



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE ANDALUCÍA (UNIA)
SEDE IBEROAMERICANA SANTA MARÍA LA RÁBIDA
HUELVA, ESPAÑA




RESUMEN DE SUFICIENCIA INVESTIGADORA

BIENO 2007 - 2008

Por: Tupak Obando R., Geólogo

Programa Interuniversitario de Doctorado y Máster
Universitario (Maestría) en Geología y Gestión
Ambiental de los Recursos Mineros

MANAGUA, NICARAGUA 2008



Determinación de parámetros y propiedades ingeniero geológicas a través de método geomecánico a depósitos de arenas naturales del Suroeste de Cerro Motastepe

Tupak Obando R., Geólogo

email: tobando_geologic@yahoo.com

MEMORIA RESUMEN DE SUFICIENCIA
INVESTIGADORA

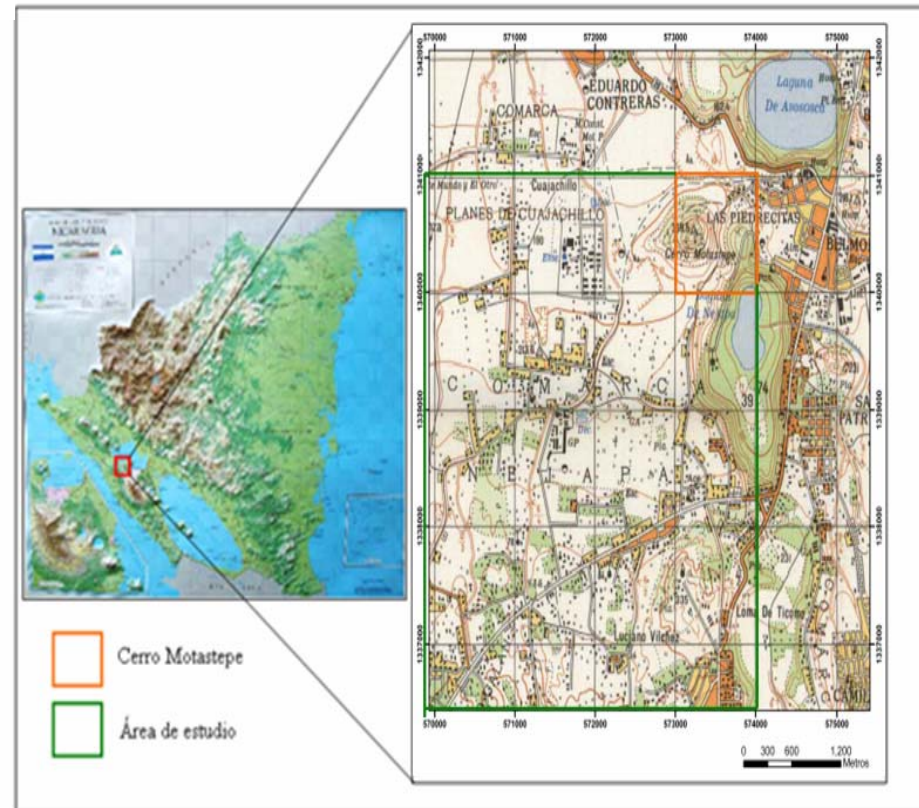


Introducción



Este Estudio al suroeste de Cerro Motastepe (Managua, Nicaragua) tuvo como propósito determinar parámetros y propiedades ingeniero geológicas a depósitos de arenas naturales para su uso en la construcción de infraestructura de transporte y edificación urbana del lugar.

El sitio seleccionado por la disponibilidad de datos geológicos, es un área fácilmente accesible, la proximidad al mercado capitalino de Managua, sus reservas arenosas de interés económico, y cerámico, constructivo e industrial, óptima distribución geográfica y facilidad de usufructo, en cuyos alrededores se emplazan obras de ingeniería importantes para sus pobladores y comunidades vecinas conocidos por los nombre de Las Piedrecitas, Siete Sur, Ayapal, Cuajacillo I y II, Residencial Motastepe y Hospital Roberto Huembes



Esta Investigación contribuye con la ordenanza territorial, industrias mineras no metálicas, la administración de recursos geológico, empresas y normativa constructivas estatal o privada, el mejoramiento del proceso de fabricación de productos acabados realizados con arenas naturales, la generación de conocimientos actualizados de provecho para académicos e investigadores de universidades, institutos politécnicos, entre otros.

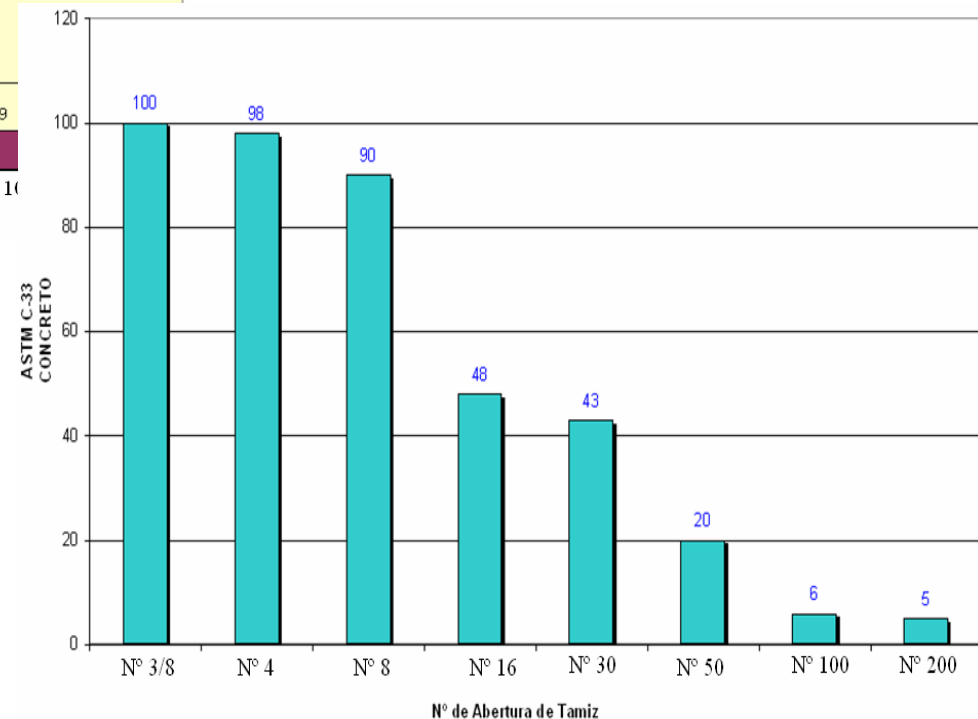
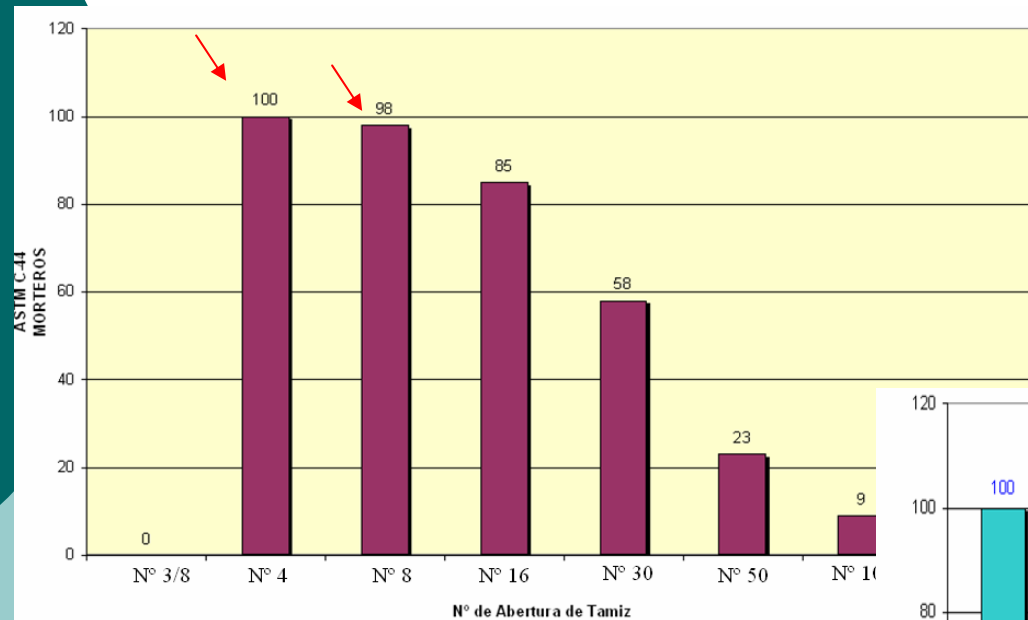


Resultados

I. Resultados Granulométricos

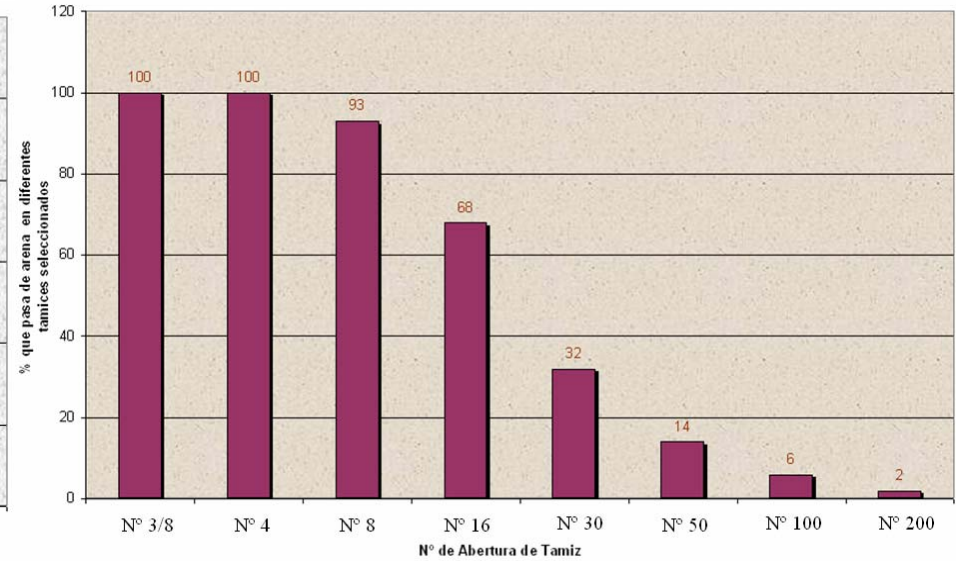
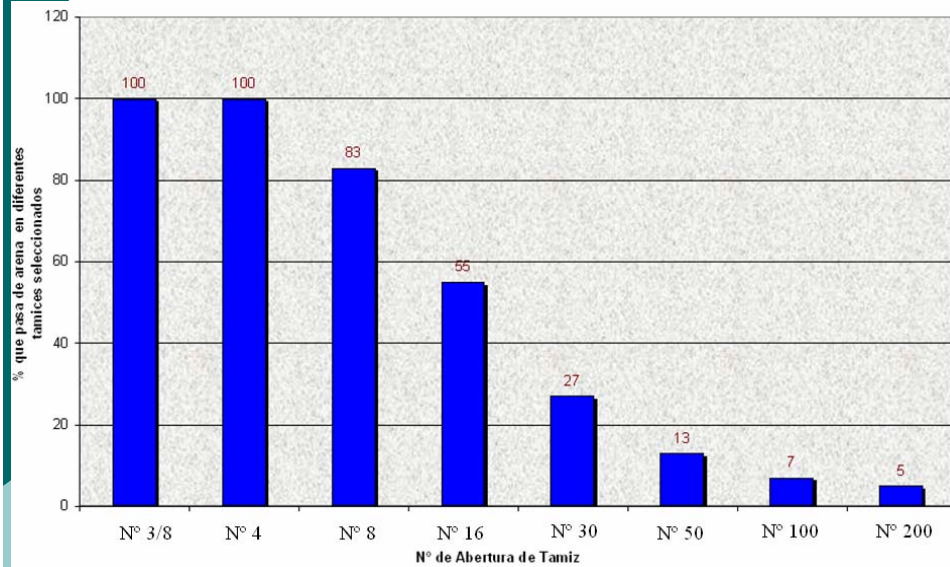
I.1.- MODELOS ESTADÍSTICOS DE ARENAS PARA USO CONSTRUCTIVO DEL CERRO MOTASTEPE

Con forma y tamaño de grano heterogéneos oscilando entre 0,074 – 4,76 mm para ensayos ASTM-C44 y ASTM-C33

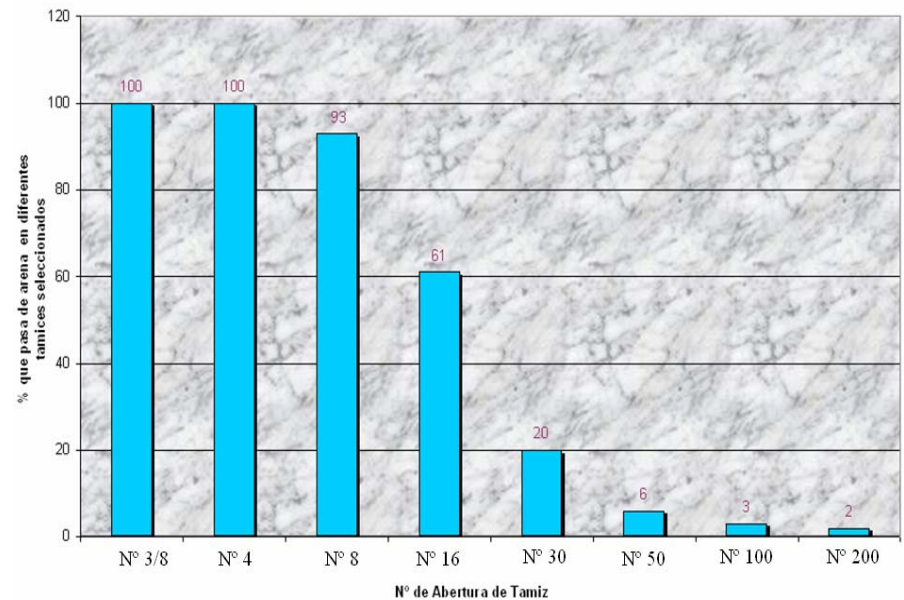
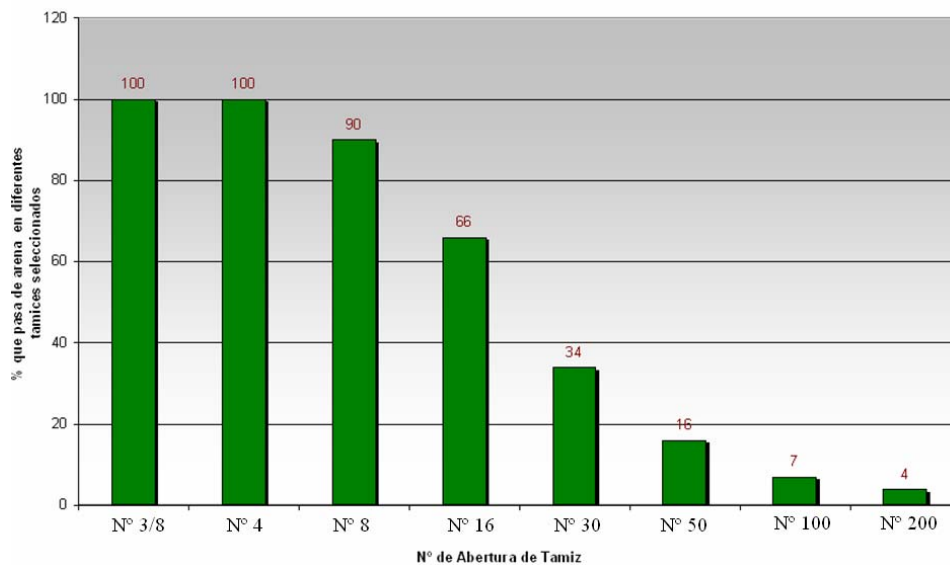


Se identifica a través del ensayo ASTM C-33 en Concreto sobre todo en Tamiz No 3/8' (9,52mm) y No 4 (4,76mm) valoraciones de 100% y 98%, indicando el ingreso casi completo del material arenoso fino por las mallas citadas

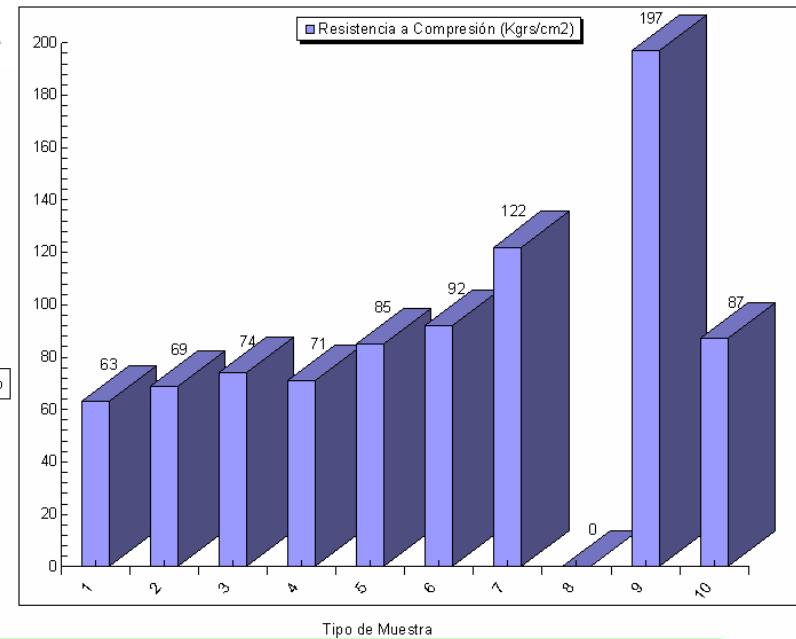
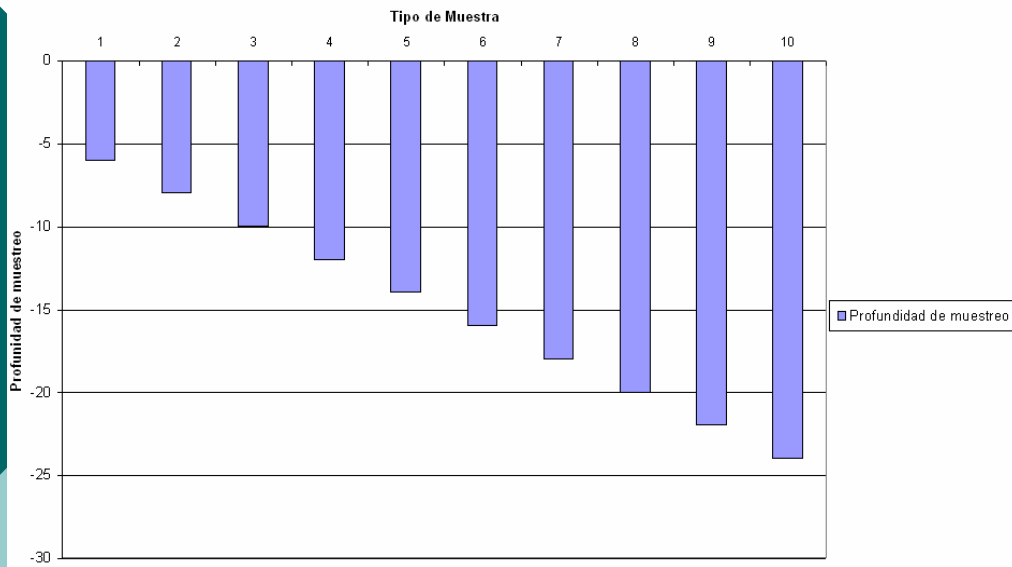
I.2. SIGNATURA DE PRUEBAS GRANULOMÉTRICAS EN CERRO MOTASTEPE)



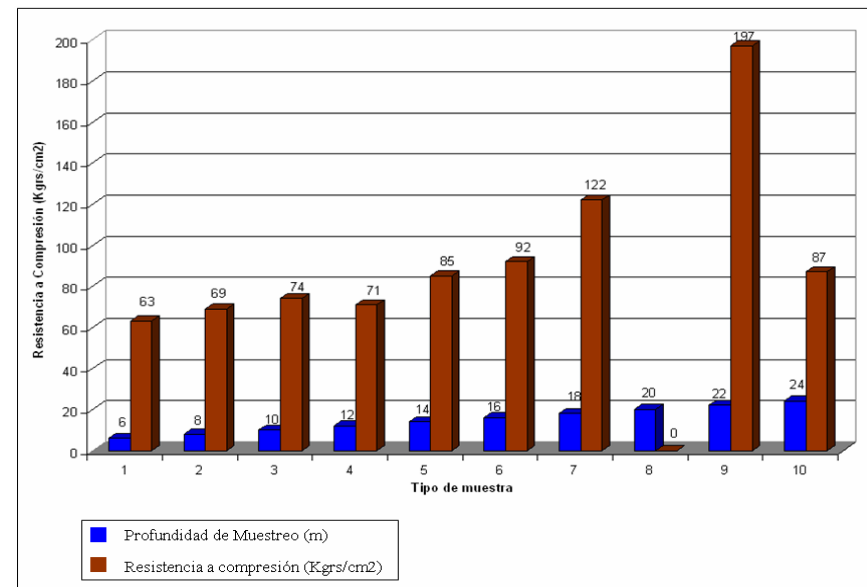
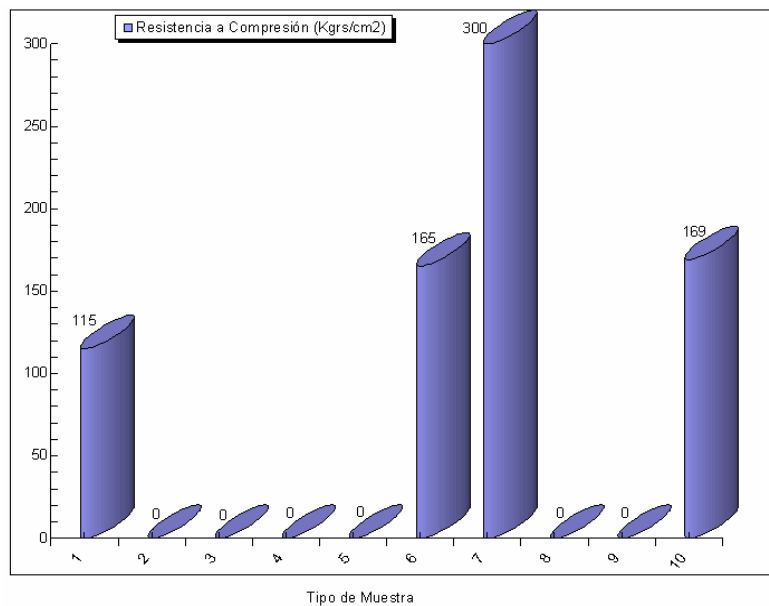
Características granulométricas aptas (arenas finas menor a 2,38mm) para la construcción por ahí del 90% aprovechable dentro del rango de lo admisible.



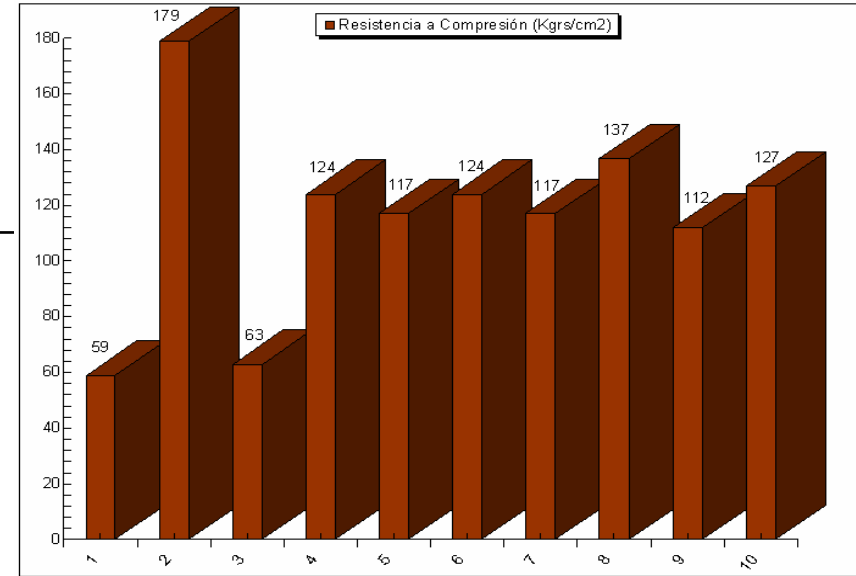
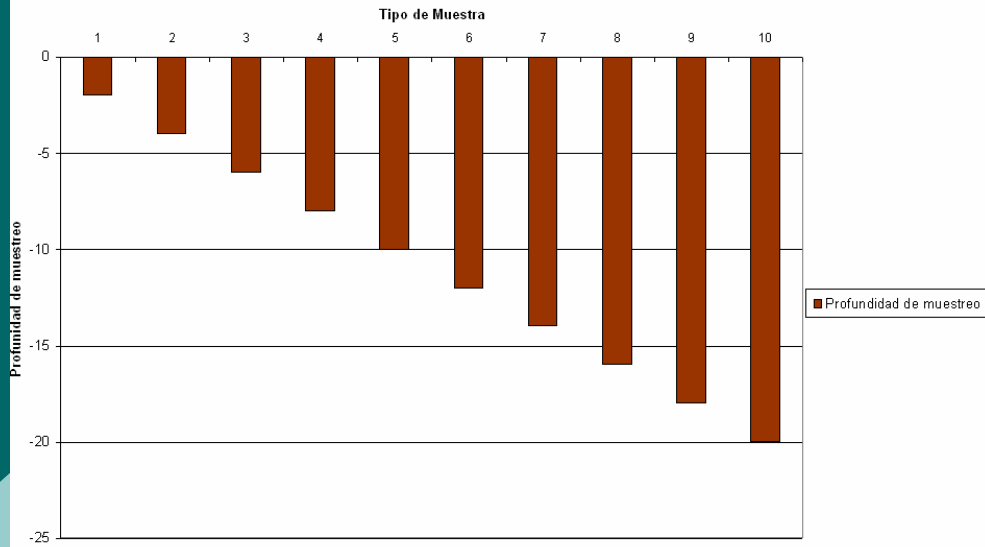
I.3. MEDICIÓN DE RESISTENCIA DE SUELOS CLASE A



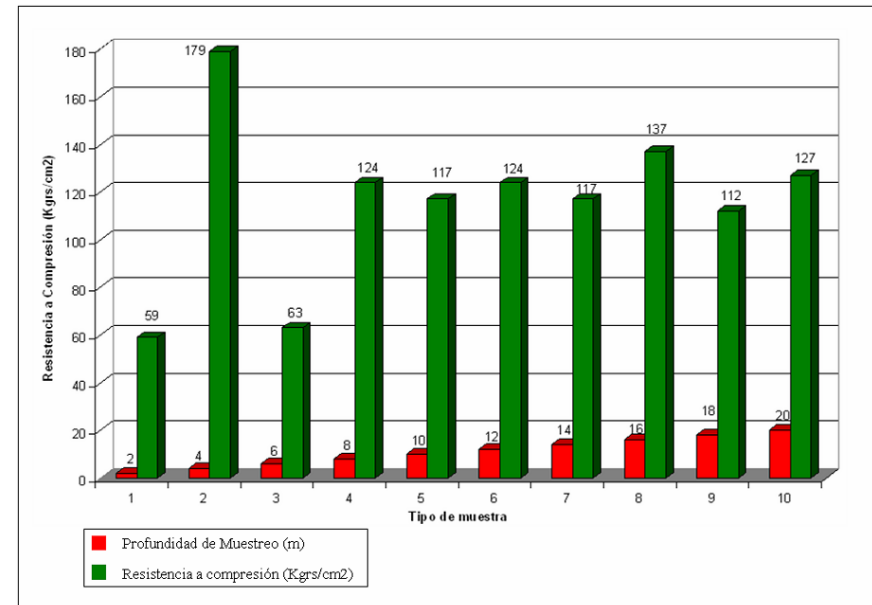
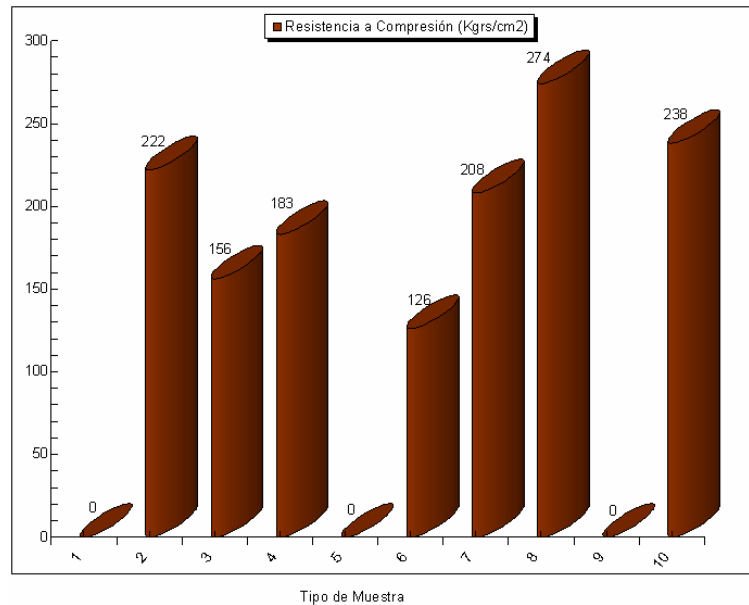
Se presentan tenacidad para suelos arenosos creciente con profundidad menor a 25 *ft* cuya resistencia mecánica oscila entre 63 y 197 kgrs/cm², y 115 kgrs/cm² y 300 kgrs/cm² en condiciones húmedas y secas respectivamente



I.4.- MEDICIÓN DE RESISTENCIA DE SUELOS CLASE B



Se presenta variaciones de la tenacidad de las arenas en condiciones acuosas (59kgrs/cm² y 179kgrs/cm²) y secas (0 y 274kgrs/cm²) para profundidad menor de 20 *ft* por presencia de fracturas



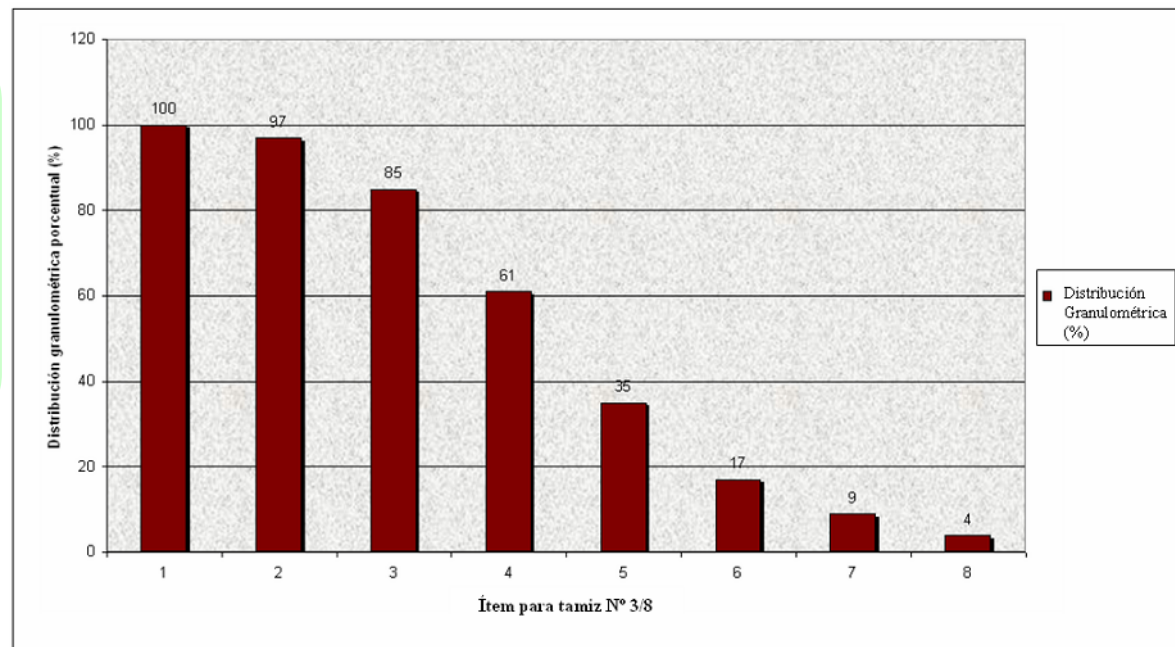
I. 5. - VALORACIÓN DEL MUESTREO USANDO MALLA 3/8" EN PRUEBAS GRANULOMÉTRICAS EN CERRO MOTASTEPE)

Número de orden	Número de criba propuesta	Cantidad porcentual (%)	Granulometría		
			ASTM-C44 MORTEROS	ASTM-C33 CONCRETO	Otros
CM-1	3/8" (abertura = 9.52mm)	100	100		
CM-2	3/8" (abertura = 9.52mm)	97	95-100	100	
CM-3	3/8" (abertura = 9.52mm)	85	80-100	95-100	
CM-4	3/8" (abertura = 9.52mm)	61	50-85	70-100	
CM-5	3/8" (abertura = 9.52mm)	35	25-60	40-75	
CM-6	3/8" (abertura = 9.52mm)	17	10-30	10-35	
CM-7	3/8" (abertura = 9.52mm)	9	2-10	2-15	
CM-8	3/8" (abertura = 9.52mm)	4	0-5	0-10	
<i>Pruebas adicionales</i>					
	Modulo de Finura		2.25-3.25	1.60-2.50	2.97
	Materia Orgánica	1	3% MAX		2.5-3.2
	Absorción	3.7			
	Humedad	5.0-10.5			
	Peso Especifico				2.69
	Densidad Aparente				2.57 - 2.68
	Densidad Real				2.84

Se indica la presencia de material arenoso con diferente tamaño de grano para muestras CM-1 a CM-8 de laboratorio.

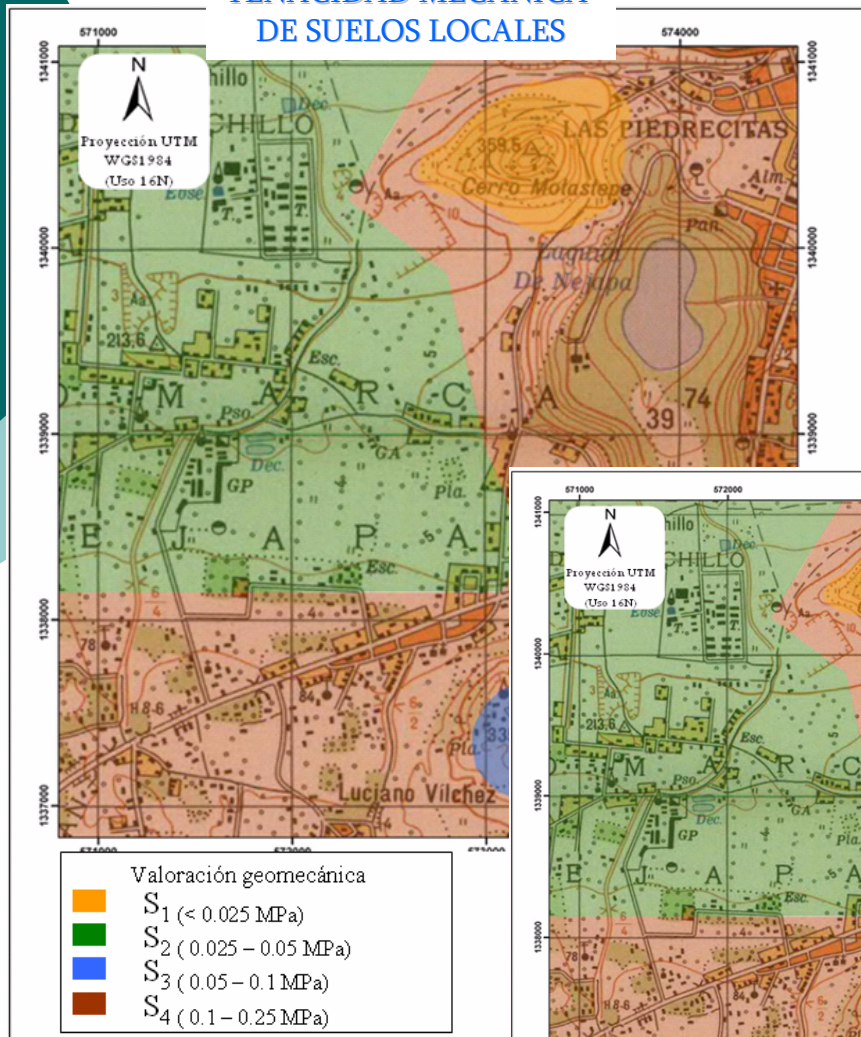
Se presenta valores altos para los puntos 1 y 2 en tamiz 3/8 con mediciones del 100% y 97% respectivamente. Se porcentajes en descenso de las muestras evaluadas desde punto No 1 hasta el punto No 8 (4%)

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICAS DE LAS PARTÍCULAS EN TAMIZ 3/8



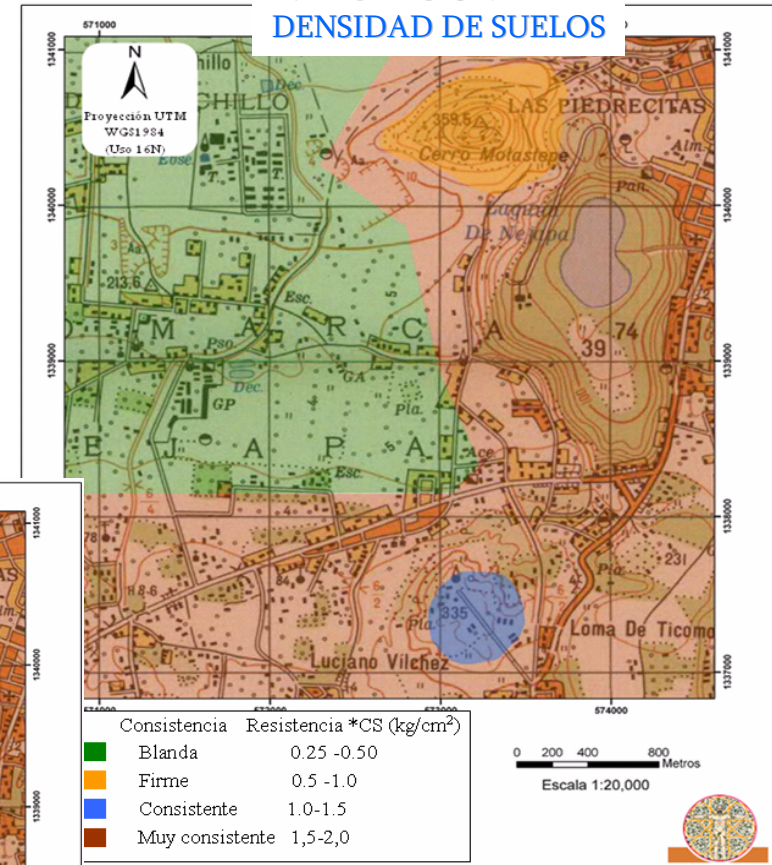
II. Resultados Geomecánicos

TENACIDAD MECÁNICA DE SUELOS LOCALES



VALORACIÓN DE LA CONSISTENCIA DE SUELOS LOCALES
*Compresión Simple (CS)

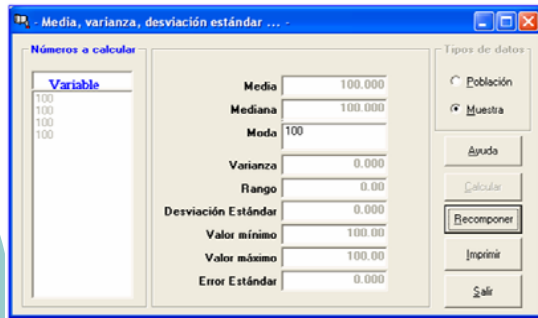
VALORACIÓN DE LA DENSIDAD DE SUELOS



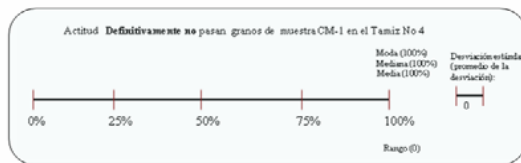
Los mapas tienen iguales unidades espaciales de color y escala de presentación (1: 20,000) para efectos de comparación entre sus parámetros ambientales, evitar su saturación y alcanzar mejor organización de estos.

III. Resultados Geoestadísticos

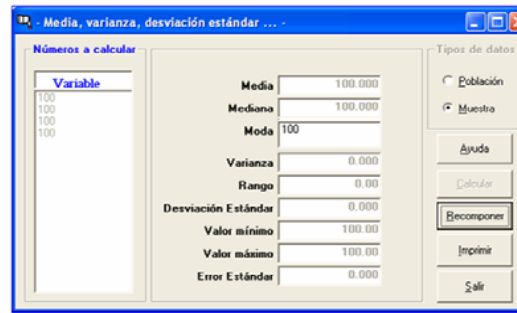
Cuadro 1. EJEMPLAR EVALUADO CM-1



INTERPRETACIÓN GRÁFICA DE LAS ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS



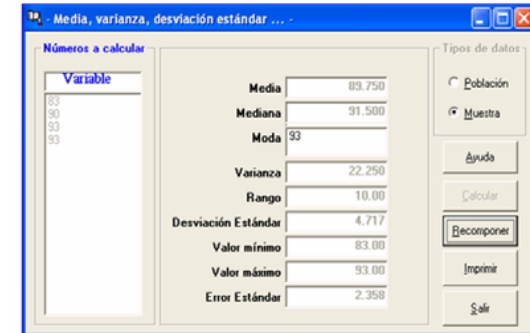
Cuadro 2. EJEMPLAR EVALUADO CM-2



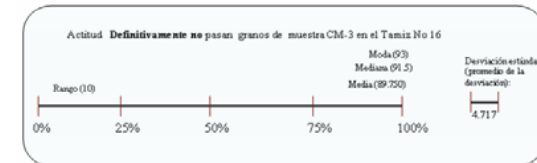
INTERPRETACIÓN GRÁFICA DE LAS ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS



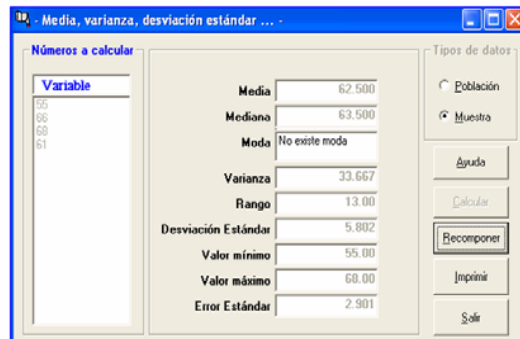
Cuadro 3. EJEMPLAR EVALUADO CM-3



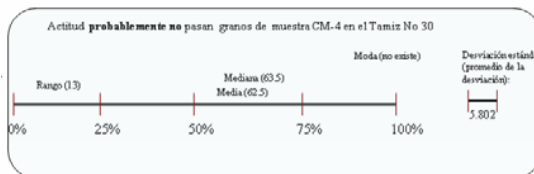
INTERPRETACIÓN GRÁFICA DE LAS ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS



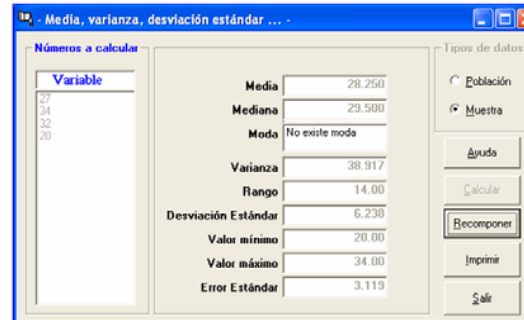
Cuadro 4. EJEMPLAR EVALUADO CM-4



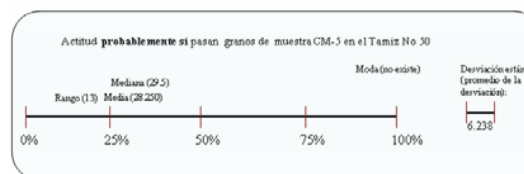
INTERPRETACIÓN GRÁFICA DE LAS ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS



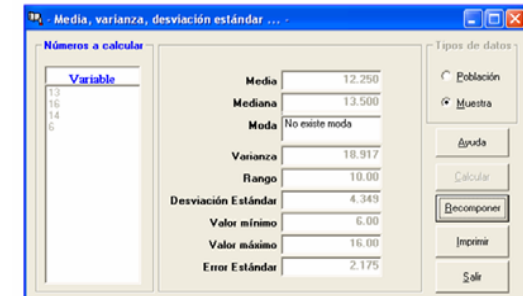
Cuadro 5. EJEMPLAR EVALUADO CM-5



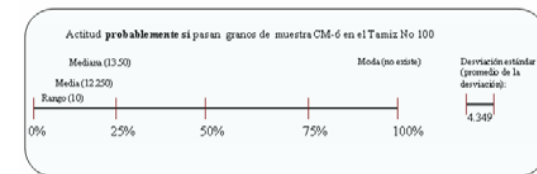
INTERPRETACIÓN GRÁFICA DE LAS ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS



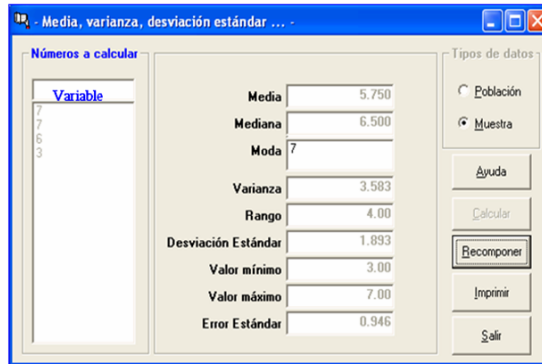
Cuadro 6. EJEMPLAR EVALUADO CM-6



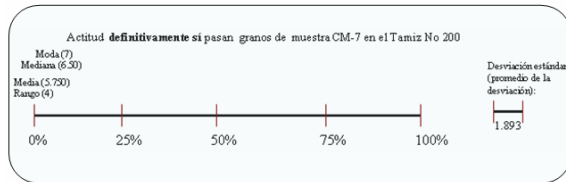
INTERPRETACIÓN GRÁFICA DE LAS ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS



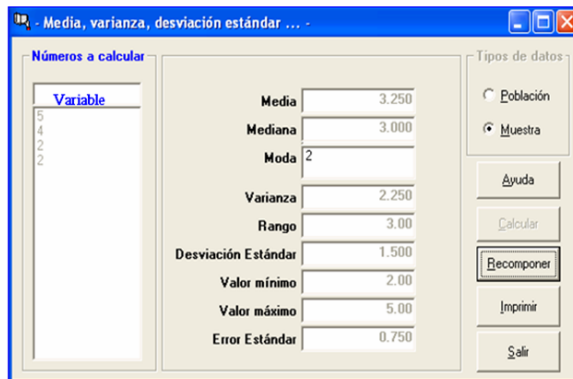
Cuadro 7. EJEMPLAR EVALUADO CM-7



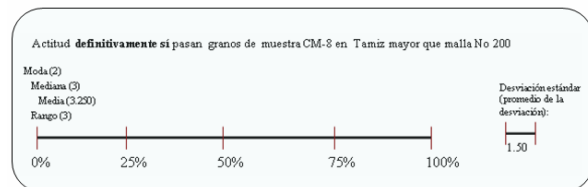
INTERPRETACIÓN GRÁFICA DE LAS ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS



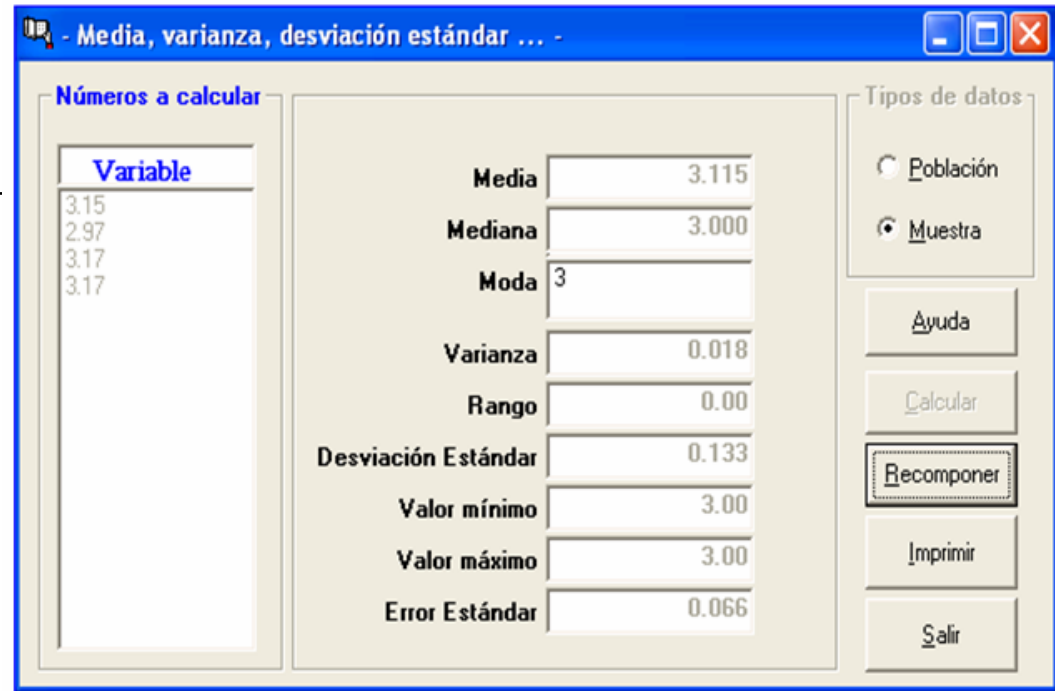
Cuadro 8. EJEMPLAR EVALUADO CM-8



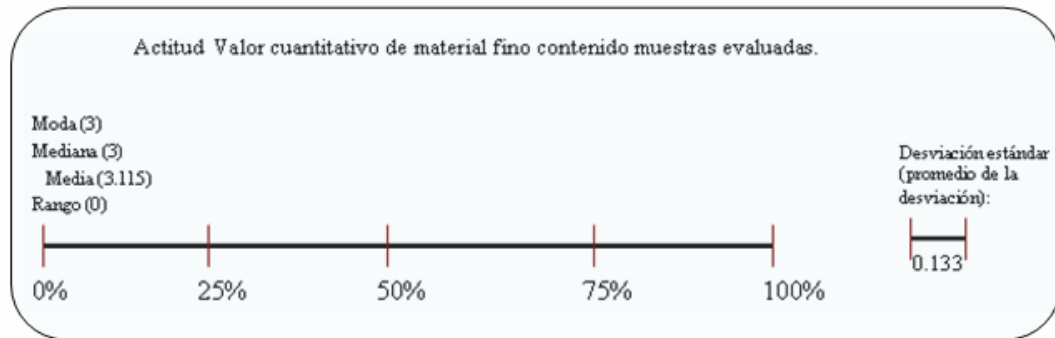
INTERPRETACIÓN GRÁFICA DE LAS ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS



Cuadro 9. EJEMPLAR EVALUADO CM-9



INTERPRETACIÓN GRÁFICA DE LAS ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS



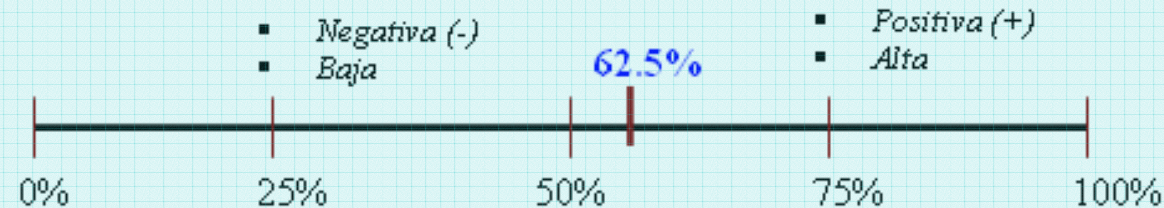
3.1.- Calificaciones obtenidas en la Escala LIKERT

Puntuación total en la escala (PT) = 25

Número de Afirmaciones (NT) = 8

Escala Likert = $PT/NT = 3.125$ (62.5%) *con dirección: Positiva (+) e Intensidad Alta*

Actitud sobre el % de granos que pasa de la muestra CM-1 hasta CM-8 en Juego de Tamices seleccionado para pruebas granulométricas No 1, 2, 3 y 4.



Actitudes o afirmaciones:

(1) **0%**: Definitivamente sí

(2) **25%**: Probablemente sí

(3) **50%**: Indeciso

(4) **75%**: Probablemente no

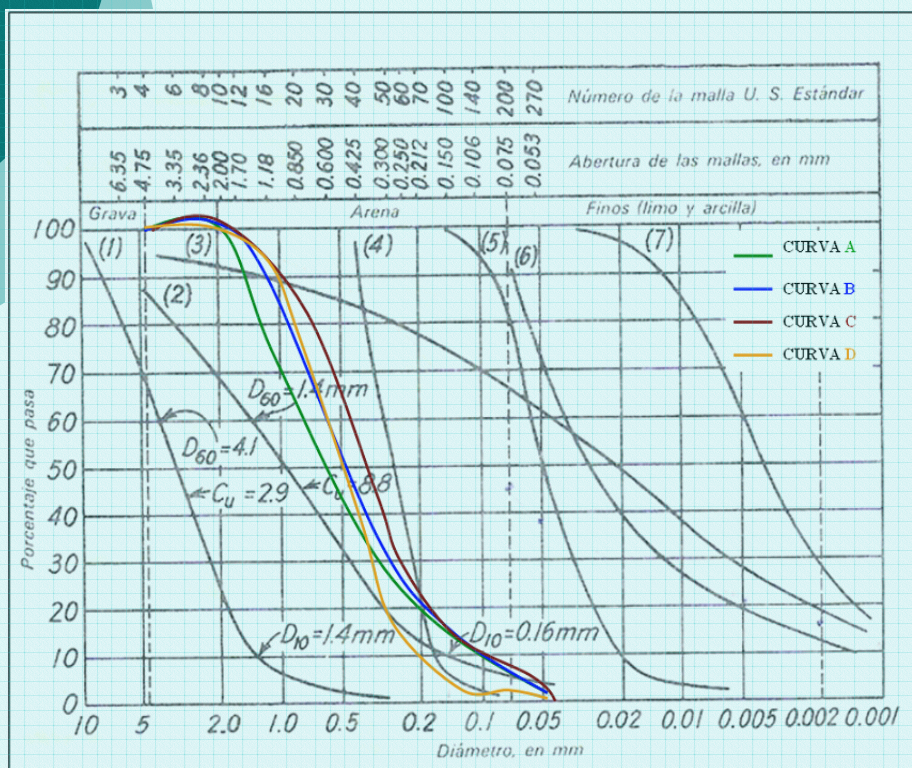
(5) **100%**: Definitivamente no



IV. Resultados Geométricos



CURVOGRAMAS GRANULOMÉTRICOS LOCALES



Se determinan suelos Bien Graduados con diámetro de partículas entre 0.075mm – 2mm, especialmente, para tamices No 10 al No 200,

- Curva Granulométrica A, con la cual se lograron los siguientes resultados:

$D_{60} = 0,625\text{mm}$ (Tamaño tal, que el 60%, en peso, del suelo sea igual o menor)

$D_{10} = 0.1\text{mm}$ (diámetro efectivo de la partícula)

$D_{30} = 0.39\text{mm}$ (Tamaño tal, que el 30%, en peso, del suelo sea igual o menor)

Posteriormente, con la aplicación de los modelos matemáticos, $C_u = D_{60}/D_{10}$ y

$C_c = (D_{30})^2 / (D_{10} \times D_{60})$ se obtuvieron como resultado lo expresado a continuación:

- $C_u = 6.25$, propio de **ARENAS BIEN GRADUADAS**
- $C_c = 2,4336$

- Curva Granulométrica B, con la cual se consiguieron los siguientes resultados:

$D_{60} = 0,5\text{mm}$ (Tamaño tal, que el 60%, en peso, del suelo sea igual o menor)

$D_{10} = 0.1\text{mm}$ (diámetro efectivo de la partícula)

$D_{30} = 0.2375\text{mm}$ (Tamaño tal, que el 30%, en peso, del suelo sea igual o menor)

Posteriormente, con la aplicación de los modelos matemáticos, $C_u = D_{60}/D_{10}$ y

$C_c = (D_{30})^2 / (D_{10} \times D_{60})$ se obtuvieron como resultado lo expresado a continuación:

- $C_u = 5$, propio de **GRAVAS BIEN GRADUADAS**
- $C_c = 1.1282$

- Curva Granulométrica C, con la cual se alcanzaron los siguientes resultados:

$D_{60} = 0,40625\text{mm}$ (Tamaño tal, que el 60%, en peso, del suelo sea igual o menor)

$D_{10} = 0.09\text{mm}$ (diámetro efectivo de la partícula)

$D_{30} = 0.2875\text{mm}$ (Tamaño tal, que el 30%, en peso, del suelo sea igual o menor)

Posteriormente, con la aplicación de los modelos matemáticos, $C_u = D_{60}/D_{10}$ y

$C_c = (D_{30})^2/(D_{10} \times D_{60})$ se obtuvieron como resultado lo expresado a continuación:

➤ $C_u = 4.514$, propio de **GRAVAS BIEN GRADUADAS**

➤ $C_c = 2.2585$

- Curva Granulométrica D, con la cual se adquirieron los siguientes resultados:

$D_{60} = 0,5\text{mm}$ (Tamaño tal, que el 60%, en peso, del suelo sea igual o menor)

$D_{10} = 0.2\text{mm}$ (diámetro efectivo de la partícula)

$D_{30} = 0.425\text{mm}$ (Tamaño tal, que el 30%, en peso, del suelo sea igual o menor)

Posteriormente, con la aplicación de los modelos matemáticos, $C_u = D_{60}/D_{10}$ y

$C_c = (D_{30})^2/(D_{10} \times D_{60})$ se obtuvieron como resultado lo expresado a continuación:

➤ $C_u = 2.5$, propio de **ARENAS BIEN GRADUADAS**

➤ $C_c = 1.80625$



Conclusiones



- ❑ Los productos arenosos muestran tamaño de grano mínimo de 0,425mm, y máximo de 4,75mm, clasificado granulométricamente como **Arenas Media Grueso bien graduadas**.

- ❑ De tres ejemplares estudiado, CM-1; CM-2; y CM-3, se derivaron tamaño de granos de suelos que superan las dimensiones de abertura de las cribas No 4, No 8 y No 16, siendo retenidos en el entramado de estea.

- ❑ La mayoría de las muestras evaluadas, indican el acceso en su totalidad de un material clasificado como arenas finas, particularmente, a través de mallas No 3/8', No 4, No 50 y No 100. Entre los ejemplares valuados que obtienen esta clasificación son las muestras CM-5 y CM-6.

- ❑ Se clasifican materiales del subsuelo (ejemplares CM-7 y CM-8) como limo o lodo medio y fino **con diámetro de sus partículas entre 0,053mm y 0,074mm**.



- ❑ Se determina que las propiedades geo-mecánica (resistencia física) de muestras de suelos estudiados crecen a profundidades no superiores de los 20ft, siendo sus rangos numéricos mínimos de 115,2kgrs/cm² (CM-1), y máximos de 300 kgrs/cm² (CM-7) en condiciones secas.

Por otro lado, en condiciones húmedas adquieren valores mínimos de 63 kgrs/cm² (CM-1) y máximo de 197 kgrs/cm² (CM-9). Las valoraciones de tenacidad mecánica varía de 0.025 – 0.25MPa; la densidad de suelos oscila 0 – 100% ; y la consistencia de material superficial varía ente 0.25 – 2 kg/cm². Esto sugiere condiciones física diferentes del subsuelo local.

- ❑ Con el empleo de la escala LIKERT (PT/NT) se determinaron actitudes sobre el porcentaje de partículas de las muestras CM-1 hasta CM-8 que pasa por conjunto de tamices usados (No 4, 8, 16, 30, 50, 100 y 200) con puntuaciones de 62,5% y calificación atributiva positiva de intensidad alta.



- ❑ Las 4 curvas típicas (A, B, C y D) de distribución granulométricas obtenidas para el área estudiada concuerda satisfactoriamente con los cálculos realizados. A partir de estas curvas, se desglosan granulometría de partículas heterogéneas con **diámetros de granos de 0,074 mm**, característica principal de las arenas media a fina.
- ❑ Finalmente, se determinan valores numéricos para el diámetro efectivo de partículas calculado en 0,075mm oscilando entre la malla No 10 y No 200; **Coefficiente de Uniformidad (Cu) entre 2,25 – 6,25; y por último Coeficiente de Curvatura entre 1,12 – 2,4336**. Esto sugiere, una clasificación del material arenoso como bien graduado con tamaño de grano medio a fino.

Póster de DEA 2008

IX CONGRESO
GEOLOGICO DE
AMÉRICA CENTRAL
02-03 Julio, 2008, San José, Costa Rica

San José, Costa Rica
Julio - 2008



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE ANDALUCÍA
SEDE IBEROAMERICANA SANTA MARÍA LA RÁBIDA (HUELVA, ESPAÑA)
INSTITUTO NICARAGUENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES (INETER. MANAGUA. NICARAGUA)



T. Obando¹; J. Ortuño²; J. Caliani & R. Villarón³
¹Facultad de Ciencias Experimentales, Universidad de Huelva, España. ²Directores de la Investigación
³Dirección de Geología Aplicada, Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER, Managua),
⁴Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN, Managua), Supervisor de la Investigación

Estudio y Modelación cuantitativa del Impacto Ambiental generado por la Minería en arenas naturales del Suroeste de Cerro Motastepe (Managua, Nicaragua)

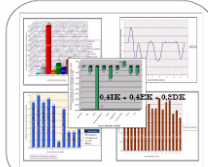
I. Introducción

Esta investigación se enmarca en una superficie de terreno al Suroeste de Cerro Motastepe, a 25 km de la ciudad de Managua, capital de Nicaragua tiene como objetivo analizar los impactos ambientales ocasionados por la minería en depósitos de arenas de carácter volcánico para la planificación física, y uso importante de esta región. Algunos especialistas (Rodríguez, 2000), consideran la zona un excelente yacimiento minero no metálico. Este constituye un área de fácil acceso físico, próximo a centro urbano de Managua, lugar de interés contiene reserva de interés económico, comercial, constructivo e industrial, óptima distribución geográfica y facilidad de usufructo.

El territorio de interés engloba terrenos ocupados por barrios y comunidades conocidos con los nombres de las Piedrecitas, Siete Sur, Ayapal, Cuajachillo I y II, Residencial Motastepe y Hospital Roberto Huembes. La investigación contribuye en campo de acción vinculados con normativas y técnicas ambientales y mineras, la administración efectiva de recursos geológicos, la ordenanza territorial, el uso del suelo, los proyectos de inversión económica, la gestión de riesgos, la industria de la construcción, entre otros.

II. Metodología

En este estudio tipo descriptivo analítico y cuantitativo con carácter retrospectivo y corte transversal, se aplicó técnicas: geo-estadísticas e iconográficas con una perspectiva cuantitativa, pero con información descriptiva, observación y medición de campo, se usaron herramientas informáticas especializadas (SPSS V.13, STATA'S TM V.7, ArcGIS 9), modelos cartográficos a escala varias, y algoritmos matemáticos específicos apoyados de equipos de medición electrónica. Para obtener la información se procedió de la siguiente manera:



2.1- ETAPA ORGANIZATIVA

Se compiló y analizó la información documental y modelos cartográficos disponibles en el país (universidades, institutos policéntricos, instituciones académicas, centros de investigación y bibliotecas). Se consultaron a especialistas nicaragüenses e internacionales sobre la materia abordada. Se empleó cartografía topográfica existente que engloba el área estudiada de 900m² situado al Noroeste de la ciudad capital Managua. Los instrumentos empleados en tarea de gabinete, entre otros, accesorios de oficina, cartas temáticas (topográfico y geológico a escala varias), documentación técnica y impresiones en computadora en centros de servicios (por ejemplo, bibliotecas y Cybers).

2.2- ETAPA DE CAMPO

Se reconocieron en el terreno evidencias físicas de las afectaciones ambientales ocasionadas por la incidencia directa de la minería local, aprovechando condiciones de accesibilidad del lugar. Se realizó la observación, y medición de indicadores geo-ambientales en campo. Se observaron en jornadas reiteradas al sitio datos poblacionales, estructurales, mineros y ambientales usando encuestas de opinión pública, centrales de correlación, y los criterios (cuantitativos y atributo-interpretativo) y las clasificaciones estándar de las Metodologías Conesa Vitoria, y Leopold Lugones, recogidos en la publicación "Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental" de Conesa (1997). Los numerosos datos cuantificables y susceptibles de ser modelizados fueron obtenidos en afloramientos rocosos, corcos de camino y cauces de aguas superficiales aprovechando la accesibilidad del lugar. Con ello se permitió la elaboración de mapa temático a escala 1:20.000. Esta actividad se realiza desde el año 2007 en días de fin de semana, fechas festivos y libres. Algunos instrumentos empleados en campo son martillo geólogo, cinta métrica, brújula, GPS de mano y otros. Para comprobar la medición de parámetros y ubicación de elementos de interés minero y ambiental en sitios puntuales del área estudiada se usó cámara fotográfica digital de 4.0 mega-píxeles de resolución marca OLYMPUS.

2.3- ETAPA DE PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE INFORMACIÓN

Consistió en el tratamiento y análisis estadístico matemático descriptivo y presentación (gráficos, diagramas, tablas y otros) de datos ambientales y mineros, y afectaciones ambientales locales según su importancia, apoyados de indicadores tipológicos de impactos y programas informáticos SPSS V.13 y STATA'S TM V.7.2. Se preparó mapas para representar factores ambientales afectados, considerando su distribución espacial apoyado del Software ArcGIS 9. Finalmente, se preparó documento final auxiliado de herramientas de Microsoft Office.

2.3.1- Metodología para la valoración de impactos



Se aplicaron Método Conesa Vitoria Fernández (1995) y Método Leopold Lugones (1961), estos se basan en modelos matemáticos con calificaciones atributivas-interpretativas y cuantitativas específicas, importantes para la valoración integral y clasificación tipológica (según importancia relativa) de impactos ambientales locales.



$$I = \frac{EF + MO + AC + MC - RV - PR}{N}$$

$$I = 1, N$$

$$I_{E_i} = 0.4I_i + 0.4E_i + 0.2D_i$$

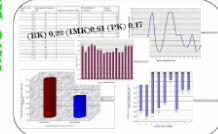
$$VI_{A_i} = (I_{E_i})^{0.22} (I_{D_i})^{0.61} (P_i)^{0.17}$$



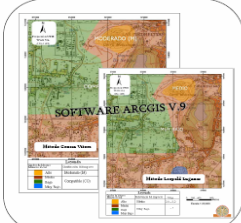
III. Resultados y discusión

Los resultados obtenidos con el Método Conesa Vitoria ofrecen niveles de importancia de los efectos ambientales locales calificadas entre Muy Baja hasta Alta, condicionada de una u otra forma por el laboreo minero, siendo para el Cerro Motastepe y llanura volcánica adyacentes la zona de mayor aprovechamiento minero clasificándose el impacto entre Moderado a Compatible ocupando superficie de considerable extensión con valoraciones numéricas comprendida entre 19 y 46. Esto sugiere una zona de priorización ambiental en vista que representa un sitio de fragilidad natural agudizado por las acciones mineras del lugar, representando inestabilidad significativa.

Con el Método Leopold Lugones se obtuvieron niveles admisibles de relevancias para el Valor Integral del Impacto local (VIA) comprendida en términos cuantitativos entre 2.7 y 3.2 por superficie de terreno ocupado por el Cerro Motastepe con calificaciones de importancia valorada entre Muy Bajo (zona urbana y rural) hasta Alto (directamente en el altoplano citado). A su vez, se destacan en zonas ocupadas por llanos volcánicos valoraciones numéricas pequeñas diseñadas a las sanctorios, representando situaciones intermedias. La minería suele perjudicar el sistema natural complicando su retorno a condiciones naturales por medios propios, y condiciona la regularidad e posibilidad de manifestación de los efectos.



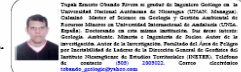
IV. Conclusiones



De 17 impactos ambientales estudiados, cuatro afectan mayormente los componentes atmósfera, agua, suelo, procesos geológicos, paisaje, trabajadores, familias, fauna y flora del sitio investigado. Se calcula un 15.7% del total de operaciones mineras proclive ocasionar impactos ambientales sobre todo al movimiento de tierra (impacto Tipo B). De los 8 factores ambientales evaluados, dos componentes naturales son vulnerables con valores medios en 48% particularmente del Factor Físico Suelo. Estos suelos Entisoles muestran textura arenosa, fragmentos inalterados de basaltos y andesitas, en un 80% y 20% respectivamente. Con el método Conesa Vitoria se clasificaron impactos ambientales como Moderado y Compatible con importancia de efectos oscilante entre 19 y 46. Los indicadores geo-ambientales determinados, reportan valores altos asociado con la Intensidad (I) y Extensión (EX) cuantificado en 8 por ritmos disímiles (episódicos fluctuantes e inalterables) de minería local. Con el Método Leopold Lugones se clasificaron relevancia de impacto ambiental en Muy Baja y Baja para Valor Integral de Impacto (VIA) oscilante entre 1.4 y 3.2 debido a condición física de materiales geológicos, accesibilidad del terreno y topografía del lugar.

V. Referencias bibliográficas recomendadas

Conesa Vitoria, F. (1997). "Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental". Ed. Conesa. Madrid, España.
Lugones Leopold, L. (1961). "Metodología para la Evaluación de Impacto Ambiental". Ed. Leopold. Madrid, España.
Rodríguez, R. (2000). "Impactos Ambientales de la Minería en las Arenas de Cerro Motastepe". Ed. Conesa. Madrid, España.
Villarón, R. (2007). "Impactos Ambientales de la Minería en las Arenas de Cerro Motastepe". Ed. Conesa. Madrid, España.





¡Muchas Gracias!