	10	
Suma	497.71	102		
GRAVA	ARENA			FINOS
	Gruesa	Media	Fina	
4	16	45	29	8



ANEXO 21. GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO.

GRANULOMETRÍA				
Tamiz	PR	%RP	%RA	%QP
1 1/2"	0.00			100
1"	758.80	15	15	85
3/4"	806.00	16	31	69
1/2"	1398.00	28	59	41
3/8"	763.90	15	75	25
N° 4	1137.50	23	97	3
N° 8	80.40	2	99	1
Plato	67.94	1	100	
Suma	5012.54			
	ARENA			3
GRAVA	Gruesa	Media	Fina	FINOS
97	2	1	0	0



8 BIBLIOGRAFÍA

- ASTM VOL 004-03, A. V. (s.f.). Normas de la asociacion americana para el ensayo de maeriales, vol.004-03. Pag. 10.
- Gaitán, O. (s.f.). Gaitán Orozco, Análisis mineralógico y examen petrográfico de agregado fino para concreto de tres bancos de la región central del país.
- Guías de laboratorios de materiales de construccion. UNAN-MANAGUA. (s.f.).
- Herbert, J. H. (2007). Diseño de Explotacion de Cantera. Madrid: Universidad Politecnica de Madrid-España.
- Huanca, S. L. (2006). Diseño de Mezcla de Concreto. Peru : Universidad Nacional del Antiplano.
- Kosmatka, S. H., & C, P. W. (1992). Diseño y control de mezclas de concreto 1° edicion. mexico: limusa.
- Ley General del Medio Ambiente de los Recursos Naturales., LEY 217 (ASAMBLEA NACIONAL 6 de Junio de 1996).
- NRMCA. (2009). Prueba de resistencia a la compresion del concreto. National Ready Mixed Concrete Association, 3.
- Osorio, F. G. (2002). Norma tecnica ambiental para el aprovechamiento de los bancos de material de prestamo para la construccion. Managua, Nicaragua.
- Plan Ambiental Municipal. (2010). Plan Ambiental Municipal 2010-2020, 81.
- Practicas de laboratorios de mecanica de suelo. UNI. (s.f.).
- Steven H, B. k. (2004). Diseño y control de mezclas de concreto. Chicago,Illinois: Skokie.